

Eficacia de la escucha musical en el rendimiento matemático

José Fernando Fernández-Company¹; Jesús María Alvarado²; María García-Rodríguez³; Iván Chamorro-Cantero⁴

Recibido: 16 de febrero de 2022 / Aceptado: 15 de septiembre de 2022

Resumen. Si bien numerosos estudios han mostrado que la música de fondo mejora el rendimiento académico de adolescentes, pocos han contrastado resultados a partir de sus preferencias musicales o de composiciones de Mozart. Participaron en el estudio 185 adolescentes pertenecientes a los cursos de 1º a 4º de Educación Secundaria Obligatoria con edades comprendidas entre 12 y 17 años ($M = 13,63$; $DE = 1,26$) de los cuales el 52,4% eran chicas. El objetivo principal de este estudio fue el de conocer qué estilos de música tienen un efecto más beneficioso sobre el rendimiento matemático en una muestra de alumnado adolescente. Se realizó una asignación aleatoria de los grupos a una de dos condiciones: escuchar su preferencia musical o composiciones de Mozart mientras desarrollaban una prueba matemática. Los resultados muestran que los chicos obtienen significativamente mejores resultados en matemáticas que las chicas. Asimismo, se aprecia una disminución en el tiempo de ejecución de tareas matemáticas y que los estudiantes con rendimiento más bajo obtienen mayor beneficio con música. Igualmente, en el grupo que escuchó su preferencia musical se produjo una mayor mejora en las chicas y en cambio, en el que escuchó música de Mozart esta se manifestó en los chicos. Se considera que la optimización de los niveles de excitación ha mejorado el enfoque atencional, lo que a su vez ha incrementado la velocidad de procesamiento haciendo que aumentara la eficiencia para seleccionar información y encontrar respuestas más acertadas, redundando, de este modo, en el rendimiento matemático. Asimismo, se presta especial atención a que la escucha de música durante el desempeño de tareas matemáticas ha ayudado en mayor medida al alumnado con un pobre rendimiento matemático. A través de este artículo se manifiesta, debido a su importancia, una posición en pro de un mayor reconocimiento y presencia musical a nivel curricular en Educación Secundaria Obligatoria.

Palabras clave: escucha musical; adolescentes; matemáticas; preferencias musicales; Mozart.

[en] Efficacy of music listening on mathematical performance

Abstract. Although numerous studies have shown that background music improves the academic performance of adolescents, few have contrasted results based on their musical preferences or Mozart's compositions. A total of 185 adolescents between the ages of 12 and 17 ($M = 13.63$; $SD = 1.26$), 52.4% of whom were girls, participated in the study. The main objective of this study was to determine which styles of music have the most beneficial effect on mathematical performance in a sample of adolescent students. The groups were randomly assigned to one of two conditions: listening to their musical preference or to compositions by Mozart while performing a mathematical test. The results show that boys perform significantly better in mathematics than girls. Likewise, there was a decrease in the time taken to perform mathematical tasks and the lower-performing students obtained greater benefit from music. Likewise, in the group that listened to their musical preference, there was a greater improvement in the girls and in contrast, in the group that listened to Mozart's music, this was manifested in the boys. It is considered that the optimization of arousal levels has improved attentional focus, which in turn has increased processing speed, increasing efficiency in selecting information and finding more accurate answers, thus improving mathematical performance. Likewise, special attention is given to the fact that listening to music while performing mathematical tasks has helped students with poor mathematical performance to a greater extent. Due to its importance, this article expresses a position in favor of a greater recognition and presence of music at the curricular level in Compulsory Secondary Education.

Keywords: music listening; adolescents; mathematics; musical preferences; Mozart.

¹ Universidad Internacional de La Rioja
E-mail: josefernando.fernandez@unir.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5412-1957>

² Universidad Complutense de Madrid
E-mail: jmalvara@ucm.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4780-0147>

³ Universidad Internacional de La Rioja
E-mail: maria.garciarodriguez@unir.net
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2365-3843>

⁴ Colegio Villalkor
E-mail: i.chamorro@villalkor.com

Sumario. 1. Introducción 2. Materiales y Método 3. Análisis y Resultados. 4. Discusión. 5. Referencias.

Cómo citar: Fernández-Company, J. F., Alvarado, J. M., García-Rodríguez, M. y Chamorro-Cantero, I. (2023). Eficacia de la escucha musical en el rendimiento matemático/Efficacy of music listening on mathematical performance. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 20, 129-141. <https://dx.doi.org/10.5209/reciem.80541>

1. Introducción

La influencia de la escucha musical en el rendimiento académico ha sido ampliamente estudiada. Al abordar este ámbito, encontramos dos áreas de estudio bien fundamentadas: el uso de las preferencias musicales y el de la música de Mozart. Sobre este particular, hallamos un debate abierto en el que algunas investigaciones muestran que las preferencias musicales mejoran los resultados académicos al optimizar el estado de ánimo y la excitación (Perham y Sykora, 2012) al tiempo que otros sugieren que la preferencia musical no afecta al rendimiento académico (Perham y Vizard, 2011). Asimismo, algunos estudios indican que escuchar música de Mozart ayuda a mejorar el rendimiento académico (Perlovsky et al., 2013), aumentar la capacidad del razonamiento abstracto (Rauscher et al., 1993) y espacial (Newman et al., 1995) ya que al activar áreas cerebrales relevantes para la realización de actividades espaciotemporales mejora el aprendizaje (Jausovec et al., 2006) y la atención temporal (Ho et al., 2007). Sobre este particular, Husain et al. (2002) consideran que el efecto Mozart se genera gracias a los cambios que se producen en la excitación y en el estado de ánimo. De tal forma que la música podría utilizarse como una estrategia de escucha de fondo ya que puede favorecer niveles óptimos tanto de excitación fisiológica como del estado de ánimo, no requiriendo de una participación profunda o consciente de la misma (Schäfer et al., 2013). No obstante, aunque otros autores no han observado ningún cambio en el coeficiente intelectual o la capacidad de razonamiento en general, sí que han observado que los efectos que se aprecian afectan al desempeño en un tipo específico de tareas cognitivas (Steele et al., 1999).

Tratando de ampliar el conocimiento en este ámbito, esta investigación se plantea como un estudio cronométrico basado en el tiempo empleado en la resolución de habilidades matemáticas y en la precisión de dicho desempeño, considerando que ambos indicadores pueden ser útiles para revelar diferencias de rendimiento en función del tipo de música que se ha estado escuchando durante la resolución de tareas aritméticas. En este sentido, la velocidad de procesamiento es entendida como el tiempo en el que una persona es capaz de abstraerse e integrar el conocimiento para resolver un problema (Kail, 1991) o como la destreza en la ejecución de tareas cognitivas de un modo rápido y fluido con una atención mantenida y focalizada (Schrank y Wendling, 2018). Sobre este particular, la atención sostenida se encuentra altamente correlacionada con el razonamiento (Buehner et al., 2006). Asimismo, la velocidad de procesamiento es un predictor del razonamiento (Kail et al., 2015) y uno de los factores más determinantes en la adquisición de habilidades matemáticas (Floyd et al., 2003) que tiene una fuerte relación tanto con el rendimiento en esta materia como en la automatización del cálculo (Taub et al., 2008). Asimismo, personas con estudios musicales muestran puntuaciones significativamente más altas en cognición fluida que aquellas sin estudios musicales, entendiéndose como inteligencia fluida la capacidad de pensar de un modo abstracto y de resolver problemas (Meyer et al., 2020).

A partir de estos hallazgos se aprecia que numerosos estudios han mostrado que la música de fondo mejora el rendimiento en diversas disciplinas académicas entre las que se incluyen las matemáticas. No obstante, hasta donde sabemos, no se han realizado estudios que contrasten resultados a partir de las preferencias musicales de los adolescentes o de determinadas composiciones de Mozart. En este sentido, este artículo pretende abordar algunas de las lagunas existentes en la literatura a través de la exploración del efecto de la música de fondo en el desempeño matemático de los adolescentes.

1.1. Percepción y música

El placer por la música varía de forma no lineal en función de la incertidumbre que experimenta el oyente al anticipar un acontecimiento musical, así como de la sorpresa percibida cuando se desvía de las expectativas generadas en el mismo (Cheung et al., 2019). Esta idea sugiere que gran parte del potencial de la música proviene de las predicciones que engloba y desarrolla en los oyentes (Huron, 2008), de tal forma que cuando la música con una estructura musical determinada permite realizar predicciones relativamente ciertas resulta ser placentera (Salimpoor et al., 2011). Concretamente, el placer de escuchar música se encuentra vinculado a dos interacciones: incertidumbre y sorpresa (Huron, 2019). Según Schmidhuber (2008), la belleza artística comparte un proceso cognitivo común con el conocimiento científico, el cual consiste en el éxito de la codificación y decodificación de patrones comprimibles. Así, los seres humanos entendemos el mundo a través de patrones, encontrando particularmente placenteros aquellos que no son ni demasiado simples ni demasiado complejos (Hudson, 2011); específicamente, en el caso de la música se prefirieron fragmentos moderadamente complejos (Radocy, 1982). Sobre este particular, Hudson (2011) considera que la belleza musical, al igual que en el conocimiento matemático más profundo, radica en aquello que resulta ser *aparentemente complejo*, pero que en realidad es percibido como algo *realmente simple*. En este sentido, los desafíos

musicales intermedios son altamente motivadores y placenteros lo cual favorece la mejora del aprendizaje y de la atención en la ejecución de tareas (Brydevall et al., 2018).

De este modo, parece ser que la música de Mozart está conformada por una arquitectura de *complejidad óptima* que estimula y reconforta al oyente, permitiéndole desarrollar funciones cerebrales complejas (Manca et al., 2020). Así, escuchar música de Mozart puede aumentar el tono simpático (Lin et al., 2014), activar circuitos corticales neuronales relacionados con funciones atencionales y cognitivas (Verrusio et al., 2015) y disminuir el estado de ánimo negativo (Schäfer et al., 2013; Thompson et al., 2001). Desde esta perspectiva, Thompson et al. (2001) consideran que el mecanismo subyacente de los efectos de la escucha de música de Mozart en el desempeño académico se debe a que el aumento del *arousal* (excitación/activación) conduce a una mejora del rendimiento cognitivo. Sobre este particular, el término *arousal* suele hacer referencia al nivel de activación fisiológica o al grado de intensidad de una respuesta emocional (Sloboda y Juslin, 2001). El *arousal* y el estado de ánimo son factores que se encuentran relacionados con la respuesta emocional ante un estímulo. Asimismo, es sabido que la excitación y el estado de ánimo afectan en la cognición (Husain et al., 2002). Específicamente, la influencia de la música sobre la excitación y el estado de ánimo han sido ampliamente estudiadas (García-Rodríguez et al., 2021a; Gabrielsson, 2001; Peretz, 2001; Sloboda y Juslin, 2001). De este modo, el nivel de *arousal* y el estado de ánimo que se experimentan cuando se escucha música son factores determinantes que influyen en el rendimiento de habilidades cognitivas (Husain et al., 2002). Así que, escuchar música involucra un amplio espectro de procesos sensoriomotores, cognitivos y emocionales cuyos efectos tienen implicaciones significativas en la mejora de alteraciones motoras, afectivas o atencionales (Vuilleumier y Trost, 2015). En este sentido, los efectos neurobiológicos que se producen al escuchar música apuntan a que la estimulación auditiva evoca emociones que se encuentran relacionadas con un mayor nivel de excitación, lo cual redundará en un mejor rendimiento temporal en múltiples dominios cognitivos (Pauwels et al., 2014). En cambio, otras investigaciones indican que la presencia de música de fondo actúa como un elemento distractor que influye negativamente en el rendimiento académico (Furnham y Strbac, 2002). Concretamente, algunas investigaciones consideran que la música *pop* (Furnham y Bradley, 1997) o el estilo *garage* (Dobbs et al., 2011) generan un efecto de distracción que afecta negativamente en el desempeño de diversas tareas cognitivas.

1.2. Música y matemáticas

La música y las matemáticas tienen una relación muy estrecha y, a lo largo del tiempo se han subrayado las numerosas conexiones entre estas materias. Ambas disciplinas utilizan sistemas de notación específicos (Wollenberg, 2006). Kashyap (2020) considera la música y las matemáticas como dos dialectos de un mismo idioma, en el que la presencia de elementos musicales como el tono o el volumen en las matemáticas apoyan la relación entre estas dos disciplinas (Shea y Remington, 2018). Además, el análisis de la representación simbólica y de patrones presentes en la música y las matemáticas permite conocer la estrecha afinidad estructural existente entre ambas disciplinas (Bahr y Christensen, 2000). Desde esta perspectiva, es plausible considerar que la transferencia de habilidades entre dos áreas estrechamente relacionadas entre sí se pueda dar satisfactoriamente. Por este motivo, Moreno et al. (2011) mostraron que gracias a la música es posible llevar a cabo la transferencia de una habilidad cognitiva de alto nivel no entrenada, ya que esta transferencia ocurre como resultado de una similitud estructural profunda de dominios (Bahr y Christensen, 2000). Así, otros estudios muestran la eficacia de la formación musical en la mejora de la inteligencia general (Rickard et al., 2012) y de la matemática en particular (Mehr et al., 2013) en niños y jóvenes adolescentes (Rickard et al., 2012). De igual modo, la práctica musical revela una mejora en la capacidad cognitiva general entre las que se incluyen: la memoria, la atención y las funciones ejecutivas (Meyer et al., 2020). Siguiendo esta línea de análisis, Blasco-Magraner et al. (2021) concluyen que la música debe utilizarse en el ámbito escolar, no solo por la importancia en sí misma, sino también como herramienta transversal en otras asignaturas.

De igual modo, la influencia positiva sobre determinados factores de la escucha musical durante el desempeño académico ha sido ampliamente documentada. En este sentido, se ha reseñado que la escucha de música mejora significativamente el comportamiento y el rendimiento matemático (Hallam y Price, 1998). Schellenberg y Hallam (2005) encontraron que los beneficios positivos de la escucha musical sobre las habilidades cognitivas son más evidentes cuando el oyente disfruta de la música. Además, escuchar música de fondo antes de realizar una tarea facilita procesos cognitivos como la atención y la memoria, a través del mecanismo de aumento de la excitación y del estado de ánimo positivo (Perham y Vizard, 2011). Igualmente, escuchar música percibida como agradable ayuda a los estudiantes a gestionar el estrés y a realizar tareas complejas (Cabanac et al., 2013). Siguiendo esta línea de análisis, algunas investigaciones indican que la música de fondo puede calmar y enfocar a los niños (Črněec et al., 2006), mejorando así el aprendizaje (Cabanac et al., 2013; Črněec et al., 2006). Concretamente, la escucha de música percibida como calmante y relajante, produce un mejor desempeño del rendimiento aritmético (Hallam et al., 2002).

1.3. Rendimiento matemático y género

Otro aspecto importante para tener en consideración es la variable género respecto al rendimiento académico. Estudios como el de Hyde (2005), mantienen la hipótesis sobre las similitudes de género respecto a las habilidades académicas. En línea con esta investigación, Kiuru et al. (2009) no encontraron diferencias significativas entre el

rendimiento académico de chicos y chicas adolescentes. No obstante, numerosas investigaciones aprecian diferencias de género que evidencian que las chicas, en general, muestran un mejor rendimiento académico (García-Rodríguez et al., 2021b; Hernando et al., 2012) decreciendo los resultados, en ambos sexos, a lo largo de la adolescencia, aunque de un modo más acusado entre los varones (Hernando et al., 2012). Específicamente, sobre el rendimiento en matemáticas, algunas investigaciones no encontraron diferencias de género en este ámbito (Hyde, 2005; Rodríguez et al., 2020) aunque otra sí que lo hizo a favor de un mejor rendimiento en tareas aritméticas por parte de las chicas (Ramírez et al., 2016). No obstante, otro amplio grupo de estudios muestran un mayor rendimiento en matemáticas por parte de los chicos (Ceci et al., 2009; Gridley, 2006)

De este modo, el objetivo principal de este estudio fue el de conocer qué estilos de música tienen un efecto más beneficioso sobre el rendimiento académico en una muestra de alumnado adolescente. Para ello, se consideraron los entornos de desempeño individual y grupal y las diferencias de género. Asimismo, de acuerdo con los resultados de investigaciones anteriores sobre el rendimiento matemático y la escucha de música, planteamos las siguientes hipótesis:

- H1: La escucha de música aumenta el nivel de arousal y por tanto puede actuar como un activador que mejoraría el rendimiento.
- H2: El nivel de arousal es menor en alumnos con un pobre rendimiento matemático, por lo que la música afectaría en mayor medida a estas personas.
- H3: La música de Mozart es menos distractora que las preferencias musicales de los adolescentes y por tanto tendría un mayor impacto positivo en el rendimiento matemático.
- H4: Las chicas tienen peor rendimiento en matemáticas, por lo que la escucha de música durante tareas de desempeño académico afectaría de forma más positiva a su rendimiento matemático que al de los chicos.

2. Materiales y Método

2.1. Participantes

Participaron en el estudio 185 adolescentes con desarrollo típico, sin aplicar ningún criterio de exclusión, pertenecientes a los cursos de 1º a 4º de ESO con edades comprendidas entre 12 y 17 años con una edad media de 13,63 años ($DS = 1,26$) de las cuales el 52,4% (97) eran chicas. Se desea precisar que todo el alumnado de 4º curso de ESO que participó en el estudio realizaba la misma modalidad de matemáticas a nivel curricular con independencia de las asignaturas de optatividad que cursaban en ese momento.

2.2. Aprobación ética

Siguiendo las indicaciones del centro educativo se contó con el consentimiento informado de todos los adultos responsables de los adolescentes antes del inicio del estudio. Esta investigación se ejecutó de acuerdo con los estándares éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (W.M.A., 2001) y cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Psicología de la Universidad de Complutense de Madrid (Pr_2019_20_045).

2.4. Procedimiento

Antes de participar en el estudio, se informó al profesorado, estudiantes y familias (según las indicaciones del centro educativo) acerca del contenido, carácter académico no vinculante y procedimiento de esta investigación. Seguidamente, se analizaron los resultados académicos en matemáticas durante las dos primeras evaluaciones del curso escolar 2020/2021. El alumnado fue asignado aleatoriamente a una de dos condiciones. El primer grupo (Grupo A [Clases A]) escuchó sus preferencias musicales mientras que el segundo grupo (Grupo B [Clases B]) escucharon las composiciones de Mozart en el orden que se detalla en la Tabla 1. El alumnado del Grupo A escuchó con auriculares sus preferencias musicales incluidas en una lista de reproducción que seleccionaron libremente a partir de sus gustos musicales (BSO [Bandas Sonoras Originales], Indie, Música electrónica, Música latina, Pop, Rap, Reguetón, Rock o Trap) mientras que en el Grupo B todo el alumnado escuchó, como música de fondo, las composiciones de la música de Mozart seleccionadas. Asimismo, todo el alumnado permaneció en sus grupos clase de referencia con independencia de su nivel de rendimiento en matemáticas o sexo. La recopilación de datos se realizó en una sola sesión y en horario escolar. Las pruebas se realizaron una semana después de haber concluido los exámenes finales de segunda evaluación con la intención de evitar la influencia negativa que puede generar el estrés o la fatiga en el rendimiento académico (Paloş et al., 2019). De igual modo, ya que se conoce que la presión del tiempo puede funcionar como un factor estresante que puede provocar la aparición de estados de ansiedad durante la ejecución del desempeño académico e influir en una selección de estrategia óptimas y, en consecuencia, en un rendimiento matemático más bajo (Caviola et al., 2017), no se estableció un tiempo límite para la resolución de las tareas planteadas. Asimismo, antes

de realizar la prueba, se recordó a los participantes que su colaboración era voluntaria y que se mantendría el anonimato y confidencialidad tanto de su identidad como de sus resultados, así como de la posibilidad de abandonar la prueba si en algún momento lo consideraban oportuno.

2.5. Estímulos y medidas

Estímulos musicales. La música de Mozart seleccionada para los participantes en esta investigación fue la que se detalla a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Composiciones de Mozart escuchadas durante la prueba con música (Grupo B).

Obra	Tempo	Tonalidad	Instrumentación	Duración
Andante del concierto para piano y orquesta n° 21 en Do Mayor K. 467	Andante	Fa Mayor	Piano solista, cuerdas, una flauta, dos oboes, dos fagotes, dos trompas y timbales	6.05 min
Adagio del divertimento n° 15 en Si bemol Mayor K. 287	Adagio	Mib Mayor	Cuerdas y dos trompas	7.20 min
Adagio para violín y orquesta K. 261	Adagio	Mi Mayor	Violín solista, cuerdas, dos flautas y dos trompas	7.19 min

Las características de estos fragmentos musicales se seleccionaron en consideración con hallazgos de investigaciones previas en las que se indica que el factor tempo en la música influye en la excitación (Gagnon y Peretz, 2003; Kuribayashi y Nittono, 2015; Liu et al., 2018), específicamente que los tempos rápidos aumentan la excitación y reducen el disfrute (Garrido et al., 2019) o que el rendimiento es superior cuando la música se encuentra en tonalidades mayores (Husain et al., 2002). Seguidamente, los estilos musicales que eligieron escuchar, voluntariamente, el alumnado del Grupo A quedan detallados en la Tabla 2.

Tabla 2. Preferencias musicales escuchadas durante la prueba con música (Grupo A).

<i>Estilo musical</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
BSO (Bandas Sonoras Originales)	5	5,2
Indie	1	1,0
Música electrónica	2	2,1
Música latina	3	3,1
Pop	34	35,4
Rap	11	11,5
Reguetón	16	16,6
Rock	6	6,3
Trap	18	18,8
Total	96	100,0

Medidas de rendimiento académico. Como medidas de rendimiento académico se utilizaron los resultados oficiales de las dos primeras evaluaciones de la asignatura de matemáticas de los participantes en la investigación. Asimismo, se desarrollaron *ad hoc* cuatro pruebas de habilidad matemática ajustadas a los contenidos impartidos en cada nivel durante dichos periodos del curso académico 2020/2021. Es importante reseñar que los contenidos tanto de los exámenes oficiales como el realizado con música corresponden a los contenidos oficiales establecidos en las programaciones de cada curso. Finalmente, las pruebas diseñadas para el estudio con música fueron validadas con relación al contenido por un sistema de jueces formado por profesores de la asignatura de matemáticas quienes verificaron la idoneidad de los contenidos de cada curso de ESO, formulación de las preguntas y precisión de los enunciados.

3. Análisis y Resultados

A continuación, en la Figura 1, se observa una mejora significativa en los resultados obtenidos a través de las pruebas matemáticas que se han realizado escuchando música en relación con las que se realizaron en silencio en la primera y segunda evaluación.

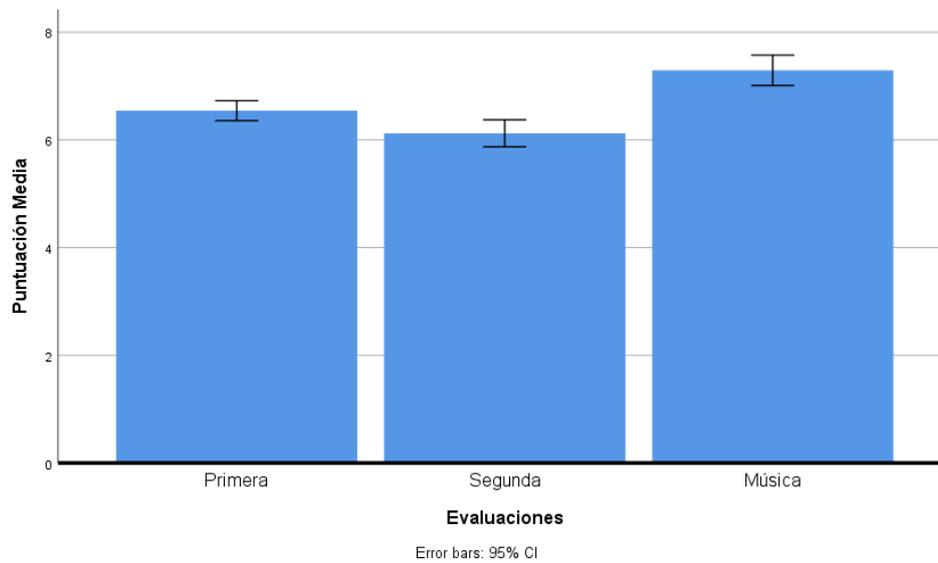


Figura 1. Resultados comparados de las diferentes pruebas de matemáticas

Asimismo, analizando los datos reflejados en la Figura 2, se observa que los estudiantes con bajo rendimiento (calificaciones académicas más bajas), tanto de los grupos A o B, son aquellos que obtienen ventaja al realizar la prueba con música. De la misma forma, el alumnado de alto rendimiento mantiene su nivel de ejecución, sin afectarles la música ni positiva ni negativamente.

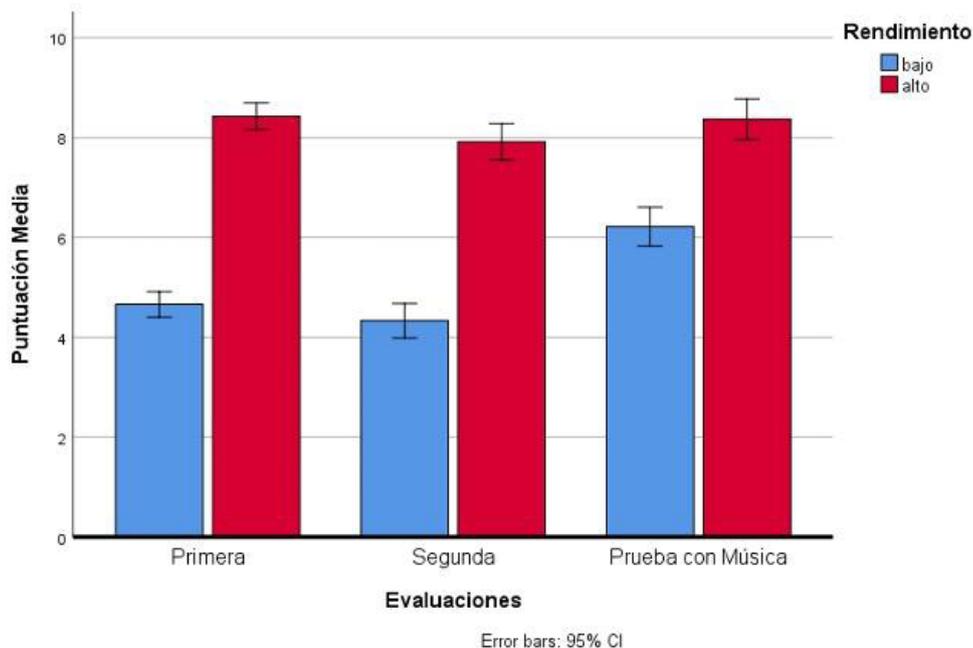


Figura 2. Resultados comparados de los diferentes exámenes de matemáticas de la primera y segunda evaluación y de la prueba realizada con música

Seguidamente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para la variable dependiente (rendimiento en matemáticas) de tres exámenes durante el curso académico 2020/2021, T1 (examen 1º trimestre), T2 (examen con música) y T3 (prueba con música). En este caso, las variables independientes fueron el género y el grupo. Al inicio de la investigación se realizó una asignación de los grupos a dos condiciones aleatorias: Grupo A, que eligió la música que escucharía durante la realización de la prueba y Grupo B, que escuchó música de Mozart. Finalmente, se tomó como covariable el tiempo en minutos que emplearon para realizar la prueba de matemáticas. Los resultados del ANOVA se exponen en las Tablas 2 y 3.

Tabla 3. Resultados pruebas multivariantes para las evaluaciones en matemáticas.

Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Matemáticas	0.109	10.997	2	179	<0.001	0.109
Matemáticas*Tiempo	0.083	8.088	2	179	<0.001	0.083
Matemáticas*Sexo	0.014	1.261	2	179	0.286	0.014
Matemáticas*Grupo	0.016	1.492	2	179	0.228	0.016
Matemáticas*Sexo* Grupo	0.037	3,461	2	179	0.034	0.037

Nota: Los resultados corresponden al estadístico Traza de Pillai, si bien la significación fue idéntica para los estadísticos Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Raíz mayor de Roy.

En la Tabla 2, se aprecia que hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < .001$) entre las tres evaluaciones de matemáticas y que este efecto interactuó con el tiempo de ejecución ($p < .001$). No hubo interacción entre el rendimiento en matemáticas por sexo ni por grupo de asignación musical (A y B). Si bien en la Tabla 3 en relación con los efectos intersujeto globales en las tres evaluaciones sí se observaron diferencias con relación al sexo; además, se aprecia una triple interacción que se comentará más adelante tras el análisis de los efectos intersujeto.

Tabla 4. Resultados ANOVA de las pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Tiempo (min.)	230.000	1	230.000	30.024	<0.001	0.143
Sexo	42.581	1	42.581	5.559	0.019	0.030
Grupo	8.592	1	8.592	1.122	0.291	0.006
Sexo*Grupo	0.088	1	0.088	0.011	0.915	<0.001
Error	1378.891	180	7.661			

Los efectos intersujeto muestran que los grupos A y B, asignados al azar, mostraron un rendimiento similar en matemáticas, con una medida con una media de 6.5 en el grupo A frente a 6.4 en el grupo B ($p = .29$), siendo estadísticamente significativo el rendimiento por sexo, con una media de las chicas de 6.1 frente a 6.7 de los chicos ($p = .019$) y con un tamaño del efecto grande ($\eta^2 p > .140$) fue estadísticamente significativo ($p < .001$) el efecto que tuvo la música sobre el tiempo de ejecución ($p < .001$) con una mejora de un punto entre la evaluación en silencio respecto a la evaluación con música. Asimismo, la correlación entre rendimiento en matemáticas y tiempo de ejecución (tiempo en minutos) fue de $-.356$ ($p < .001$) lo que explicaría casi un 12.67% de su varianza.

Finalmente, respecto a la triple correlación en las pruebas multivariantes *rendimiento en matemáticas x sexo x grupo* ($p = .034$), observamos que mientras en el Grupo A (quienes utilizaron sus preferencias musicales) la mejora solo se produce en las chicas, en el grupo B (música de Mozart) la mejora es más intensa en los chicos con una ganancia de casi un punto (de 7 a 8 puntos). Por otra parte, si se analizan los patrones de correlación respecto al tiempo de procesamiento, la alta correlación negativa entre el tiempo y el rendimiento matemático estaría influenciada por el género, siendo esta muy fuerte en el caso de los chicos $r = -.522$ ($p < .001$) y bastante más débil para las chicas $r = -.222$ ($p = .038$).

4. Discusión

A través de este estudio se ha profundizado en la comprensión del uso de las preferencias musicales, o de la música de Mozart, en asociación con el rendimiento matemático de adolescentes con edades comprendidas entre 12 y 17 años, así como en el posible papel moderador del género con relación al rendimiento en dicha materia. Con respecto a la primera hipótesis (*La escucha de música aumenta el nivel de arousal y por lo tanto puede actuar como un activador que mejoraría el rendimiento*), se confirma ya que se observa una mejora significativa en los resultados obtenidos a través de las pruebas matemáticas que se han realizado escuchando música en relación con las que se realizaron en silencio. Así, nuestros resultados coinciden con aquellos estudios en los que se ha reseñado que la escucha de música ayuda a los estudiantes a realizar tareas complejas (Cabanac et al., 2013) y facilita el enfoque de la atención durante la realización de tareas (Črnčec et al., 2006) mejorando

el aprendizaje (Cabanac et al., 2013; Črnčec et al., 2006); específicamente en el desempeño del rendimiento aritmético (Hallam y Price, 1998; Hallam et al., 2002).

Asimismo, se confirma la segunda hipótesis (*El nivel de arousal es menor en alumnos con un pobre rendimiento matemático, por lo que la música afectaría en mayor medida a estas personas*) ya que la escucha de música ha ayudado principalmente al alumnado con un rendimiento matemático más bajo. Sobre este particular, es plausible considerar que la escucha de música de fondo ha facilitado la mejora de la atención (Perham y Vizard, 2011; Vuilleumier y Trost, 2015) y de la memoria gracias a mecanismos como el aumento de la excitación y del estado de ánimo positivo (Perham y Vizard, 2011) y que dicha estimulación auditiva positiva influyera en un mayor nivel de excitación que diera como resultado un mejor *rendimiento temporal* de un dominio cognitivo específico como es la resolución de problemas matemáticos (Pauwels et al., 2014; Thompson et al., 2001). Sobre este particular, en consideración con la literatura consultada, consideramos que las características, principalmente el tempo, de los fragmentos musicales de Mozart que se seleccionaron ha sido un factor clave en los resultados alcanzados ya que es probable que afectara positivamente en la regulación de la excitación (Gagnon y Peretz, 2003; Kuribayashi y Nittono, 2015; Liu et al., 2018) o que, además, el rendimiento académico haya sido superior debido a que la música estaba compuesta en tonalidades mayores (Husain et al., 2002). Sobre este particular, la modalidad de la música ha sido estudiada como un indicador fiable del estado de ánimo (Husain et al., 2002; Thompson et al., 2001). De igual modo, se sabe que el tempo puede inducir cambios en la excitación y que por ende se encuentra relacionado con diferentes niveles de activación (Gabrielsson y Lindström, 2001). En definitiva, a partir de nuestros resultados consideramos que cuando la escucha musical genera en los oyentes un nivel de arousal moderado o un estado de ánimo agradable esta influye positivamente en la cognición. No obstante, creemos necesario seguir investigando en este ámbito para delimitar con precisión qué factores son los que fundamentalmente determinan el nivel de arousal o el estado de ánimo en los oyentes y a su vez, cuáles de ellos ejercen una mayor eficacia en el rendimiento cognitivo.

No obstante, la tercera hipótesis (*La música de Mozart es menos distractora que las preferencias musicales de los adolescentes y por lo tanto tendría un mayor impacto positivo en el rendimiento matemático*) se confirma parcialmente. En este sentido y a partir de los resultados alcanzados, consideramos que, en efecto, la música de Mozart empleada en este estudio ha ofrecido a los adolescentes desafíos musicales intermedios altamente motivadores que han favorecido la mejora de la atención en la ejecución de tareas específicas (Brydevall et al., 2018) por parte del alumnado con menor rendimiento en matemáticas. Sobre este particular, y en línea con otras investigaciones, consideramos que determinadas obras musicales de Mozart, en su conjunto, están conformadas por un grado idóneo de complejidad estructural que estimula y permite desarrollar funciones cerebrales complejas (Manca et al., 2020), mejorar el rendimiento académico (Perlovsky et al., 2013) e incrementar la capacidad de razonamiento abstracto (Rauscher et al., 1993) y espacial (Husain et al., 2002; Newman et al., 1995). En este sentido, también es loable considerar que la música de Mozart permite activar áreas cerebrales relevantes vinculadas a la realización de actividades espaciotemporales (Jausovec et al., 2006) y a la atención temporal (Ho et al., 2007). Sobre este particular, entendemos que la música de Mozart seleccionada ha generado cambios en los niveles de excitación y del estado de ánimo (Husain et al., 2002; Schäfer et al., 2013) de los adolescentes y que esto, a su vez, ha repercutido positivamente en la concentración y mejora del rendimiento académico. De este modo, consideramos que integrar la escucha de música de Mozart podría utilizarse como una estrategia educativa durante el desarrollo de determinadas actividades académicas. Respecto a la escucha de preferencias musicales mientras se realizan tareas de desempeño matemático, los resultados del presente estudio no apoyan los de otras investigaciones en las que se muestra que la presencia de música de fondo actúa como un elemento distractor que influye negativamente en el rendimiento académico (Furnham y Strbac, 2002); concretamente, con aquellos estudios en los que se indica que determinados estilos de música, frecuentemente escuchados por los adolescentes, generan un efecto de distracción que afecta negativamente en el desempeño de diversas tareas cognitivas (Dobbs et al., 2011; Furnham y Bradley, 1997). En definitiva, en línea con otros estudios, desde nuestros resultados al igual que Perham y Vizard (2011) no hemos encontrado que la preferencia musical afecte negativamente al rendimiento académico. Aunque la diferencia entre los grupos no sea significativa, sin embargo, sí lo es la interacción con la variable sexo. En este sentido, creemos que este hallazgo, hasta donde conocemos, es novedoso y muy importante ya que permite conocer de qué modo el estilo musical puede afectar de forma diferente a chicas y chicos.

Específicamente, cuando comparamos a los participantes masculinos y femeninos con respecto a la cuarta hipótesis (*Las chicas tienen peor rendimiento en matemáticas por lo que la escucha de música durante tareas de desempeño académico afectaría de forma más positiva a su rendimiento matemático que al de los chicos*) también se confirma ya que a pesar de que algunas de las investigaciones consultadas o no encontraron diferencias de género en este ámbito (Hyde, 2005; Rodríguez et al., 2020) o lo hicieron a favor de un mejor rendimiento en matemáticas por parte de las chicas (Ramírez et al., 2016), nuestros resultados correlacionan con los de aquellos estudios en los que se muestran mejores resultados por parte de los chicos (Ceci et al., 2009; Gridley, 2006).

En definitiva, realizar ejercicios de matemáticas en presencia de música tiene un efecto positivo que se evidencia tanto en mejores resultados como en menor tiempo de ejecución. Estos hallazgos se encuentran en línea con los de otros estudios que consideran que sí es posible llevar a cabo la transferencia de habilidades cognitivas de alto nivel, no entrenadas, entre dos áreas estrechamente relacionadas, como en el caso de la música y de las matemáticas (Kashyap, 2020; Shea y Remington, 2018; Wollenberg, 2006), gracias a una importante semejanza estructural de dominios (Bahr y Christensen, 2000; Moreno et al., 2011). De este modo, conocer qué estilos musicales favorecen el

desarrollo de destrezas y habilidades matemáticas de los adolescentes puede aportar información valiosa para comprender la influencia de la música en este ámbito. En este sentido, consideramos que aumentar la comprensión de esta particular asociación, música y matemáticas, durante la adolescencia y cómo esta puede diferir entre géneros puede ser importante para promover estrategias educativas que permitan un ajuste positivo en el rendimiento matemático de los adolescentes. que de esta investigación se pueden derivar otras que especifiquen los distintos géneros musicales y su influencia en las matemáticas. En definitiva, consideramos que de esta investigación pueden derivar otros estudios a través de los cuales se especifiquen los distintos géneros musicales y su influencia en el rendimiento matemático.

Si bien esta investigación, hasta donde sabemos, aporta datos novedosos a la literatura tiene algunas limitaciones. Una de ellas fue el diseño, ya que no incluyó grupos de control específicos sin música. En investigaciones futuras, es fundamental replicar este tipo de estudios tanto con alumnado con diversidad funcional como en muestras más amplias y con un mayor rango de edad que permita conocer la influencia de la música de Mozart con el objetivo de comprender las posibles transferencias en el rendimiento matemático. De igual modo, ya que estudios previos han informado que la relación entre la variable demográfica edad y el rendimiento matemático es débil, y que esa variable contribuye modestamente en la predicción de las destrezas matemáticas de los adolescentes, se considera importante replicar este estudio longitudinalmente.

Como es sabido, aunque la investigación educativa en contextos naturales dota de una mayor validez ecológica que los estudios experimentales realizados en laboratorio, sin embargo, esta no permite tener un completo control de variables contaminantes que, a la par, en este caso han suscitado nuevas preguntas de investigación o hipótesis secundarias para investigar en próximos estudios. Por ejemplo, las pruebas se realizaron una semana después de haber concluido los exámenes finales de segunda evaluación con la intención de evitar la influencia negativa que puede generar el estrés o la fatiga en el rendimiento académico (Paloş et al., 2019) y, ya que se conoce que la presión del tiempo puede funcionar como un factor estresante que puede provocar la aparición de estados de ansiedad durante la ejecución del desempeño académico e influir en una selección de estrategia óptimas y, en consecuencia, en un rendimiento matemático más bajo (Caviola et al., 2017) en este estudio no se estableció un límite de tiempo para realizar las pruebas. Además, el carácter académico no vinculante del examen con música pudo hacer que el alumnado afrontara la prueba con menos estrés y niveles de excitación más ajustados y que esto redundara positivamente en los resultados. De la misma manera, para contrastar los resultados del estudio se utilizaron las calificaciones de las evaluaciones oficiales como medida de rendimiento. En este sentido, es conocido que el profesorado además de las calificaciones en los exámenes utiliza otros criterios de calificación (trabajo diario, actitud, cuaderno, etc.) que pueden incrementar las calificaciones finales. Teniendo en cuenta estas consideraciones, es plausible suponer que los resultados alcanzados han sido todavía más significativos ya que en la evaluación final de los ejercicios realizados con música no hubo ningún otro elemento que acrecentara la calificación final. Por otra parte, los resultados alcanzados muestran que la variable género parece ser un factor importante sobre el cual seguir investigando la relación del uso de distintos estilos de música mientras se desempeñan tareas matemáticas en contextos educativos. En definitiva, además de la música empleada, estas variables quizás podrían haber influido en los resultados del estudio, por lo que consideramos que es necesario seguir investigando en este ámbito.

En conclusión, desde este estudio defendemos que la música puede utilizarse en contextos educativos no solo por su propio valor intrínseco, sino también, como un recurso altamente eficaz que puede ser empleado de forma transversal en otras asignaturas (Blasco-Magraner et al., 2021). Como refuerzo a estos argumentos, apelamos a los resultados de otras investigaciones en las que se muestra que la formación musical mejora la inteligencia general de los adolescentes (Rickard et al., 2012) y de las matemáticas en particular (Mehr et al., 2013). En definitiva, consideramos que la música empleada, incluidas las preferencias musicales de los adolescentes, ha facilitado el incremento de la atención sostenida, de la velocidad de procesamiento y de la cognición fluida que han favorecido al rendimiento matemático (Buehner et al., 2006; Floyd et al., 2003; Kail et al., 2015; Meyer et al., 2020; Schrank y Wendling, 2018; Taub et al., 2008). Además, a partir de estos resultados, apoyamos la hipótesis de Thompson et al. (2001) al considerar que el mecanismo subyacente de los efectos de la escucha de música, en particular la de Mozart, en el desempeño académico se debe a que el aumento de la excitación conduce a una mejora del rendimiento cognitivo.

Desde esta perspectiva, consideramos que escuchar música mientras se resolvían problemas matemáticos ha generado una serie de *efectos concatenados* que han redundado positivamente en el rendimiento de esta materia. En este sentido, creemos que este proceso ha sucedido gracias a que al optimizarse los niveles de excitación se ha mejorado el enfoque atencional, lo que a su vez ha incrementado la velocidad de procesamiento haciendo que aumentara la eficiencia para seleccionar información y encontrar las respuestas más acertadas, redundando, de este modo, en el rendimiento matemático. Finalmente, queremos prestar especial atención a que la escucha de música durante el desempeño de tareas matemáticas ha ayudado en mayor medida al alumnado con un pobre rendimiento matemático. Respecto a la triple correlación rendimiento matemático, sexo y preferencia musical, en el grupo que escuchó sus preferencias musicales (Grupo A) la mejora solo se produjo en las chicas mientras que en el grupo que escuchó la música de Mozart (Grupo B), esta fue más intensa en los chicos. Por otra parte, los patrones de correlación respecto al tiempo de procesamiento, la alta correlación negativa entre el tiempo y el rendimiento matemático estaría influenciada por el género, siendo esta muy fuerte en el caso de los chicos. A partir de estos resultados, es plausible considerar

que esta diferencia muestra indicios acerca de los patrones diferenciadores entre chicas y chicos respecto al tipo de música debido a los diferentes estados de activación, más alta en los chicos que en las chicas por lo que el beneficio sería mayor en ellas, especialmente cuando eligen música de su preferencia causando un mayor efecto activador. En este sentido, consideramos que el uso de la escucha musical durante la realización de tareas académicas puede beneficiar tanto en la regulación de los niveles de excitación como del enfoque atencional de alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo o con determinadas alteraciones como, por ejemplo, TDA o TDAH. Para finalizar, deseamos manifestar una posición en pro de un mayor reconocimiento y presencia tanto de la escucha musical como de la práctica instrumental a nivel curricular en Educación Secundaria Obligatoria.

5. Referencias

- Bahr, N., & Christensen, C.A. (2000). Inter-domain transfer between mathematical skills and musicianship. *Journal of Structural Learning & Intelligent Systems*, 14(3), 187-197.
- Blasco-Magraner, J.S., Bernabe-Valero, G., Marín-Liébana, P., & Moret-Tatay, C. (2021). Effects of the Educational Use of Music on 3- to 12-Year-Old Children's Emotional Development: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3668.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18073668>
- Brydevall, M., Bennett, D., Murawski, C., & Bode, S. (2018). The neural encoding of information prediction errors during non-instrumental information seeking. *Scientific Reports*, 8(1), 6134.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-24566-x>
- Buehner, M., Stefan Krumm, S., Ziegler, M., & Pluecken, T. (2006). Cognitive Abilities and Their Interplay. Reasoning, Crystallized Intelligence, Working Memory Components, and Sustained Attention. *Journal of Individual Differences*, 27, 57-72.
<https://doi.org/10.1027/1614-0001.27.2.57>
- Cabanac, A., Perlovsky, L., Bonniot-Cabanac, M.C., & Cabanac, M. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257-260.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.08.023>
- Caviola, S., Carey, E., Mammarella, I.C., & Szucs, D. (2017). Stress, Time Pressure, Strategy Selection and Math Anxiety in Mathematics: A Review of the Literature. *Frontiers in Psychology*, 8, 1488.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01488>
- Ceci, S.J., Williams, W.M., & Barnett, S.M. (2009). Women's underrepresentation in science: sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135(2), 218-261.
<https://doi.org/10.1037/a0014412>
- Cheung, V., Harrison, P., Meyer, L., Pearce, M.T., Haynes, J.D., & Koelsch, S. (2019). Uncertainty and Surprise Jointly Predict Musical Pleasure and Amygdala, Hippocampus, and Auditory Cortex Activity. *Current Biology*, 29(23), 4084-4092.e4.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.09.067>
- Črnčec, R., Wilson, S.J., & Prior, M. (2006) The Cognitive and Academic Benefits of Music to Children: Facts and fiction. *Educational Psychology*, 26(4), 579-594.
<https://doi.org/10.1080/01443410500342542>
- Dobbs, S., Furnham, A., & McClelland, A. (2011), The effect of background music and noise on the cognitive test performance of introverts and extraverts. *Applied Cognitive Psychology*, 25, 307-313.
<https://doi.org/10.1002/acp.1692>
- Floyd, R.G., Evans, J.J., & McGrew, K.S. (2003). Relations between measures of Cattell-Horn-Carroll (CHC) cognitive abilities and mathematics achievement across the school-age years. *Psychology in the Schools*, 40(2), 155-171.
<https://doi.org/10.1002/pits.10083>
- Furnham, A., & Bradley, A. (1997). Music while you work: the differential distraction of background music on the cognitive test performance of introverts and extraverts. *Applied Cognitive Psychology*, 11, 445-455.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199710\)11:5<445::AID-ACP472>3.0.CO; 2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199710)11:5<445::AID-ACP472>3.0.CO; 2-R)
- Furnham, A., & Strbac, L. (2002). Music is as distracting as noise: the differential distraction of background music and noise on the cognitive test performance of introverts and extraverts. *Ergonomics*, 45(3), 203-217.
<https://doi.org/10.1080/00140130210121932>
- Gabrielsson, A. (2001). Emotions in strong experiences with music. En P.N. Juslin y J.A. Sloboda (Eds.), *Music and emotion: Theory and research* (pp. 431-449). Oxford University Press.
- Gabrielsson, A., & Lindström, E. (2001). The influence of musical structure on emotional expression. En P.N. Juslin y J.A. Sloboda (Eds.), *Music and emotion: Theory and research* (pp. 223-248). Oxford University Press
- Gagnon, L. y Peretz, I. (2003). Mode and tempo relative contributions to "happy-sad" judgements in equitone melodies. *Cognition and Emotion*, 17(1), 25-40.
<https://doi.org/10.1080/02699930302279>
- García-Rodríguez, M., Fernández-Company, J.F., Alvarado, J.M., Jiménez, V., & Ivanova-Iotova, A. (2021a). Pleasure in music and its relationship with social anhedonia (Placer por la música y su relación con la anhedonia social). *Studies in Psychology*, 42(1), 158-183.
<https://doi.org/10.1080/02109395.2020.1857632>
- García-Rodríguez, M., Jiménez, V., Ivanova, A., Fernández-Company, J.F., & Alvarado, J.M. (2021b). Academic performance in relation to emotional intelligence: emotional perception and musical sensitivity. *INTED2021 Proceedings*, 2075-2082.
<https://doi.org/10.21125/inted.2021.0454>

- Garrido, S., Stevens, C.J., Chang, E., Dunne, L., & Perz, J. (2019). Musical Features and Affective Responses to Personalized Playlists in People with Probable Dementia. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 247-253. <https://doi.org/10.1177/1533317518808011>
- Gridley, M.C. (2006). Cognitive styles partly explain gender disparity in engineering: Comment. *American Psychologist*, 61(7), 724-725. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.61.7.72>
- Hallam, S., & Price, J. (1998). Research Section: Can the use of background music improve the behaviour and academic performance of children with emotional and behavioural difficulties? *British Journal of Special Education*, 25, 88-91. <https://doi.org/10.1111/1467-8527.t01-1-00063>
- Hallam, S., Price, J., & Katsarou, G. (2002) The Effects of Background Music on Primary School Pupils 'Task Performance. *Educational Studies*, 28(2), 111-122. <https://doi.org/10.1080/03055690220124551>
- Hernando, A., Oliva, A., & Pertegal, M.Á. (2012), Family variables and academic achievement in adolescence. *Studies in Psychology*, 33(1), 51-65. <https://doi.org/10.1174/021093912799803791>
- Ho, C., Mason, O., & Spence, C. (2007). An investigation into the temporal dimension of the Mozart effect: evidence from the attentional blink task. *Acta Psychologica*, 125(1), 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2006.07.006>
- Hudson, N.J. (2011). Musical beauty and information compression: Complex to the ear but simple to the mind? *BMC Research Notes* 4(9). <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-9>
- Huron, D. (2008). *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*. The MIT Press.
- Huron, D. (2019). Musical Aesthetics: Uncertainty and Surprise Enhance Our Enjoyment of Music. *Current biology*. 29(23), 1238-1240. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.10.021>
- Husain, G., Thompson, W.F., & Schellenberg, E.G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception*, 20(2), 151-171. <https://doi.org/10.1525/mp.2002.20.2.151>
- Hyde J.S. (2005). The gender similarities hypothesis. *The American Psychologist*, 60(6), 581-592. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.6.581>
- Jausovec, N., Jausovec, K., & Gerlic, I. (2006). The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning. *Clinical neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 117(12), 2703-2714. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.08.010>
- Kail R. (1991). Development of processing speed in childhood and adolescence. *Advances in Child Development and Behavior*, 23, 151-185 [https://doi.org/10.1016/s0065-2407\(08\)60025-7](https://doi.org/10.1016/s0065-2407(08)60025-7)
- Kail, R.V., Lervag, A., & Hulme, C. (2015). Longitudinal evidence linking processing speed to the development of reasoning. *Developmental Science*, 19(6), 1067-1074. <https://doi.org/10.1111/desc.12352>
- Kashyap, R. (2020). The Universal Language: Mathematics or Music? *Journal for Multicultural Education*, 14(3). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3069685>
- Kiuru, N., Nurmi, J.E., Aunola, K., & Salmela-Aro, K. (2009). Peer group homogeneity in adolescents' school adjustment varies according to peer group type and gender. *International Journal of Behavioral Development*, 33(1), 65-76. <https://doi.org/10.1177/0165025408098014>
- Kuribayashi, R., & Nittono, H. (2015). Speeding up the tempo of background sounds accelerates the pace of behavior. *Psychology of Music*, 43(6), 808-817. <https://doi.org/10.1177/0305735614543216>
- Lin, L. C., Ouyang, C. S., Chiang, C. T., Wu, R. C., Wu, H. C., & Yang, R. C. (2014). Listening to Mozart K.448 decreases electroencephalography oscillatory power associated with an increase in sympathetic tone in adults: a post-intervention study. *JRSM Open*, 5(10), 2054270414551657. <https://doi.org/10.1177/2054270414551657>
- Liu, Y., Liu, G., Wei, D., Li, Q., Yuan, G., Wu, S., Wang, G., & Zhao, X. (2018). Effects of Musical Tempo on Musicians' and Non-musicians' Emotional Experience When Listening to Music. *Frontiers in Psychology*. 9, 2118. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02118>
- Manca, M.L., Bonanni, E., Maestri, M., Costabile, L., Prinari, F.A., Georgiev, V., & Siciliano, G. (2020). Mozart's music between predictability and surprise: results of an experimental research based on electroencephalography, entropy and Hurst exponent. *Activitas Nervosa Superior Rediviva*, 62(3-4), 106-114.
- Mehr, S.A., Schachner, A., Katz, R.C., & Spelke, E.S. (2013). Two randomized trials provide no consistent evidence for nonmusical cognitive benefits of brief preschool music enrichment. *PLoS ONE*, 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082007>
- Meyer, J., Oguz, P.G., & Moore, K.S. (2020). Superior fluid cognition in trained musicians. *Psychology of Music*, 48(3), 434-447 <https://doi.org/10.1177/0305735618808089>
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E.G., Cepeda, N.J. y Chau, T. (2011). Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. *Psychological Science*, 22(11), 1425-1433. <https://doi.org/10.1177/0956797611416999>
- Newman, J., Rosenbach, J.H., Burns, K.L., Latimer, B.C., Matocha, H.R., & Vogt, E.R. (1995). An experimental test of "the mozart effect": does listening to his music improve spatial ability? *Perceptual and Motor Skills*, 81(3 Pt 2), 1379-1387.

- <https://doi.org/10.2466/pms.1995.81.3f.1379>
- Paloş, R., Maricuţoiu, L.P., & Costea, J. (2019). Relations between academic performance, student engagement and student burnout: A cross-lagged analysis of a two-wave study. *Studies in Educational Evaluation*, 60, 199-204.
<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.01.005>
- Pauwels, E.K., Volterrani, D., Mariani, G., & Kostkiewics, M. (2014). Mozart, music and medicine. *Medical Principles and Practice*, 23(5), 403-412.
<https://doi.org/10.1159/000364873>
- Peretz, I. (2001). Listen to the brain: A biological perspective on musical emotions. En P.N. Juslin y J. A. Sloboda (Eds.), *Music and emotion: Theory and research* (pp. 105-134). Oxford University Press.
- Perham, N., & Sykora, M. (2012). Disliked music can be better for performance than liked music. *Applied Cognitive Psychology*, 26, 550-555.
<https://doi.org/10.1002/acp.2826>
- Perham, N., & Vizard, J. (2011). Can preference for background music mediate the irrelevant sound effect? *Applied Cognitive Psychology*, 25, 625-631.
<https://doi.org/10.1002/acp.1731>
- Perlovsky, L., Cabanac, A., Bonniot-Cabanac, M.C., & Cabanac, M. (2013). Mozart effect, cognitive dissonance, and the pleasure of music. *Behavioural Brain Research*, 244, 9-14.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.01.036>
- Radocy, R.E. (1982). Preference for classical music: A test for the hedgehog. *Psychology of Music, Spec Issue*, 91-95.
- Ramírez, G., Chang, H., Maloney, E.A., Levine, S.C., & Beilock, S.L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem-solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 83-100.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014>
- Rauscher, F., Shaw, G., & Ky, C. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611.
<https://doi.org/10.1038/365611a0>
- Rickard, N.S., Bambrick, C.J., & A. Gill, A. (2012). Absence of widespread psychosocial and cognitive effects of school-based music instruction in 10-13-year-old students. *International Journal of Music Education*, 30, 57-78.
<https://doi.org/10.1177/02557614111431399>
- Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Estévez, I., & Valle, A. (2020). Gender Differences in Mathematics Motivation: Differential Effects on Performance in Primary Education. *Frontiers in Psychology*, 10, 3050.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03050>
- Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., & Zatorre, R.J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14(2), 257-262.
<https://doi.org/10.1038/nn.2726>
- Schäfer, T., Sedlmeier, P., Städtler, C., & Huron, D. (2013). The psychological functions of music listening. *Frontiers in Psychology*, 4, 511.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00511>
- Schellenberg, E.G., & Hallam, S. (2005). Music Listening and Cognitive Abilities in 10- and 11-Year-Olds: The Blur Effect. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 202-209.
<https://doi.org/10.1196/annals.1360.013>
- Schmidhuber, J. (2008). Driven by compression progress: A simple principle explains essential aspects of subjective beauty, novelty, surprise, interestingness, attention, curiosity, creativity, art, science, music, jokes. En *Workshop on anticipatory behavior in adaptive learning systems* (pp. 48-76). Springer.
- Schrank, F.A., & Wendling, B. (2018). Woodcock Johnson IV: Tests of Cognitive Abilities, Tests of Oral Language, Tests of Achievement. En D.P. Flanagan y E.M. McDonough (Eds.), *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (pp. 383-452). Guilford Press.
- Shea, T.B., & Remington, R. (2018). Spontaneous Neuronal Signaling is Inherently Musical and Mathematical: Insight into the Universal Human Affinity for Music. *The Open Neurology Journal*, 12, 64-68.
<https://doi.org/10.2174/1874205X01812010064>
- Sloboda, J.A., & Juslin, P.N. (2001). Psychological perspectives on music and emotion. En P.N. Juslin y J.A. Sloboda (Eds.), *Music and emotion: Theory and research* (pp. 71-104). Oxford University Press.
- Steele, K.M., dalla Bella, S., Peretz, I., Dunlop, T., Dawe, L.A., Humphrey, G.K., Shannon, R.A., Kirby, J.L. Jr., & Olmstead, C.G. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 400(6747), 827-828.
<https://doi.org/10.1038/23611>
- Taub, G.E., Keith, T.Z., Floyd, R.G., & McGrew, K.S. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, 23(2), 187-198.
<https://doi.org/10.1037/1045-3830.23.2.187>
- Thompson, W.F., Schellenberg, E.G., & Husain, G. (2001). Arousal, Mood, and The Mozart Effect. *Psychological Science*, 12(3), 248-251.
<https://doi.org/10.1111/1467-9280.00345>
- Verrusio, W., Ettore, E., Vicenzini, E., Vanacore, N., Cacciafesta, M., & Mecarelli, O. (2015). The Mozart Effect: A quantitative EEG study. *Consciousness and Cognition*, 35, 150-155.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.05.005>
- Vuilleumier, P., & Trost, W. (2015). Music and emotions: from enchantment to entrainment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 212-222.
<https://doi.org/10.1111/nyas.12676>

- Wollenberg, S. (2006). Music and mathematics: An overview. En J. Fauvel, R. Flood y R. Wilson (Eds.). *Music and mathematics: From Pythagoras to fractals* (pp. 1-9). Oxford University Press.
- World Medical Association. (2001). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization*, 79(4), 373-374.