



## Fazer matemática com música – avaliação de atitudes

### Doing math with music - attitudes assessment

**Ana Cristina Azevedo da Silva**

Agrupamento de Escolas de Celorico de Basto  
acas27@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-1947-3153>

**J. Bernardino Lopes**

UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real  
CIDTFF - Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Aveiro  
blopes@utad.pt  
<https://orcid.org/0000-0001-9961-1538>

**Cecília Costa**

UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real  
CIDTFF - Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores  
mcosta@utad.pt  
<https://orcid.org/0000-0002-9962-562X>

#### Resumo:

A atitude face à matemática parte de respostas emocionais, crenças e comportamentos em relação à matemática. O objetivo deste estudo é perceber o impacto, ao nível das atitudes face à matemática, quando em contexto educativo são feitas intervenções onde se faz matemática com música. Foram aplicados dois questionários. Os resultados sugerem que os alunos pertencentes ao grupo experimental tiveram um incremento positivo no que se refere às atitudes face à matemática (e também na música) comparativamente com o conjunto de alunos pertencentes ao grupo de controlo. Os resultados também sugerem diferenças se tivermos em conta o género.

**Palavras-chave:** Atitudes; Matemática; Música; Artefactos.

#### Abstract:

The attitude towards mathematics starts from emotional responses, beliefs and behaviors in relation to mathematics. The objective of this study is to understand the impact, in terms of attitudes towards mathematics, when in educational context interventions are made where mathematics is done with music. Two questionnaires were applied. The results suggest that the students belonging to the experimental group had a positive increase with regard to attitudes towards mathematics (and also in music) compared to the group of students belonging to the control group. The results also suggest differences if we take gender into account.

**Keywords:** Attitudes; Mathematics; Music; Artifacts.



### Resumen:

La actitud hacia las matemáticas parte de respuestas emocionales, creencias y comportamientos en relación con las matemáticas. El objetivo de este estudio es comprender el impacto, en términos de actitudes hacia las matemáticas, cuando en un contexto educativo se realizan intervenciones donde las matemáticas se hacen con música. Se aplicaron dos cuestionarios. Los resultados sugieren que los estudiantes pertenecientes al grupo experimental tuvieron un incremento positivo en las actitudes hacia las matemáticas (y también hacia la música) en comparación con el grupo de estudiantes del grupo control. Los resultados también sugieren diferencias si tenemos en cuenta el género.

**Palabras clave:** Actitudes; Matemáticas; Música; Artefactos.

## Introdução

Embora a matemática desempenhe um papel predominante na nossa vida diária, recentes avaliações internacionais em grande escala (PISA, TIMSS) demonstram que os alunos não têm desempenhos nos níveis esperados em matemática (Primi et al., 2020). As crenças e expectativas dos alunos em relação à dificuldade das tarefas matemáticas estão relacionadas com o seu desempenho em matemática, ou seja, as atitudes em relação à matemática podem ser extremamente importantes para o sucesso na matemática (Lipnevich, Preckel & Krumm, 2016). As meninas tendem a ter atitudes matemáticas mais negativas, incluindo estereótipos de género, ansiedades e autoconceitos, do que os meninos. Essas atitudes têm um papel crítico no desempenho em matemática (Gunderson et al., 2012).

As atitudes matemáticas contribuem para o desempenho dos alunos em matemática, para além da personalidade e capacidade cognitiva. O facto de atitudes serem muito mais maleáveis do que características gerais de personalidade e a capacidade cognitiva tornam as descobertas particularmente importantes no contexto do desenvolvimento de intervenções (Lipnevich, Preckel & Krumm, 2016). Na literatura existem resultados contraditórios no que se refere à relação entre a atitude face à matemática e o desempenho escolar em matemática. Há meio século atrás, Neale considerava que a relação era causal. “Implícito (...) é a crença de que algo chamado “atitude” desempenha um papel crucial na aprendizagem matemática. (...) acredita-se que a atitude positiva em relação à matemática desempenha um papel importante em fazer com que os alunos aprendam matemática” (Neale, 1969). Em contraponto, outros autores consideram que a correlação entre atitude e desempenho não é estatisticamente significativa (Ma & Kishor, 1997). A verdade é que o domínio afetivo adquiriu protagonismo sustentado na hipótese de que as atitudes, as crenças e as emoções influenciam quer o sucesso, quer o baixo rendimento e fracasso na aprendizagem da matemática (González-Pienda et al., 2007).

## Contextualização teórica

A interligação entre a matemática e a música é tão profunda e já se faz sentir desde as primeiras civilizações. A relação entre estes saberes só foi evidenciada de forma científica,



pela primeira vez, com Pitágoras (séc. VI a.C.). Pitágoras criou um artefacto, o monocórdio e estabeleceu relações entre o comprimento da corda estendida e o som emitido quando tocada. Associou razões de números inteiros com intervalos musicais consonantes, a partir da fração  $2/3$  (intervalo de quinta), acabando por mais tarde estabelecer uma escala de sons, definindo as doze notas musicais (sete naturais e as cinco acidentais) (Mazzola, Mannone, & Pang, 2016). Assim, os pitagóricos relacionavam intervalos musicais e o conceito de frações. Dois mil anos após Pitágoras surgem grandes matemáticos e músicos: Marin Mersenne, Descartes, Fermat e Napier. Todos contribuíram intensamente para o entendimento musical, mas foi Mersenne quem deixou um valioso legado na sua obra “Harmonie Universelle” datada de 1637.

Vários estudos referem os benefícios da música na aprendizagem matemática dos alunos. De acordo com Hodges (2005), a música permite-nos conhecer, descobrir, experimentar e compartilhar. Permite ainda expressar aspetos da condição humana como sentimentos, beleza, pensamentos, podendo muitas vezes ser um fator de equilíbrio. Tal como qualquer outra área de conhecimento, é necessário aprender a usar a sua linguagem, pensar de modo lógico e usar mesmo símbolos matemáticos, à medida que nos vamos envolvendo na música.

Hallam e Price (1998) apresentam uma investigação que avalia os efeitos benéficos da música no comportamento e aprendizagem dos alunos. An, Kulm e Ma (2008) dão-nos a conhecer uma investigação onde se faz a articulação da música com a matemática (estatística), de modo a promover atitudes positivas em relação à matemática e desmistificar várias crenças que vivem paralelamente com esta ciência. Viladot et al. (2018) dão a conhecer um projeto de escala europeia, onde são explorados contextos em mudança na Catalunha e Inglaterra em relação à abordagem integrada para o ensino de música e matemática.

Chao-Fernández, Román-García e Chao-Fernández (2018), tendo em conta a relação próxima entre a música e matemática, desenvolveram um estudo com alunos da escola primária (em Espanha). Quiseram verificar se, o facto de os alunos terem formação musical, beneficiava a aprendizagem da matemática. Os resultados obtidos permitiram concluir que o treino musical tinha influência positiva no desempenho académico dos alunos na disciplina de matemática. Concluíram ainda que as crianças que têm formação musical desenvolvem melhores atitudes face à matemática e têm melhor desempenho no campo da resolução de problemas. Estes resultados são evidenciados ao nível do pensamento lógico-matemático, bem como no conhecimento de números, do espaço, da geometria e da medida. Os resultados vão ao encontro de outras investigações, como por exemplo Gardiner, Fox, Knowles e Jeffrey (1996), Graziano, Peterson e Shaw (1999). Segundo Edelson e Johnson (2003), os professores podem usar música para melhorar o prazer e a compreensão das crianças de conceitos e habilidades matemáticas difíceis.

Sabe-se que o uso de artefactos pelos professores de Matemática nas suas práticas de ensino em sala de aula pode desempenhar um papel importante na qualidade do ensino. Embora os professores os utilizem, não aproveitam ao máximo o seu uso, mesmo que eles saibam trabalhar com esses artefactos com facilidade (Lopes, 2019).

Turkka, Haatainen e Aksela (2017) referem, dos exemplos que analisaram, que a integração de arte na sala de aula não inclui a expressão de emoções frequentemente associadas à



arte. Acrescentam que a formação de professores deveria fornecer atividades que permitissem a avaliação crítica e reflexão sobre as emoções dos alunos e professores. A integração da arte deveria abordar o papel das emoções de forma mais explícita ao invés de esperar que isso aconteça naturalmente.

As investigações que privilegiam o potencial de música com a finalidade de ensinar matemática continuam a surgir. Por exemplo, Quinn et al. (2019), dedicaram-se ao estudo das transformações de funções trigonométricas, no ensino secundário. Wilhelmi e Montiel (2019, Junho) estendem este tipo de experiência a futuros professores, durante a sua formação inicial. Já Mannone (2019, Junho) refere da importância deste tipo de abordagem, destacando o prazer estético, que se pode obter das ciências abstratas, pode ajudar os alunos a encontrar motivação para enfrentar dificuldades que possam surgir durante o estudo.

## Metodologia

É objetivo desta prática educativa verificar o impacto que intervenções em contexto educativo, onde se faz matemática com música, têm nas atitudes dos alunos, ou seja, verificar se essas intervenções têm como consequência um incremento positivo nas atitudes dos alunos face à matemática (e também na música), como se esquematiza na figura 1.

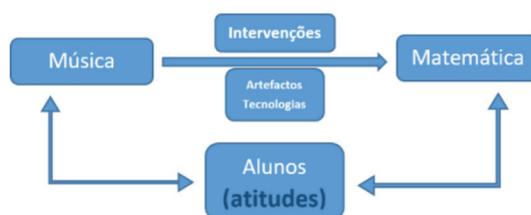


Figura 1- Esquema geral da prática educativa.

As intervenções em sala de aula seguem o esquema da figura 2. Foram criados artefactos, com objetivos bem definidos. Numa primeira etapa, os artefactos são usados de forma a permitir que o aluno consiga identificar o objeto matemático (Obj.Mat) na música. Numa segunda etapa, o artefacto deve permitir a aprendizagem matemática (Ap.Mat), partindo do objeto matemático anteriormente identificado, através de uma abordagem científica, com recurso à razão e conhecimento lógico.



Figura 2 - Esquema que operacionaliza a forma de fazer matemática com música.



Na abordagem escolhida, são criadas condições para: (i) os alunos fazerem matemática, tendo como objeto a música; (ii) criar condições para que a matemática seja apreciada, assim como a música. Os artefactos construídos (e conjugados com outros já existentes) abarcam as áreas da matemática: números e operações e álgebra e funções. Para isso, metodologicamente foi usado o Design Science Research. Para ver o impacto nas atitudes dos alunos, foi utilizada a metodologia quase-experimental, com grupo experimental (duas turmas) e grupo de controlo (uma turma). Esses grupos são turmas a frequentar o 7.º ano de escolaridade. Em dois dos grupos – grupos experimentais (G.Exp.1 e G.Exp.2) – foram efetuadas intervenções no âmbito da abordagem referida: fazer matemática com música, utilizando artefactos devidamente articulados entre si. As turmas do grupo experimental têm características diferentes: G.Exp.2 é uma turma de ensino articulado com a educação musical; G.Exp.1 é uma turma que segue o currículo nacional normal. O grupo de controlo (G.Co) seguiu metodologias usuais de ensino. A caracterização das turmas, quanto ao género, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1- Caracterização dos grupos-turma, quanto ao género.

	G.Exp1	G.Exp.2	G.Co
Meninas	8	11	7
Meninos	11	9	12
Total	19	20	19

### Recolha de dados: questionários

Foram aplicados no início do ano letivo e posteriormente no final, após as várias intervenções, dois questionários. A sua construção teve por base questionários já validados previamente (Lara, A., 2010; Shaw et al., 1976), onde se pretendeu avaliar “Atitudes face à matemática” e “Atitudes face à música” nos dois grupos de alunos: grupo experimental e grupo de controlo.

Os questionários eram compostos por 35 questões sobre atitudes face à matemática e 44 questões sobre atitudes face à música. A Escala de Likert dos questionários utilizada foi a seguinte: “Discordo Totalmente”; “Discordo”; “Concordo” e “Concordo Totalmente”.

### Relato da prática profissional – plano de intervenções

As intervenções ocorreram ao longo de um ano letivo, nas duas turmas que compõem o grupo experimental. A primeira intervenção “As pombinhas da Catrina” e “Melodia das dízimas” abordou a área dos números e operações: números racionais; dízimas; classificação de dízimas; período; comprimento do período; classificação de dízimas infinitas e números irracionais. A segunda intervenção “Transformando uma música” abordou a área das funções: correspondências; definição de função; domínio e contradomínio de uma função; objetos e imagens. A terceira intervenção “Completando a partitura de uma música” e “Resolvendo equações” abordou a área das equações: noção de equação; solução de uma equação; resolução de equações lineares.



Lembrando o esquema da figura 2, cada intervenção parte sempre da música. É nela que se dá a identificação do objeto matemático pretendido. Os artefactos utilizados devem permitir transformar música fruída em objeto matemático. De um modo geral são usados, em simultâneo, dois artefactos: um artefacto-musical (ArtefM) e um artefacto-tarefa1 (ArtefT1). Numa segunda fase, é utilizado outro artefacto educativo de modo a que o objeto matemático identificado na música permita construir conhecimento matemático. Este artefacto, artefacto-tarefa2 (ArtefT2) está no seguimento do contexto criado pelos artefactos anteriores.

De modo a articular os artefactos anteriormente descritos (ArtefM, ArtefT1 e ArtefT2), será feito um acompanhamento através de um Roteiro/Guia Exploratório (RO) – somando-se assim um quarto artefacto.

### Conhecendo uma intervenção em detalhe

Será agora apresentada, em detalhe, a terceira intervenção que aborda a tema das equações: noção de equação; solução de uma equação; resolução de equações lineares. Foram utilizados quatro artefactos (tabela 2).

O Roteiro é composto por três partes: antes da aula, durante a aula e após-aula. O antes da aula inclui: público-alvo; duração; conteúdos e material necessário. Um dos materiais necessários é o ArtefM, que já deve vir instalado no telemóvel ou tablet. O durante a aula inclui os cinco passos necessários na intervenção em sala de aula. O após-aula inclui as análises a realizar ao trabalho desenvolvido.

Tabela 2 – Artefactos de uma intervenção.

Artefactos	ArtefM	ArtefT1	ArtefT2	RO
Intervenção n.º3	Piano digital (aplicação móvel)	Artefacto-Tarefa “Completando a partitura de uma música”	Artefacto-Tarefa “Resolvendo Equações”	Roteiro n.º 3

Focando esta intervenção no durante a aula, o primeiro passo é apresentar aos alunos de um modo holístico a intervenção que se pretende fazer, os objetivos da mesma e o modo como irá funcionar. Posteriormente, num segundo passo, é distribuído o ArtefT1, deixando os alunos explorarem os desafios com a aplicação no seu telemóvel (ArtefM). Se os alunos não conhecerem bem a melodia das músicas apresentadas, pode-se fazer uso do áudio das mesmas (que se constituem como novos artefactos), orientando os alunos, caso demonstrem dificuldades. O terceiro passo consiste na interação com os alunos, refletindo sobre os desafios propostos, explorando o conceito de equação, de um modo holístico – identificação do objeto matemático. Segue-se a apresentação do ArtefT2, onde se define equação matemática, incógnita e solução de uma equação. No quarto passo, são apresentados aos alunos os desafios matemáticos presentes em ArtefT2. No final faz-se uma síntese/conclusão com os alunos, recordando como o objeto matemático foi identificado na música, bem como as aprendizagens matemáticas conseguidas posteriormente. Termina-se, convidando os



alunos a tocarem as músicas propostas nos desafios iniciais. Importante referir que não é condição necessária os alunos saberem ler música. O ArteT1 inclui uma estratégia que soluciona essa lacuna musical que os alunos possam ter. O mesmo se pode afirmar em relação ao professor de matemática.

## Resultados

Foram aplicados os dois questionários aos dois grupos: experimental e controlo. Nas questões formuladas pela negativa, as respostas foram invertidas, de modo a proceder ao cálculo das médias das respostas dos alunos, por pergunta. A Escala de Likert dos questionários foi a seguinte: “Discordo Totalmente” = 0; “Discordo” = 1; “Concordo” = 2 e “Concordo Totalmente” = 3.

A figura 3 apresenta os resultados obtidos nas três turmas, no que diz respeito às atitudes face à matemática: as duas turmas do grupo experimental (G.Exp.1 e G.Exp.2) e a turma do grupo de controlo (G.Co). Os resultados reportados têm origem no pré-teste (antes da intervenção) e no pós-teste (depois da intervenção), sendo apresentados, por questão, as médias obtidas em cada grupo/turma.

De modo análogo, a figura 4 apresenta os resultados obtidos nas três turmas, no que diz respeito às atitudes face à música.

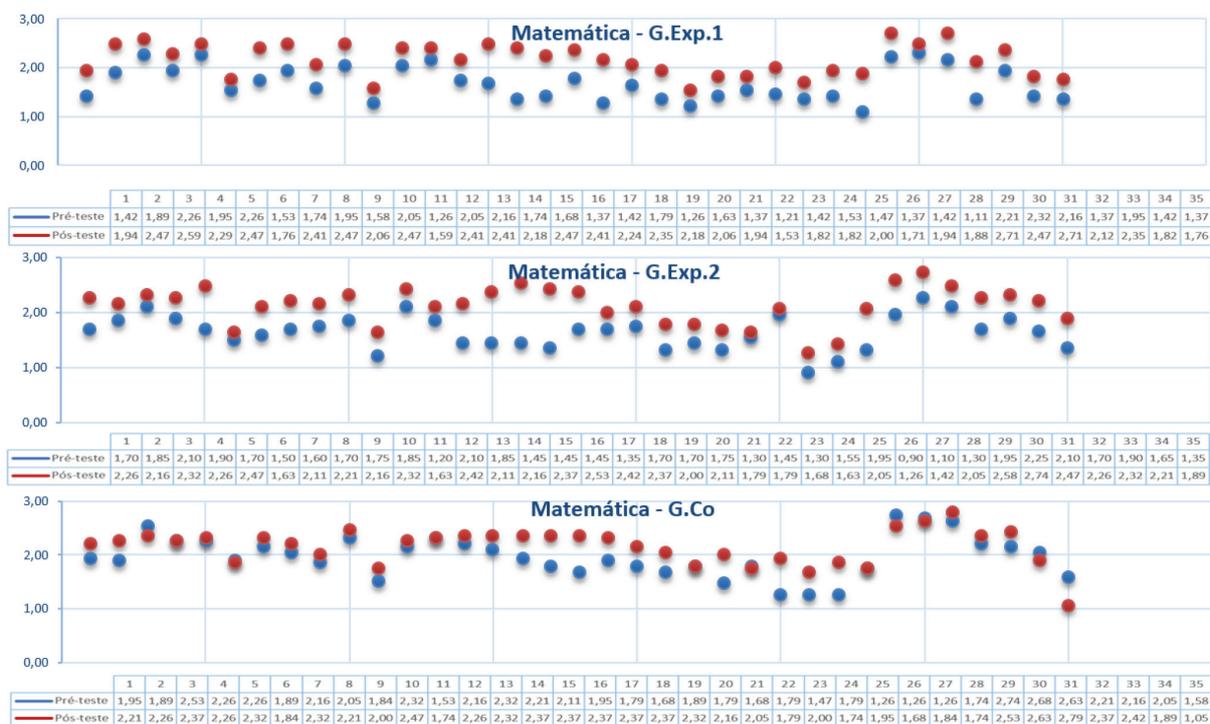


Figura 3 - Médias, por questão – atitudes face à matemática.

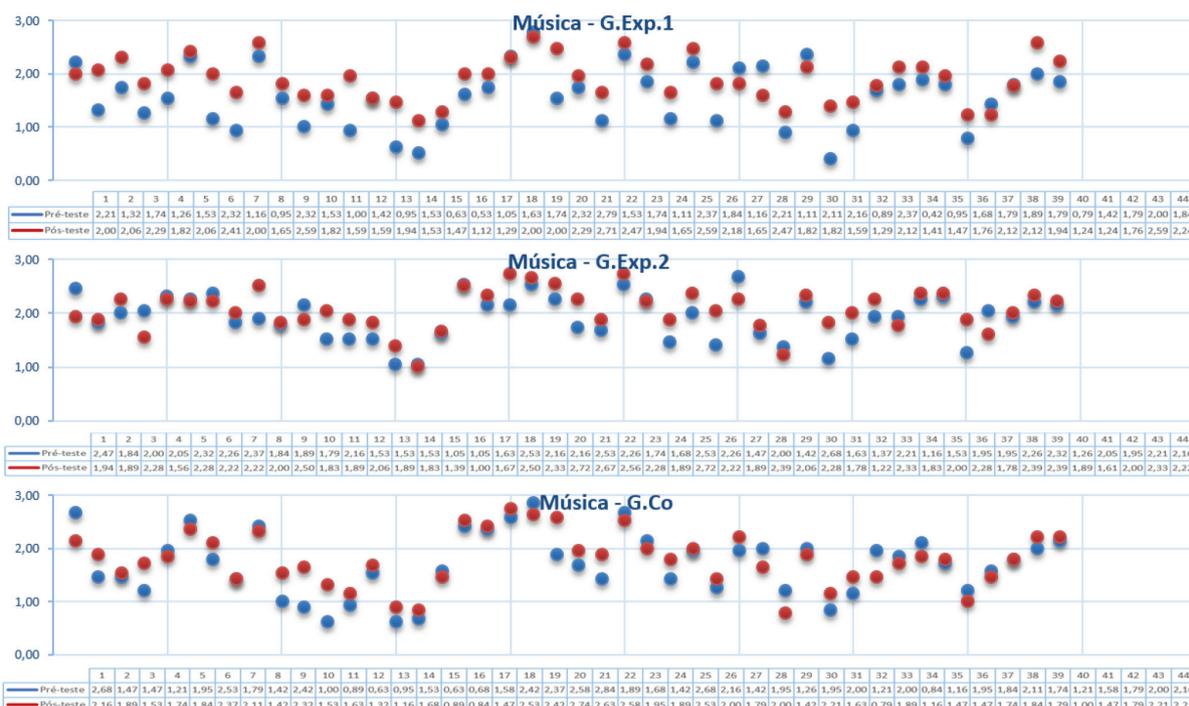


Figura 4 - Médias, por questão – atitudes face à música.

Na tabela 3 é apresentada a diferença entre a média das médias das questões do pós-teste e a média das médias das questões do pré-teste, nas três turmas, no que se refere às atitudes face à matemática e às atitudes face à música. Também são apresentados os resultados dessas diferenças, mas tendo em conta o género (tabelas 4 e 5).

Tabela 3 – Diferença entre a média do pós-teste e do pré-teste.

	G.Exp.1	G.Exp.2	G.Co
Atitudes Matemática	0,49	0,48	0,18
Atitudes Música	0,34	0,14	0,09

Analisando a tabela 3, as atitudes dos alunos face à matemática, destaca-se um incremento maior nas turmas G.Exp.1 (aumento médio de 0,49) e G.Exp.2 (aumento médio de 0,48) pertencentes ao grupo experimental se comparados com os resultados da turma G.Co – grupo de controlo (aumento médio de 0,18). No que diz respeito às atitudes face à música (tabela 4), as turmas G.Exp.1 (aumento médio de 0,34) e G.Exp.2 (aumento médio de 0,14) pertencentes ao grupo experimental também se destacam se comparados com os resultados da turma G.Co – grupo de controlo (aumento médio de 0,09).



Tabela 4 – Atitudes face à matemática, tendo em conta o género.

		Média Pré	Média Pós	Diferença entre as médias
<b>G.Exp.1</b>	Turma	1,68	2,17	0,49
	Meninos	1,32	1,90	0,59
	Meninas	2,17	2,46	0,29
<b>G.Exp.2</b>	Turma	1,64	2,12	0,48
	Meninos	1,32	1,90	0,59
	Meninas	1,97	2,21	0,23
<b>G.Co</b>	Turma	1,97	2,15	0,18
	Meninos	1,92	2,19	0,27
	Meninas	2,04	2,16	0,11

Em todas as turmas, os incrementos nas atitudes face à matemática tiveram uma expressão maior nos meninos, comparando com as meninas: G.Exp.1 (aumento médio de 0,59 nos meninos e aumento médio de 0,29 nas meninas) e G.Exp.2 (aumento médio de 0,59 nos meninos e aumento médio de 0,23 nas meninas) pertencentes ao grupo experimental. O mesmo ocorreu, embora com incremento menor, na turma G.Co – grupo de controlo (aumento médio de 0,27 nos meninos e aumento médio de 0,11 nas meninas).

Tabela 5 – Atitudes face à música, tendo em conta o género.

		Média Pré	Média Pós	Diferença entre as médias
<b>G.Exp.1</b>	Turma	1,56	1,90	0,34
	Meninos	1,41	1,68	0,27
	Meninas	1,78	2,15	0,37
<b>G.Exp.2</b>	Turma	1,93	2,07	0,14
	Meninos	1,72	1,81	0,09
	Meninas	2,08	2,24	0,16
<b>G.Co</b>	Turma	1,71	1,80	0,09
	Meninos	1,59	1,67	0,07
	Meninas	1,90	2,02	0,12

Já nos incrementos nas atitudes face à música tiveram uma expressão maior nas meninas, comparando com os meninos: G.Exp.1 (aumento médio de 0,27 nos meninos e aumento médio de 0,37 nas meninas) e G.Exp.2 (aumento médio de 0,09 nos meninos e aumento médio de 0,16 nas meninas) pertencentes ao grupo experimental. O mesmo, embora com incrementos menores, na turma G.Co – grupo de controlo (aumento médio de 0,07 nos meninos e aumento médio de 0,12 nas meninas). Comparando as duas turmas do grupo experimental, o incremento nas atitudes face à música foi maior na turma G.Exp.1 (aumento médio de 0,34), comparado com a turma G.Exp.2 (aumento médio de 0,14). Recorde-se que a turma G.Exp.1 segue um currículo nacional normal e a turma G.Exp.2 tem um currículo com ensino articulado com a educação musical.

## Discussão

Os resultados sugerem que as intervenções em contexto educativo, onde os alunos fazem matemática com música, promovem um maior incremento nas atitudes face à matemática



(e também na música) se comparados com os alunos que não foram submetidos as estas intervenções, tal como já foi verificado por outros autores (Chao-Fernández, Román-García e Chao-Fernández, 2018). Será interessante perceber se este incremento se irá traduzir num impacto na aprendizagem matemática, conforme referem vários autores (González-Pienda et al., 2007; Lipnevich, Preckel & Krumm, 2016; Neale, 1969) ou não, como referem outros autores (Ma & Kishor, 1997).

Dos resultados também se pode verificar que o incremento nas atitudes face à matemática é maior nos meninos se comparado com as meninas, o que vai ao encontro do defendido por Gunderson et al. (2012). Já no que diz respeito ao incremento nas atitudes face à música, este é maior nas meninas se comparado com os meninos, nas duas turmas do grupo experimental.

## Conclusões

Ter conhecimentos musicais não é condição necessária para um incremento nas atitudes face à matemática, uma vez que as duas turmas do grupo experimental, em que uma delas pertence ao ensino articulado com a educação musical, obtiveram resultados muito semelhantes. Por outro lado, o incremento nas atitudes face à música é superior na turma que não tem ensino articulado.

Assim, este estudo aponta para a possibilidade de um contexto educativo, em que os alunos fazem matemática com música, promover o desenvolvimento de atitudes positivas face à matemática quer os alunos tenham ou não conhecimentos musicais.

## Referências

- An, S. A., Kulm, G. O., & Ma, T. (2008). The effects of a music composition activity on Chinese students' attitudes and beliefs towards mathematics: An exploratory study. *Journal of Mathematics Education*, 1(1), 91-108.
- Chao-Fernández, R., Román-García, S., & Chao-Fernández, A. (2017, October). Art, Science and Magic: Music and Math the classroom. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (p. 77). ACM.
- Edelson, R. J., & Johnson, G. (2003). Music makes math meaningful. *Childhood Education*, 80(2), 65-70. DOI: 10.1080/00094056.2004.10521259
- Gardiner, M. F., Fox, A., Knowles, F., & Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training. *Nature*.
- González-Pienda, J. A., Núñez, J. C., da Silva, E. H., Rosário, P., Mourao, R., Soares, S., & Solano, P. (2007). Atitudes face à Matemática e rendimento escolar no sistema educativo espanhol. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática*, 151-160.
- Graziano, A. B., Peterson, M., & Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological research*, 21(2), 139-152.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). The role of parents and teachers in the development of gender-related math attitudes. *Sex roles*, 66(3-4), 153-166.



- 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(2), 88-91.
- Hodges, D. A. (2005). Why study music?. *International Journal of Music Education*, 23(2), 111-115.
- Lipnevich, A. A., Preckel, F., & Krumm, S. (2016). Mathematics attitudes and their unique contribution to achievement: Going over and above cognitive ability and personality. *Learning and Individual Differences*, 47, 70-79.
- Lara, A. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de ESO: un instrumento para su medición. *Inmaculada Alemany Arrebola*, 24.
- Lopes, J. B. (2019). *Visual representation artifacts used as epistemic tools to improve the quality of mathematics and science teaching practices*. In B. Vogler *Teaching Practices - Implementation, Challenges and Outcomes* (pp. 45-74). NewYork: Nova Science Publishers. 45-74. ISBN: 9781536159011
- Ma, X., & Kishor, N. (1997). Attitude toward self, social factors, and achievement in mathematics: A meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 9(2), 89-120.
- Mannone, M. (2019, June). Have Fun with Math and Music!. In *International Conference on Mathematics and Computation in Music* (pp. 379-382). Springer, Cham.
- Mazzola, G., Mannone, M., & Pang, Y. (2016). *Cool Math for Hot Music*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Mersenne, F. (1637): *Harmonie Universelle, contenant la theorie et la pratique de musique*. Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique.
- Neale, D. (1969). The role of attitudes in learning mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 16(8), 631-640.
- Primi, C., Bacherini, A., Beccari, C., & Donati, M. A. (2020). Assessing math attitude through the Attitude Toward Mathematics Inventory—Short form in introductory statistics course students. *Studies in Educational Evaluation*, 64, 100838.
- Quinn, C. M., Smith, D. K., Chappell, M. F., Carver, S. D., Duffy, S., Holcomb, J. P., Jackson, D., & Resnick, A. (2019). Music as math waves: exploring trigonometry through sound. *Journal of Mathematics and the Arts*, 13:1-2, 173-184, DOI: 10.1080/17513472.2018.1552822
- Shaw, C. N., & Tomcala, M. (1976). A music attitude scale for use with upper elementary school children. *Journal of Research in Music Education*, 24(2), 73-80.
- Turkka, J., Haatainen, O., & Aksela, M. (2017). Integrating art into science education: a survey of science teachers' practices. *International Journal of Science Education*, 39(10), 1403-1419.
- Viladot, L., Hilton, C., Casals, A., Saunders, J., Carrillo, C., Henley, J., ... & Welch, G. (2018). The integration of music and mathematics education in Catalonia and England: perspectives on theory and practice. *Music Education Research*, 20(1), 71-82.
- Wilhelmi, M. R., & Montiel, M. (2019, June). Integrated Music and Math Projects in Secondary Education. In *International Conference on Mathematics and Computation in Music* (pp. 390-393). Springer, Cham.