

2

## Efecto moderador de la inteligencia emocional en la relación entre las horas de entrenamiento musical y la resolución de problemas matemáticos en niños de 8-12 años

Moderating effect of Emotional Intelligence on the relationship between hours of music training and mathematical problem solving in 8-12 years old children

KATYA MARTIN-REQUEJO  
ALEJANDRO GONZÁLEZ-ANDRADE  
AITOR AVAREZ PARDÓN  
SANDRA SANTIAGO-RAMAJO

### Resumen

Diversos estudios están demostrando los beneficios, a nivel neuropsicológico y académico, del entrenamiento musical, pero todavía faltan resultados concluyentes respecto a las interacciones subyacentes. Por ello, este estudio buscaba analizar el efecto moderador de la Inteligencia Emocional (IE) sobre la relación entre las horas de entrenamiento musical (HEM) y la resolución de problemas matemáticos (RPM). Se ha estudiado una muestra de 144 niños de entre 8-12 años del País Vasco (76 niñas), aplicándoles pruebas estandarizadas para medir la IE (Inventario de Inteligencia Emocional de BarOn, EQ-i:YV) y la RPM (Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales, BADyG). Las HEM se han registrado sumando las horas semanales de clases musicales y de horas de estudio en el hogar ( $\bar{x}=2.51$ ). Tras controlar la edad, los resultados del análisis del efecto de moderación (Process v4.1) han mostrado que: (1) tanto la IE ( $\beta=.444$ ;  $p=.016$ ) como las HEM ( $\beta=14.024$ ;  $p=.013$ ) pueden predecir la habilidad en la RPM ( $R^2=.130$ ;  $p<.001$ ); (2) la IE ha arrojado un efecto de moderación significativo ( $p=.039$ ) y (3) la técnica de aproximación Johnson-Neyman ha situado el punto de corte de la significatividad de esta interacción por debajo de los 108 puntos en la IE (CI). En conclusión, los datos muestran que, en los estudiantes con un nivel de IE medio-bajo, las HEM pueden predecir la habilidad de RPM. Esto resulta de especial relevancia para el ámbito educativo, puesto que permite concluir que es posible mejorar la habilidad de RPM aumentando las HEM en los alumnos una IE de nivel medio-bajo.

Palabras clave: entrenamiento musical; inteligencia emocional; resolución de problemas matemáticos; educación primaria.

## Abstract

Several studies are demonstrating the neuropsychological and academic benefits of music training, but conclusive results regarding the underlying interactions are still lacking. Therefore, this study sought to analyze the moderating effect of Emotional Intelligence (EI) on the relationship between hours of music training (HMT) and mathematical problem solving (MPS). A sample of 144 children aged 8-12 years from the Basque Country (76 girls) was studied, applying standardized tests to measure EI (BarOn Emotional Intelligence Inventory, EQ-i:YV) and MPS (Differential and General Mental Activities Battery, BADyG). HMT were recorded by adding the weekly hours of music lessons and home study hours ( $\bar{x}=2.51$ ). After controlling for age, the results of the moderation effect analysis (Process v4.1) have shown that (1) both EI ( $\beta=.444$ ;  $p=.016$ ) and HMT ( $\beta=14.024$ ;  $p=.013$ ) can predict skill in MPS ( $R^2=.130$ ;  $p<.001$ ); (2) EI has yielded a significant moderation effect ( $p=.039$ ) and (3) the Johnson-Neyman approximation technique has placed the cut-off point for the significance of this interaction below 108 points in EI (CI). In conclusion, the data show that, in students with a medium-low level of EI, HMT can predict MPS ability. This is of particular relevance for the educational field, since it allows us to conclude that it is possible to improve MPS ability by increasing HMT in students with a medium-low level of EI.

Keywords: music training; emotional intelligence; athematical problem solving; elementary school

## Introducción

En las últimas décadas ha aumentado mucho el interés por el estudio de los beneficios cerebrales y cognitivos del entrenamiento musical, tanto en sujetos sanos, como en población clínica con la música como recurso neurorehabilitador (Moreno, 2009). En este sentido, variedad de estudios han demostrado que el entrenamiento musical repercute de manera positiva en el neurodesarrollo infantil (Manzano y Ullén, 2018), en el funcionamiento cognitivo (Swaminathan y Schellenberg, 2018), en aspectos socio-emocionales (Schellenberg et al., 2015), en la mejora del deterioro cognitivo propio del envejecimiento (Groussard et al., 2020) y en las habilidades académicas de los estudiantes (Southgate y Roscigno, 2009).

En el ámbito de la neuroeducación, el rendimiento escolar y las habilidades académicas son dos de los aspectos más estudiados (Allee-Herndon y Roberts, 2018). Dentro de estas últimas, las lingüísticas y las matemáticas son consideradas habilidades básicas, debido a que constituyen la base sobre la que se construyen el resto de aprendizajes escolares (Ramírez-Benítez, 2014; Ribner et al., 2017). En relación con las habilidades académicas, diversos estudios señalan que el entrenamiento musical puede beneficiar su adquisición, ya que puede potenciar el desarrollo de distintas funciones cognitivas y no cognitivas que subyacen al aprendizaje, repercutiendo sobre el rendimiento escolar (Yang, 2015). A pesar de ello, las evidencias científicas arrojan resultados contradictorios por lo que es necesario continuar investigando para favorecer el establecimiento de resultados concluyentes (Román-Caballero et al., 2022). Conocer los factores que subyacen e interactúan en el desarrollo evolutivo y académico de los estudiantes puede resultar clave para promover la creación

de entornos neuroeducativos que potencien el desarrollo académico integral de todos los estudiantes. De este modo, y partiendo del potencial que la neurociencia le atribuye a la música, resulta esencial determinar los factores y condiciones que generan interacciones positivas entre el entrenamiento musical y las distintas habilidades académicas.

## Marco teórico

El entrenamiento musical, entendido aquí como la educación musical formal centrada en el aprendizaje instrumental, es una compleja actividad que involucra la activación de múltiples estructuras cerebrales (Román-Caballero et al., 2022), las cuales participan en diversas funciones cognitivas (Hou et al., 2015). Al tratarse de una actividad que implica la integración de información multimodal (Criscuolo et al., 2021), promueve adaptaciones neuroplásticas en el sistema nervioso, que, a su vez, mejoran diversas funciones sensorio-motrices y cognitivas (Altenmüller y Furuya, 2017). Según Álvaro-Mora y Serrano-Rosa (2019), el entrenamiento musical favorece un mejor desarrollo de las habilidades académicas y un mayor rendimiento escolar al modular la neuroplasticidad y procesos como la atención, la memoria o las funciones ejecutivas.

Dentro de las habilidades académicas, las matemáticas resultan indispensables debido a su papel nuclear a lo largo de las distintas etapas educativas (Ritchie y Bates, 2013) y durante la Educación Primaria (6-12 años), destacan la habilidad de cálculo y la de resolución de problemas, con la diferencia de que la segunda implica una mayor complejidad al integrar más procesos neuropsicológicos (Gastañaduy et al., 2021). Las habilidades matemáticas desempeñan un rol fundamental en el desarrollo académico y en la integración social de las personas (Rodríguez et al., 2021), pero es uno de los dominios más complejos para los estudiantes (García et al., 2007). Por ello, resulta esencial determinar los factores y procesos que inciden en el desarrollo de las distintas habilidades matemáticas. En este sentido, distintos estudios han mostrado resultados positivos en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas (Bergman et al., 2014; Cogo-Moreira et al., 2013). No obstante, existen resultados contradictorios que impiden establecer evidencias concluyentes (Dumont et al., 2017; Schellenberg, 2020), debido a la complejidad de estudiar los diversos procesos neuropsicológicos involucrados en cada habilidad matemática (Hallam, 2010). Por tanto, es necesario conocer y controlar los distintos factores que pueden estar incidiendo o moderando dichas interacciones (Swaminathan et al., 2017).

Junto con ello, distintos estudios señalan que la Inteligencia Emocional (IE), entendida como la habilidad emocional, social y personal para afrontar las exigencias ambientales (Bar-On y Parker, 2018), se relaciona con un mayor rendimiento matemático (Agnoli et al., 2012; Hanin y Van Nieuwenhoven, 2016). Respecto al entrenamiento musical, Bergman et al. (2014) observaron que las horas semanales de entrenamiento musical (HEM) se relacionan con un mejor rendimiento en distintas funciones cognitivas relevantes para el rendimiento matemático. Partiendo de este contexto, el presente estudio buscaba analizar el efecto moderador de la IE en la relación entre las HEM y la habilidad de resolución de

problemas matemáticos (RPM) en niños de entre 8-12 años de edad. La hipótesis planteada esperaba encontrar que el nivel de IE moderara significativamente en la interacción de las HEM sobre la habilidad de RPM.

## Metodología

### Muestra

Se ha estudiado una muestra de 144 niños de entre 8-12 años ( $\bar{x}=9.53$ ;  $DT=1.15$ ) de distintas escuelas (públicas y concertadas) del País Vasco (76 niñas). Con el objetivo de intentar homogeneizar las características de los centros, se fijaron los siguientes criterios de inclusión respecto a la población de origen con datos aportados por el EUSTAT (2016): renta familiar igual o superior a la media del País Vasco y nivel de estudios superiores igual o superior a la media del País Vasco. Para los participantes, se establecieron los siguientes criterios de inclusión: presentar el consentimiento firmado, no tener ningún trastorno mental según el DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), tener un nivel socioeconómico entre medio y alto, haber nacido en España y que al menos uno de los progenitores sea español.

### Variables e instrumentos de medida

- IE: BarOn. Inventario de Inteligencia Emocional: versión para jóvenes (7-18)
- RPM: BADyG (E1, E2, E3). Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales.
- HEM: suma de horas semanales dedicadas a las clases musicales y al estudio en el hogar (registrado a través de un cuestionario respondido por la familia).

### Procedimiento

Tras la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Internacional de La Rioja con código PI: 015/20, se presentó el estudio a las 58 escuelas que cumplían con los criterios de inclusión establecidos. Después de que los centros aceptasen participar y de que las familias interesadas firmasen el consentimiento informado, estas últimas respondieron a un cuestionario para recoger datos sobre el nivel socioeconómico, la lengua materna, los posibles trastornos del hijo/a y el entrenamiento musical del hijo/a. A continuación, se aplicó el cuestionario BarOn de forma online a través de la plataforma Tea-Corrige. En el caso de la prueba BADyG, 84 sujetos la realizaron presencialmente, pero, debido a la COVID-19, el resto la llevó a cabo de forma online a través de la plataforma Gestor-Badyg.

### Análisis

Tras calcular los datos descriptivos de las variables se han realizado análisis de moderación simple (modelo 1) con la macro de PROCESS (versión 4.1), con un intervalo de confianza del 95% y aplicando la técnica de aproximación de Johnson-Neyman, para conocer a partir de qué valor y en qué valores concretos la variable moderadora (IE) es significativa en la

interacción de la variable independiente (HEM) sobre la dependiente (RPM). Todos estos análisis se han realizado con el software SPSS v.25 (IBM Corp, 2017) e interpretando los datos con un nivel de significación de  $p \leq .05$

## Resultados

Los resultados descriptivos han mostrado un promedio dentro del valor medio esperado, tanto en RPM (percentil 63.96) como en la IE (CI 99.83). En el caso de las HEM, la media se sitúa en 2.51 horas. Respecto a los análisis de regresión simple, en la Tabla 1 puede observarse que la variable independiente (HEM) ( $\beta = 14.024$ ;  $p = .013$ ) y la variable moderadora (IE) ( $\beta = .444$ ;  $p = .016$ ) ambas pueden predecir la habilidad de RPM ( $R^2 = .130$ ;  $p < .001$ ), siendo las HEM las que más aportan al modelo de regresión. La interacción moderadora de la IE también es significativa ( $\beta = -.114$ ;  $p = .039$ ), mientras que la covariable de la edad no contribuye de forma significativa al modelo ( $\beta = -.114$ ;  $p = .039$ ).

**Tabla 1.** Análisis de regresión lineal sobre la RPM

Predictores	$\beta$	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	$R^2$	<i>F</i>	$d_f$	<i>p</i>
HEM	14. 02 4	5.542	2.5 30	.01 3				
IE	.44 4	.182	2.4 39	.01 6				
Interacción	- .11 4	.054	- 2.0 88	.03 9	.130	5. 1 9 3	4 .0 0 0	<.0 01
Edad (meses)	.13 7	.128	1.0 71	.28 6				

Nota: n=144; RPM=resolución de problemas matemáticos; HEM= horas semanales de entrenamiento musical; IE=Inteligencia Emocional

Atendiendo a la técnica de aproximación de Johnson-Neyman, en participantes con los niveles de IE bajos y medios (CI<108.35) se da lugar una predicción significativa de las HEM sobre la RPM (cuantas más HEM, más puntuación en RPM), pero no así en el caso de los niveles altos de la IE (CI≥108.35) (véase Tabla 2).

**Tabla 2.** Técnica Johnson-Neyman de las HEM sobre la RPM con la moderación de la IE

IE	Efecto	SE	t	p
57.00	7.557	2.525	2.994	.0033
60.95	7.109	2.323	3.060	.0027
64.90	6.661	2.124	3.136	.0021
68.85	6.213	1.929	3.221	.0016
72.80	5.765	1.738	3.316	.0012
76.75	5.317	1.554	3.422	.0008
80.70	4.869	1.378	3.533	.0006
84.65	4.420	1.215	3.639	.0004
88.60	3.972	1.070	3.713	.0003
92.55	3.524	.952	3.704	.0003
96.50	3.076	.871	3.532	.0006
100.45	2.628	.839	3.132	.0021
104.40	2.180	.861	2.532	.0125
107.63	1.813	.9168	1.977	.0500
108.35	1.732	.933	1.855	.0657

Nota: n=144; HEM= horas semanales de entrenamiento musical; RPM=resolución de problemas matemáticos; IE=Inteligencia Emocional

## Conclusiones

Estos resultados reflejan que los niveles medios y bajos de la IE moderan de forma significativa la interacción entre las HEM y la habilidad de RPM. Por lo tanto, en aquellos estudiantes con un nivel de IE bajo y medio, las HEM pueden predecir el rendimiento en la habilidad de RPM, pero no así en el caso de aquellos estudiantes con un nivel de IE alto. La RPM implica una alta complejidad cognitiva y la IE parece desempeñar un relevante papel en su desarrollo, ya que favorece un afrontamiento eficaz del estrés que el aprendizaje matemático podría generar en los estudiantes (Agnoli et al., 2012). Respecto al entrenamiento musical, Bergman et al. (2014) observaron que las horas dedicadas semanalmente se relacionan con un mejor rendimiento en la memoria de trabajo, la cual resulta clave en la RPM (Peng et al., 2016). En este sentido, diversos autores señalan que el entrenamiento musical mejora el razonamiento espacio-temporal, el abstracto y el lógico, mejorando, a su vez, el rendimiento en las habilidades matemáticas (Holmes y Hallam, 2017). A partir de estos resultados, y desde una perspectiva neuroeducativa, el estudio subraya la posibilidad de potenciar el desarrollo de la habilidad de RPM aumentando el número de HEM en aquellos estudiantes con niveles de IE medios y bajos.

## Referencias bibliográficas

- Agnoli, S., Mancini, G., Pozzoli, T., Baldaro, B., Russo, P. M. y Surcinelli, P. (2012). The interaction between emotional intelligence and cognitive ability in predicting scholastic performance in school-aged children. *Personality and Individual Differences*, 53(5), 660–665. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.05.020>
- Allee-Herndon, K. y Roberts, S. K. (2018). Neuroeducation and Early Elementary Teaching: Retrospective Innovation for Promoting Growth with Students Living in Poverty. *International Journal of the Whole Child*, 3(2), 134–136.
- Altenmüller, E. y Furuya, S. (2017). Brain plasticity and the concept of metaplasticity in skilled musicians. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 957, 197–208. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47313-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47313-0_11)
- Álvaro-Mora, C. y Serrano-Rosa, M. Á. (2019). Influence of musical training on academic performance: A bibliographical review. *Anuario de Psicología*, 49(1), 18–31. <https://doi.org/10.1344/anpsic2019.49.3>
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders -5th edition APA, 2013. Editorial Médica Panamericana.
- Bar-On, R. y Parker, J. D. A. (2018). Inventario de Inteligencia Emocional de BarOn: versión para jóvenes (7-18 años). TEA Ediciones.
- Bergman, S., Darki, F. y Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(926), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00926>
- Cogo-Moreira, H., de Ávila, C. R. B., Ploubidis, G. B. y Mari, J. D. J. (2013). Effectiveness of Music Education for the Improvement of Reading Skills and Academic Achievement in Young Poor Readers: A Pragmatic Cluster-Randomized, Controlled Clinical Trial. *PLoS ONE*, 8(3), e59984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059984>
- Corrigall, K. A., Schellenberg, E. G. y Misura, N. M. (2013). Music Training, Cognition, and Personality. *Frontiers in Psychology*, 4(222), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00222>
- Criscuolo, A., Pando-naude, V., Bonetti, L., Vuust, P. y Brattico, E. (2021). Rediscovering the musician's brain: a systematic review and meta-analysis. *BioRxiv*, 12, 1–56. <https://doi.org/10.1101/2021.03.12.434473>
- Dumont, E., Syurina, E. V., Feron, F. J. M. y van Hooren, S. (2017). Music interventions and child development: A critical review and further directions. *Frontiers in Psychology*, 8(1694), 1-20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01694>
- EUSTAT. (2016). Información estadística clasificada. Administración de la CAV.
- García, M. I. B., Tello, F. P. H., Abad, E. V. y Moscoso, S. C. (2007). Actitudes, hábitos de estudio y rendimiento en Matemáticas: Diferencias por género. *Psicothema*, 19(3), 413–421.
- Gastañaduy, C. C., Avila, N. C., Minchola, S. A., Mendoza, C., Salazar, T. M., Palacios, L. V. y Rivas, D. V. (2021). A method based on neuroscience for teaching mathematics in a primary School. *Psychology and Education*, 58(5), 1646–1652.
- Groussard, M., Coppalle, R., Hinault, T. y Platel, H. (2020). Do Musicians Have Better Mnemonic and Executive Performance Than Actors? Influence of Regular Musical or Theater Practice

- in Adults and in the Elderly. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14(557642), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.557642>
- Hallam, S. (2010). The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people. *International Journal of Music Education*, 28(3), 269–289. <https://doi.org/10.1177/0255761410370658>
- Hanin, V. y Van Nieuwenhoven, C. (2016). The influence of motivational and emotional factors in mathematical learning in secondary education. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 66(3), 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2016.04.006>
- Holmes, S. y Hallam, S. (2017). The impact of participation in music on learning mathematics. *London Review of Education*, 15(3), 425–438. <https://doi.org/10.18546/lre.15.3.07>
- Hou, J., Chen, C. y Dong, Q. (2015). Resting-state functional connectivity and pitch identification ability in non-musicians. *Frontiers in Neuroscience*, 9(7), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00007>
- IBM, C. (2017). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. IBM Corp.
- Manzano, Ö. y Ullén, F. (2018). Same Genes, different brains: Neuroanatomical differences between monozygotic twins discordant for musical training. *Cerebral Cortex*, 28(1), 387–394. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx299>
- Moreno, S. (2009). Can music influence language and cognition? *Contemporary Music Review*, 28(3), 329–345. <https://doi.org/10.1080/07494460903404410>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M. y Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Ramírez-Benítez, Y. (2014). Predtores neuropsicológicos de las habilidades académicas. *Cuadernos de Neuropsicología*, 8(2), 155–170. <https://doi.org/DOI: 10.7714/cnps/8.2.202>
- Ribner, A. D., Willoughby, M. T., Blair, C. B. y Investigators, T. F. L. P. K. (2017). Executive Function Buffers the Association between Early Math and Later Academic Skills. *Frontiers in Psychology*, 8(869), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00869>
- Ritchie, S. J. y Bates, T. C. (2013). Enduring Links From Childhood Mathematics and Reading Achievement to Adult Socioeconomic Status. *Psychological Science*, 24(7), 1301–1308. <https://doi.org/10.1177/0956797612466268>
- Rodríguez, C., Jiménez, J. E., de León, S. C. y Marco, I. (2021). Multimedia battery for assessment of cognitive and basic skills in mathematics (BM-PROMA). *Journal of Visualized Experiments*, 2021(174), 0–29. <https://doi.org/10.3791/62288>
- Román-Caballero, R., Vadillo, M. A., Trainor, L. J. y Lupiáñez, J. (2022). Please don't stop the music: A meta-analysis of the cognitive and academic benefits of instrumental musical training in childhood and adolescence. *Educational Research Review*, 35(100436), 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100436>
- Schellenberg, E. G. (2020). Correlation = causation? Music training, psychology, and neuroscience. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 14(4), 475–480. <https://doi.org/10.1037/aca0000263>

- Schellenberg, E. G., Corrigall, K. A., Dys, S. P. y Malti, T. (2015). Group music training and children's prosocial skills. *PLoS ONE*, 10(10), e0141449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141449>
- Southgate, D. E. y Roscigno, V. J. (2009). The Impact of Music on Childhood and Adolescent Achievement. *Social Science Quarterly*, 90(1), 1–21. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2009.00598.x>
- Swaminathan, S. y Schellenberg, E. G. (2018). Musical Competence is Predicted by Music Training, Cognitive Abilities, and Personality. *Scientific Reports*, 6(43), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27571-2>
- Swaminathan, S., Schellenberg, E. G. y Khalil, S. (2017). Revisiting the association between music lessons and intelligence: Training effects or music aptitude? *Intelligence*, 62, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.03.005>
- Yang, P. (2015). The impact of music on educational attainment. *Journal of Cultural Economics*. <https://doi.org/10.1007/s10824-015-9240-y>.