

## Desempenho no Exame Final de Matemática de Jovens do Ensino Artístico Especializado de Música: O Tempo de Estudo ou o Tipo de Instrumento Faz Diferença?

Susana Azevedo<sup>1</sup>, Joana Rato<sup>2</sup> e Alexandre Castro Caldas<sup>3</sup>

### Resumo

Com base no interesse científico em compreender os efeitos da aprendizagem formal de música no desempenho académico, em geral, e na matemática, em específico, procurou-se analisar a relação dos resultados obtidos na Prova Final de Matemática (PFM) de 9º ano (2018, Primeira Fase do Ensino Português) dos alunos do Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM) controlando as variáveis: i) número de anos de aprendizagem de música; ii) tipo de instrumento (Teclas, Percussão, Sopro ou Cordas); iii) tempo médio de estudo semanal de instrumento; iv) classificações finais de terceiro período; v) frequência de atividades extracurriculares (ex: dança, desporto, teatro); vi) apoio ou explicação de matemática; e vii) número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática. Participaram 92 alunos entre os 14 e os 15 anos ( $M = 14.53$ ;  $DP = 0.502$ ). De todas as variáveis analisadas, os resultados mostraram que só o apoio/explicações apresentou diferenças significativas, na medida em que os alunos que não têm apoio extra a matemática são os que atingem melhores resultados no exame final.

Palavras-Chave: aprendizagem formal de música, desempenho académico, matemática, atividades extracurriculares.

---

1 Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Católica Portuguesa, Portugal. Email: azevedosusana@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3174-6641>

2 Instituto de Ciências da Saúde, Centro de Investigação Interdisciplinar em Saúde, Universidade Católica Portuguesa, Portugal. Email: joana.rato@ics.lisboa.ucp.pt. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7298-4892>

3 Instituto de Ciências da Saúde, Centro de Investigação Interdisciplinar em Saúde, Universidade Católica Portuguesa, Portugal. Email: acastrocaldas@ics.lisboa.ucp.pt. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9148-3719>

## **Performance in the Final Examination of Mathematics of Students of the Specialized Artistic Music Teaching: Does the time of study or the type of instrument make a difference?**

### **Abstract**

Based on the scientific interest in understanding the effects of formal music learning on academic performance, in general, and on mathematics, in particular, we sought to analyze the relationship of the results obtained in the 9th grade Final Exam (PFM) (2018, first Phase of Portuguese Education) of students of Specialized Artistic Music Education (EAEM) controlling the variables: i) number of years of music learning; ii) type of instrument (Keys, Percussion, Wind or Strings); iii) average weekly instrument study time; iv) final third period classifications; v) frequency of extracurricular activities (eg dance, sports, theater); vi) support or explanation of mathematics; and vii) number of weekly hours of support or explanation of mathematics. Ninety-two students between 14 and 15 years old participated ( $M = 14.53$ ;  $SD = 0.502$ ). Of all the variables analyzed, results showed that only the support/explanations showed significant differences, as students who do not have extra support for mathematics are the ones who achieve the best results in the final exam.

Keywords: formal music learning, academic performance, mathematics, extracurricular activities.

## **Rendimiento en el examen final de matemática de jóvenes de la enseñanza especializada en música artística: ¿El tiempo de estudio o el tipo de instrumento hacen la diferencia?**

### **Resumen**

Con base en el interés científico en comprender los efectos del aprendizaje musical formal en el rendimiento académico, en general, y en las matemáticas, en particular, buscamos analizar la relación de los resultados obtenidos en el Examen Final (PFM) de noveno grado (2018, Primera Fase de Educación Portuguesa) de los estudiantes de Educación Especializada en Música Artística (EAEM) controlando las variables: i) número de años de aprendizaje musical; ii) tipo de instrumento (teclas, percusión, viento o cuerdas); iii) tiempo promedio semanal de estudio del instrumento; iv) clasificaciones finales del tercer período; v) frecuencia de actividades extracurriculares (por ejemplo, danza, deportes, teatro); vi) apoyo o explicación de las matemáticas; y vii) número de horas semanales de apoyo o explicación de las matemáticas.

Participaron 92 estudiantes entre 14 y 15 años ( $M = 14.53$ ;  $SD = 0.502$ ). De todas las variables analizadas, los resultados mostraron que solo el apoyo/explicaciones mostraron diferencias significativas, ya que los estudiantes que no tienen apoyo adicional para las matemáticas son los que obtienen los mejores resultados en el examen final.

Palabras Clave: aprendizaje musical formal, rendimiento académico, matemáticas, actividades extracurriculares.

## Introdução

Nos últimos anos surgiram várias investigações com a finalidade de estudar os efeitos da aprendizagem formal de música (teórica e/ou instrumental) no desempenho acadêmico de crianças e adolescentes, tendo já sido observada uma associação positiva entre os alunos que estudam música e os resultados mais elevados em línguas (Hallam & Rogers, 2016; Yang et al., 2014), em ciências experimentais e humanas, incluindo a matemática (Bahr & Christensen, 2000; Cabanac et al., 2013; Cheek & Smith, 1999; Fitzpatrick, 2006; Goeghegan & Mitchelmore, 1996; Gouzouasis et al., 2007; Guhn et al., 2020; Helmrich, 2010; Holochwost et al., 2017; Kinney, 2008; Miksza, 2010; Nutley et al., 2014; Rauscher & Zupan, 2000; Santos-Luiz et al, 2015; Schellenberg, 2006; Vaughn, 2000; Wetter et al., 2009); e em expressão artística (Cabanac et al., 2013; Wetter et al., 2009).

Contudo, alguns estudos mencionam que a aprendizagem formal de música pode estar relacionada com certos domínios acadêmicos, mas não com outros. Por exemplo, Yang et al. (2014) referem que, embora o treino musical possa estar correlacionado com o desenvolvimento acadêmico final das crianças na língua materna (chinês), na língua inglesa e na matemática, isso não contribuiu de forma independente para o desenvolvimento da língua materna ou das competências matemáticas. Por sua vez, Forgeard et al. (2008) descobriram que as crianças que tiveram aulas de instrumento durante três ou mais anos superaram os seus controlos em áreas estritamente relacionadas com a música como as competências motoras finas e discriminação entre melodias, mas não ao nível das competências fonémicas, espaciais ou da matemática. Neste mesmo estudo, verificaram também que apresentavam melhores desempenhos que o grupo de controlo na capacidade verbal (vocabulário) e no raciocínio não-verbal, apontando o treino musical como um preditor destas capacidades. Costa-Giomi (2004) verificou que, em crianças que tiveram aulas de piano durante três anos, o ensino musical beneficiou a autoestima dos alunos e a aprendizagem

musical escolar, mas não teve efeito no desempenho acadêmico, na matemática ou nas competências linguísticas. Similarmente, Elpus (2013) não encontrou diferenças em várias notas padronizadas nos testes de ingresso na faculdade entre aqueles que fizeram cursos de música durante o ensino secundário e aqueles que não fizeram.

Bahr e Christensen (2000), no seu estudo, mencionam que, apesar da aprendizagem formal de música ter promovido o desempenho matemático em relação aos seus pares, essa vantagem foi restrita a áreas da matemática estruturalmente semelhantes à música e não se estendeu a outras áreas. Ou seja, nos domínios da matemática e da música, os estudantes que possuíam formação em música tiveram melhor desempenho do que os estudantes sem treino musical apenas em áreas matemáticas de sobreposição estrutural.

Para além do exposto, a aprendizagem formal de música tem também sido associada ao desempenho cognitivo, nomeadamente às funções executivas (Benz et al., 2016), às competências de memória visual e auditiva (Degé et al., 2011), à velocidade de processamento e à memória de trabalho (Nutley et al., 2014).

Para entender o peso das atividades extracurriculares, Eccles et al. (2003) realizaram um estudo para analisar a associação entre o envolvimento em atividades extracurriculares e aspetos educacionais, nomeadamente, em atividades: pro-sociais, de desempenho (banda escolar, drama e/ou dança; desporto de equipa; envolvimento escolar e clubes académicos – debate, língua estrangeira, matemática, clube de xadrez, de ciências ou apoio em disciplinas académicas). Os resultados relataram evidências claras de que a participação em atividades extracurriculares durante o ensino secundário fornece um contexto promotor em termos de desempenho académico. Porém, da mesma forma que se encontra na literatura as atividades extracurriculares como enriquecedoras no desenvolvimento das crianças, designadamente, na aquisição de competências pessoais e desenvolvimento da personalidade (Gouzouasis et al., 2007), também se discute que apesar de uma associação positiva entre a aprendizagem de música e o desempenho académico, esta não se revela pelas atividades não musicais fora da escola (Schellenberg, 2006).

Alguns estudos consideraram as variáveis nível socioeconómico e ambiente familiar nesta relação da aprendizagem de um instrumento musical e o desempenho académico, em que os alunos com um nível socioeconómico mais elevado pontuaram significativamente mais em todos os subtestes, concluindo que este tipo de ensino pode atrair estudantes com um nível socioeconómico superior que apresentam um melhor desempenho académico logo desde o seu início e em que as diferenças encontradas nos testes de desempenho permanecem estáveis ao longo do tempo (Kinney, 2008).

Também Miksza (2007) realizou um estudo que avaliou a participação de alunos em grupos de música durante dois ciclos de estudo (do 8º ao 12º ano), medindo as áreas acadêmicas como a matemática, compreensão da leitura e estudos sociais. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os estudantes que pertenciam a grupos musicais (banda, coro e orquestra) e aqueles que não pertenciam, em todas as medidas acadêmicas analisadas. Para além disso, segundo o autor, estes alunos também podem manter um nível mais alto de desempenho acadêmico ao longo do tempo, existindo a possibilidade de que essas generalizações se apliquem independentemente do estatuto socioeconómico do aluno. Similarmente, e na continuidade de um estudo do mesmo autor, os alunos do grupo de ensemble do ensino secundário revelaram uma probabilidade significativamente maior de ter notas padronizadas de desempenho matemático (conhecimento, compreensão e resolução de problemas) mais altas (Miksza, 2010).

Cheek e Smith (1999) e Catterall e Rauscher (2008) demonstraram uma relação significativamente mais alta na disciplina de matemática nos alunos que receberam aulas de teclado relativamente aos alunos que tiveram também aulas de música, mas não de teclado. Para além disso, Catterall e Rauscher (2008) também mencionaram que enquanto as aulas de teclado e voz afetam a capacidade intelectual em geral, a teoria preeminente na aprendizagem e transferência de música sugere que o desenvolvimento da capacidade de raciocínio espaço-temporal se destaca entre os efeitos da música medidos na função cognitiva.

Zafranas (2004) encontrou diferenças positivas entre o pré-teste e o pós-teste de crianças expostas a aulas de piano/teclado em tarefas que envolviam tarefas de raciocínio espaço-temporal, tais como o processamento de sequências visual-motoras e de comunicação visual-vocal, a visualização espacial, o pensamento analógico, a memória visual e conceitos matemáticos e competências computacionais.

Rauscher et al. (1997) já havia mencionado num dos seus estudos a presença de um efeito bastante elevado da aprendizagem do instrumento de piano/teclado relativamente a outras medidas (aulas de canto, aulas de computação e sem qualquer tipo de aulas) durante dois anos, em tarefas espaço-temporais. Contudo, no estudo posterior de Rauscher (2003), as crianças que receberam aulas de canto ou piano não obtiveram melhores resultados em tarefas espaço-temporais relativamente àquelas que tocavam instrumentos de ritmo, sendo que qualquer um dos grupos de música pontuou sempre mais significativamente do que o grupo de controlo.

Os resultados de um outro estudo de Rauscher e Zupan (2000), desta vez com crianças em idade pré-escolar em que um grupo foi exposto a aulas de teclado e outro não, demonstraram efeitos positivos da aprendizagem do instrumento no raciocínio

espácio-temporal, independentemente do cenário caótico de uma sala de aula. Após quatro meses de treino, o grupo de teclado pontuou significativamente mais do que o grupo sem música nas tarefas espaço-temporais do que o grupo sem música, uma diferença que foi maior em magnitude após oito meses de aulas.

Alguns destes estudos focam o efeito positivo do tempo de duração do estudo da música a longo prazo no desempenho acadêmico em geral (Gouzouasis et al. 2007; Guhn et al., 2020; Schellenberg, 2006; Wetter et al, 2009) e, em específico, na matemática (Catterall et al., 1999; Nutley et al., 2014).

A durabilidade das aulas de música durante o período de infância e sua associação com o desempenho acadêmico também foi estudada por Schellenberg (2006). Os participantes, entre os seis e os 11 anos, variavam na quantidade de anos de treino musical, mas verificou-se uma correlação positiva entre o desempenho acadêmico e o número de anos de aprendizagem musical. O estudo de Wetter et al. (2009), que tentou responder à questão se o envolvimento contínuo e ativo na aprendizagem de música num período longo de tempo tinha impacto, encontrou igualmente uma associação significativa entre a aprendizagem contínua musical e o desempenho intelectual geral na escola em crianças entre nove e 12 anos de idade.

A investigação de Guhn et al. (2020) sugere que a aprendizagem formal durante vários anos no estudo musical, especialmente na música instrumental (banda de concerto, orquestra, banda de jazz e/ou conservatório - piano, violino), pode beneficiar o desempenho acadêmico do ensino secundário (Inglês, Matemática e Ciências). O estudo de Gouzouasis et al. (2007) vem apoiar a noção de que o tempo dedicado ao estudo formal de música não impede, mas sim pelo contrário, está em harmonia com a excelência acadêmica em outros assuntos “essenciais”. Catterall et al. (1999) salientaram, por sua vez, que os alunos com baixo nível socioeconômico, com envolvimento em orquestra/banda, mostraram um nível de proficiência superior na disciplina de matemática entre o 8º e 12º ano (em cerca de quatro anos). Hallam e Rogers (2016) referem também a importância do número de anos de aprendizagem de um instrumento no desempenho acadêmico de alunos de 16 anos, com quatro ou cinco anos de treino, na medida em que mostram maiores progressos acadêmicos e com maior impacto os que tocam há mais tempo. Holochwost et al. (2017) encontraram diferenças significativas nos resultados acadêmicos de estudantes que se encontraram matriculados num programa de ensino de música, durante três anos, relativamente àqueles que não estavam inscritos.

No entanto, uma metanálise de Sala e Gobet (2020), contrariamente aos resultados de estudos referidos anteriormente, menciona que o ensino musical tem um efeito nulo nas competências cognitivas não-musicais e no desempenho acadêmico,

independentemente do tipo de medida aplicada e pequenos efeitos gerais estatisticamente significativos, estes se deveram a uma interpretação incorreta dos dados empíricos e possivelmente a um viés de confirmação.

Dada a incoerência da literatura existente, com o presente estudo pretendeu-se investigar a presença de uma relação dos resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (2018, Primeira Fase) dos alunos de 9º ano do Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM) com variáveis que podem ser influentes como : i) tipo de instrumento em aprendizagem (Teclas, Percussão, Sopro ou Cordas); ii) número de anos de aprendizagem de música (teórica e/ou instrumental); iii) tempo médio de estudo semanal de instrumento; iv) classificações finais de terceiro período obtidas nas disciplinas estruturais do 9º ano de escolaridade (Português, Inglês, Francês, História, Geografia, Ciências Naturais, Físico-química, Educação Física, Instrumento, Classe de Conjunto e Formação Musical); v) frequência de atividades extracurriculares (ex: dança, desporto, teatro); vi) apoio ou explicação de matemática; e vii) número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática.

Desta forma, lançamos sete questões de estudo, algumas das quais não encontramos na literatura que tivessem sido anteriormente investigadas (como o caso da quinta e sexta questão).

1. Existem diferenças significativas nas notas da Prova Final de Matemática entre os alunos que tocam instrumentos de Teclas, Percussão, Sopro e Cordas?
2. Existe uma relação significativa entre o número de anos de aprendizagem de música e a nota da Prova Final de Matemática?
3. Há uma relação significativa entre o tempo médio de estudo semanal de instrumento e a nota da Prova Final de Matemática?
4. Os alunos que frequentavam atividades extracurriculares (dança, banda, desporto, teatro e educação visual) obtiveram melhores resultados na Prova Final de Matemática do que os que não frequentavam?
5. Os alunos que tinham apoio ou explicação de matemática apresentaram melhores resultados na Prova Final de Matemática do que os que não tinham apoio extra?
6. Existe uma relação significativa entre o número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática e a nota da Prova Final de Matemática?
7. Existe uma relação significativa entre os resultados (pontuação de 0-100) na Prova Final de Matemática e as notas finais de terceiro período das disciplinas estruturais de currículo?

## Método

### Participantes

Foram recrutados alunos de nove escolas de seis distritos (Braga, Porto, Leiria, Santarém, Lisboa e Setúbal) de Portugal Continental. No entanto, de uma das escolas não foram obtidos os dados suficientes. Assim, participaram no estudo alunos de oito das escolas em que se ministra o Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM). Todos os alunos frequentavam, há pelo menos cinco anos, o currículo de ensino básico (3º ciclo - 9º ano) em regime articulado, regulamentado pela Portaria nº 225/2012 de 30 de julho.

Após a recolha dos consentimentos informados dos Encarregados de Educação, foi coligida uma amostra de 92 estudantes voluntários de ambos os géneros. Numa primeira fase, foram seguidos os critérios de inclusão e de exclusão definidos previamente de modo a selecionar a amostra por conveniência. Como critérios de inclusão, os participantes deste estudo tinham de: (i) frequentar o 9º ano escolaridade numa escola da rede pública; (ii) terem entre 14 e 16 anos; (iii) frequentarem o Curso Básico de Música em regime articulado, em que incluía o treino musical nas suas componentes teórica e/ou instrumental; e (iv) terem como língua materna o Português. Já os critérios de exclusão não permitiram incluir os participantes com: (i) retenções; e (ii) dificuldades de aprendizagem específica ou condição clínica sinalizada. Deste modo, foram excluídos alunos por: transtornos de hiperatividade (um), défice de atenção (um), sem consentimento informado assinado (dois), frequentar o Ensino Privado (um), outra língua materna (dois) e a Escola de Ensino Regular não ter fornecido as notas finais das disciplinas (sete).

A Tabela 1 apresenta os principais dados de caracterização da amostra composta por alunos de nacionalidade portuguesa (54.3% dos alunos eram do sexo feminino), entre os 14 e os 15 anos, sendo a média de idades de 14.53 (DP = 0.50).

Tabela 1  
*Caracterização sociodemográfica e académica dos participantes (n = 92)*

	Participantes % (n)
<b>Escolaridade do Pai</b>	
Até o 3º Ciclo	16.5 (15)
Ensino Secundário	35.2 (32)
Licenciatura	35.2 (32)

Tabela 1 (Continuação)  
*Caracterização sociodemográfica e académica dos participantes (n = 92)*

	Participantes % (n)
Pós-Graduação	9.9 (9)
Bacharelato	3.3 (3)
<b>Escolaridade da Mãe</b>	
Até o 3º Ciclo	13.1 (12)
Ensino Secundário	17.4 (16)
Licenciatura	53.3 (49)
Pós-Graduação	14.2 (13)
Bacharelato	2.2 (2)
<b>Tipo de Instrumento</b>	
Cordas	40.2 (37)
Percussão	8.7 (8)
Sopro	23.9 (22)
Teclas	22.8 (21)
Outros	4.3 (4)
<b>Tempo de Estudo Semanal de Instrumento</b>	
< 1 hora	8.7 (8)
1-2 horas	33.7 (31)
2-3 horas	22.8 (21)
> 3 horas	34.8 (32)
<b>Atividades Extracurriculares</b>	
Não	70.7 (65)
Sim	29.3 (27)
<b>Tipologia das Atividades Extracurriculares</b>	
Aulas de Dança	7.6 (7)
Banda de Música	1.1 (1)
Desporto	2.2 (2)
Teatro	1.1 (1)
Educação Visual	21.7 (20)
<b>Explicação extra de Matemática</b>	
Não	54.3 (50)
Sim	45.7 (42)

## Medidas

Os dados dos alunos que participaram neste estudo foram agrupados com base em informação académica, obtida através de sistemas de bases de dados das escolas. A informação sociodemográfica foi recolhida a partir de um inquérito aplicado

aos Encarregados de Educação, com a anuência das crianças à recolha de dados pessoais para participação no estudo. Foram considerados dados como a data de nascimento, género, nacionalidade/língua materna, habilitações académicas dos pais, retenções, dados e resultados académicos no geral (número de anos de estudo de música, instrumento musical tocado, tempo de estudo médio diário, resultados finais nas disciplinas em geral, incluindo nas disciplinas de ensino articulado, do EAEM), atividades extracurriculares.

A Prova Final de Matemática (PFM), nº 92 da Primeira Fase (IAVE, 2018a,b), é constituída por dois cadernos (Caderno 1 e Caderno 2, em que os domínios estão interligados), com duração total de 90 minutos e tolerância de 30 minutos. A elaboração da prova e respetivos critérios de classificação são da competência do Instituto de Avaliação Educativa, I.P. (IAVE) - Despacho Normativo nº4-A/2018, de 14 de fevereiro, art. 22º, nº 1 e 3. A prova é cotada para 100 pontos, distribuídos pelos domínios Números e Operações (NO) – 13 pontos; Geometria e Medida (GM) – 34 pontos; Funções, Sequências e Sucessões (FSS) – 13 pontos; Álgebra (ALG) – 25 pontos; Organização e Tratamento de Dados (OTD) – 13 pontos, sendo a classificação final atribuída por níveis de um a cinco (Anexo I do Despacho Normativo nº 1-F/2016, de 5 de abril). O nível um corresponde a uma percentagem de zero a 19%, o nível dois de 20 a 49%, o nível três de 50 a 69%, o nível quatro de 70 a 89% e, por fim, o nível cinco de 90 a 100%.

## **Procedimentos**

Para a realização desta investigação foram solicitadas autorizações junto da Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd), concedida a 7 de março de 2017 (Autorização Nº 2724/2017 - Proc. nº 7617/2016), para recolha de dados pessoais através da aplicação de um inquérito sociodemográfico, junto dos Encarregados de Educação dos alunos participantes e do Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação, do Ministério da Educação, para monitorização de inquérito em meio escolar (MIME), obtida a 3 de novembro de 2017 (Autorização Nº 0541100001).

Seguidamente, procedeu-se ao contacto, através de e-mail, com os diretores das escolas, com o intuito de aferir a disponibilidade para colaborar neste estudo de investigação, executando-se, posteriormente, o envio de um Pedido de Consentimento Informado aos Encarregados de Educação (EE), a solicitar autorização para a participação do(s) seu(s) educando(s) no projeto e para a cedência dos resultados académicos e da Prova Final de Matemática (PFM), que constam nos sistemas de

bases de dados das escolas. Após aceitação de participação, os EE preencheram um questionário sociodemográfico, para caracterização da amostra. No final do ano letivo 2017/2018 efetuou-se o levantamento, junto das escolas, das Notas Finais de terceiro período dos alunos participantes, de 9º ano.

Todos os direitos dos participantes foram respeitados e assegurados, pelo que o tratamento dos dados foi realizado de forma a garantir a confidencialidade e anonimato. Por esse motivo foi adotado um sistema de codificação durante todo o processo de investigação. Os participantes foram informados que tinham o direito de acesso e retificação dos dados e podendo desistir a qualquer momento, situação que não ocorreu nesta investigação.

## **Análise Estatística**

*Questão 1:* Para analisar e comparar o desempenho na PFM, os participantes foram agrupados ( $n = 87$ ) pelo tipo de instrumento em aprendizagem (Teclas, Percussão, Sopro ou Cordas) aplicando-se uma ANOVA *One Way*. Os pressupostos do método, nomeadamente a distribuição normal da Nota do Exame de Matemática nos quatro grupos, foram avaliados com o Teste de Shapiro-Wilk, dada a dimensão da amostra nos grupos de Teclas, Percussão e Sopro ser reduzida ( $n \leq 30$ ), os valores de Skewness (SK) e Kurtose (Ku); e a homogeneidade de variâncias, com o teste Levene. O Teste de Shapiro-Wilk não revelou normalidade no grupo de Teclas e Cordas. Contudo, ambos os grupos revelaram um desvio pouco severo (SK < -3; Ku < 7). Visto ter-se verificado homogeneidade de variâncias prosseguiu-se com a análise recorrendo ao teste paramétrico.

*Questão 2:* Para verificar a existência de uma relação entre o número de anos de aprendizagem de música e os resultados obtidos na PFM, ambas as variáveis foram medidas numa escala intervalar e considerou-se a dimensão da amostra ser de grande dimensão ( $n > 30$ ). A normalidade das variáveis foi avaliada através da aplicação do teorema do limite central, garantindo, portanto, uma aproximação razoável à distribuição normal, recorrendo-se assim à utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson.

*Questão 3:* Para investigar a relação entre o tempo médio de estudo semanal de instrumento e a nota na PFM, o tempo médio de estudo semanal de instrumento foi medido em quatro intervalos de tempo (nenhum; <1 hora; entre 1-2 horas; entre 2-3 horas e >3 horas). Para calcular o coeficiente de correlação entre as duas variáveis, medidas numa escala ordinal vs intervalar, foi utilizada a correlação de Spearman.

*Questão 4:* Para comparar os resultados na PFM entre alunos do EAEM com e sem frequência em atividades extracurriculares, utilizou-se o teste *t*-Student para duas amostras independentes. Foram avaliados os pressupostos deste método estatístico, nomeadamente as normalidades das distribuições utilizando o Teste Shapiro-Wilk (*W*), dada a dimensão da amostra do grupo que frequenta atividades extracurriculares ser inferior a 30 ( $n = 27$ ), os valores de Skewness (*SK*) e Kurtose (*Ku*); e a homogeneidade das variâncias, com o teste de Levene ( $F_{PFM - Pt} = 0.002, p = 0.964$ ). O Teste de Shapiro-Wilk não revelou normalidade no grupo que não frequenta atividades extracurriculares. Contudo, o grupo revelou um desvio pouco severo ( $SK = -1.015; Ku = 0.360$ ). Uma vez que se verificou homogeneidade de variâncias prosseguiu-se com a análise recorrendo ao teste paramétrico.

*Questão 5:* Para comparar os resultados na PFM com e sem apoio/explicação de matemática recorreu-se ao teste *t*-Student para amostras independentes. Os pressupostos deste método estatístico, nomeadamente as normalidades das distribuições e a homogeneidade das variâncias nos dois grupos, foram avaliados, respetivamente, através da aplicação do teorema do limite central, dada a dimensão da amostra em cada um dos grupos ( $n > 30$ ) garantindo, portanto, uma aproximação razoável à distribuição normal, e com o teste de Levene ( $F_{PFM - Pt} = 6.234, p = 0.014$ ). Uma vez que não se verificou a existência de homogeneidade de variâncias, aplicou-se o coeficiente de correção ao teste *t*-Student.

*Questão 6:* Para averiguar a existência de uma relação significativa entre o número de horas semanal de apoio ou explicação na disciplina de matemática e a nota na PFM recorreu-se à utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson. O pressuposto deste método estatístico, nomeadamente a normalidade das variáveis, foi avaliado, respetivamente, através da aplicação do teorema do limite central, dada a dimensão da amostra ( $n > 30$ ) garantindo, portanto, uma aproximação razoável à distribuição normal.

*Questão 7:* Para investigar a existência de uma relação entre a pontuação obtida na PFM e a nota final de terceiro período das outras disciplinas de currículo, recorreu-se à utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson. Tendo em consideração que ambas as variáveis foram medidas numa escala intervalar e a dimensão da amostra ser de grande dimensão ( $n > 30$ ), a normalidade das variáveis foi avaliada através da aplicação do teorema do limite central, garantindo, portanto, uma aproximação razoável à distribuição normal.

A partir da utilização de um modelo de regressão linear múltipla, tentou-se explicar a variação dos resultados na PFM em função das notas finais de terceiro período das disciplinas de Português, Inglês, Francês, História, Geografia, Ciências Naturais, Físico-Química, Educação Física, Instrumento, Classe de Conjunto e Formação Musical.

Para execução de todas as análises, recorreu-se ao *Software* SPSS (v.25, IBM Corp., Armonk, NY), considerou-se estatisticamente significativas as diferenças entre médias cujo *p-value* do teste fosse inferior ou igual a 0.05.

## Resultados

Relativamente à primeira questão em estudo, a Tabela 2 apresenta o teste ANOVA *One Way* não revelando diferenças significativas na nota da PFM, para  $p \leq 0.05$ , entre os alunos que tocam instrumentos de Teclas, Percussão, Sopros ou Cordas ( $F(3) = 0.435$ ,  $p = 0.728$ ).

Tabela 2  
Média obtida na Prova Final de Matemática de 9º ano por tipo de instrumento em aprendizagem

	Teclas (n = 21)	Percussão (n = 8)	Sopro (n = 22)	Cordas (n = 37)	F	p
	M (DP)	M (DP)	M (DP)	M (DP)		
PFM	70.95 (20.314)	66.38 (14.832)	68.05 (20.362)	72.95 (19.137)	0.435	0.728

Para responder à segunda questão, a Tabela 3 apresenta o coeficiente de correlação de Pearson, verificando-se não existir uma correlação significativa ( $R = 0.08$ ,  $p = 0.428$ ) entre o número de anos de aprendizagem formal de música ( $M = 7.27$ ,  $DP = 2.551$ ) e a nota na PFM.

Tabela 3  
Correlação entre o número de anos de estudo de música e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (n = 91)

Número de Anos de Aprendizagem Musical	PFM	
	Pearson	p
	0.084	0.428

A Tabela 4 apresenta o coeficiente de correlação de Spearman, mostrando não existir uma correlação significativa ( $R = -0.85$ ,  $p = 0.42$ ) entre o Tempo Médio de Estudo Semanal de Instrumento e a Nota na PFM (Pontuação de zero a 100).

Tabela 4  
Correlação entre o tempo médio de estudo semanal de instrumento e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (n = 92)

PFM	Tempo Médio de Estudo Semanal de Instrumento	
	Spearman's rho	p
	-0.085	0.422

Para as quarta e quinta questões o teste t-student indica, para um  $p \leq 0.05$ , que a) não existem diferenças significativas entre a nota obtida pelos alunos do EAEM na PFM (pontuação de zero a 100) e a sua frequência, ou não, em atividades extra-curriculares (dança, banda, desporto, teatro e educação visual ( $t(90) = 0.732$ ,  $p = 0.466$ ); b) existem diferenças significativas entre os alunos do EAEM com e sem apoio/explicação de matemática ( $t(80.411) = 2.684$ ,  $p = 0.009$ ), sendo que os alunos sem este tipo de apoio tiveram uma média superior relativamente aos alunos com apoio ou explicação de matemática (Tabela 5).

Tabela 5

*Média e Desvio-Padrão na Prova Final de Matemática de 9º ano (2018) dos alunos do EAEM com e sem atividades extracurriculares (AExC) e com e sem Apoio/Explicação de Matemática (ExpM)*

EAEM	PFM		
	M (DP)	t-Student	p
<b>AExC</b>			
Não (n = 65)	71.45 (2.486)	0.732	0.466
Sim (n = 27)	68.15 (3.614)		
<b>ExpM</b>			
Não (n = 50)	75.42 (2.461)	2.684	0.009
Sim (n = 42)	64.60 (3.195)		

Considerando a sexta questão em estudo, a Tabela 6 mostra não existir uma correlação significativa ( $R = -0.14$ ,  $p = 0.376$ ) entre o número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática ( $M = 2.487$ ,  $DP = 0.817$ ) e a nota PFM.

Tabela 6

*Correlação entre o número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (n = 41)*

Número de Horas Semanal de Apoio ou Explicação de Matemática	PFM	
	Pearson	p
	-0.142	0.376

Na sétima e última questão em análise, verificou-se uma correlação estatisticamente significativa, para  $p \leq 0.001$ , positiva moderada e positiva baixa, entre a pontuação obtida na PFM e a nota final de terceiro período das outras disciplinas. Os resultados indicam que, quanto maior a pontuação obtida na PFM, maior a nota final de Português, Inglês, Francês, História, Geografia, Ciências Naturais, Físico-Química, Formação Musical e Educação Física. Observou-se igualmente uma correlação estatisticamente significativa, para  $p \leq 0.01$  na disciplina de Instrumento e para  $p \leq 0.05$ ,

na disciplina de Classe de Conjunto, ambas positiva baixa, entre a nota na PFM de 9º ano (2018) e a nota final de terceiro período: quanto maior a pontuação obtida na PFM, maior a nota final de Instrumento e de Classe de Conjunto (Tabela 7).

Tabela 7  
Correlação entre a Prova Final de Matemática de 9º ano e as notas nas outras disciplinas curriculares

Nota Final de terceiro Período (n = 92)	Nota da PFM
	Pearson
Português	0.535***
Inglês	0.468***
Francês	0.463***
História	0.549***
Geografia	0.433***
Ciências Naturais	0.597***
Físico-Química	0.605***
Educação Física	0.376***
Instrumento	0.288**
Classe de Conjunto	0.229*
Formação Musical	0.431***

\*\*\* $p \leq 0.001$ ; \*\* $p \leq 0.01$ ; \* $p \leq 0.05$

As variáveis independentes que entraram na equação da regressão (nota final de Formação Musical, Educação Física, Geografia, Inglês, Instrumento, Classe de Conjunto, Francês, Físico-Química, Ciências Naturais, História, Português) explicam 44.6% (adjusted  $R$  Square = 0.446) a variação da variável dependente (nota na PFM). O resultado da ANOVA mostra que o resultado da regressão é significativo ( $F(11) = 7.600$ ,  $p < 0.001$ ), pelo que se pode concluir que existe pelo menos uma variável independente presente no modelo que tem poder explicativo relativamente à variável dependente. As variáveis que se revelaram preditores da nota na PFM foram as notas nas disciplinas de Ciências Naturais e de Físico-Química, sendo que quanto melhor forem as notas nestas disciplinas melhor é a nota na PFM (Tabela 8).

Tabela 8  
Variáveis independentes com maior peso e sentido da relação na nota da PFM

	B (ES)	Beta	p	95.0% de IC para B	
				Limite Inferior	Limite Superior
Constante	-21.666 (14.515)	-----	0.140	-50.557	7.225
Português	4.238 (4.241)	0.139	0.321	-4.203	12.680
Inglês	2.030 (2.676)	0.081	0.450	-3.297	7.356

Tabela 8 (Continuação)  
*Variáveis independentes com maior peso e sentido da relação na nota da PFM*

	B (ES)	Beta	p	95.0% de IC para B	
				Limite Inferior	Limite Superior
Francês	-2.193 (3.386)	-0.086	0.519	-8.932	4.545
História	3.103 (3.323)	0.122	0.353	-3.510	9.716
Geografia	-1.596 (3.435)	-0.055	0.644	-8.432	5.241
Ciências Naturais	6.704 (2.929)	0.287	0.025	0.873	12.534
Físico-Química	7.511 (3.103)	0.287	0.018	1.335	13.688
Educação Física	4.423 (2.454)	0.155	0.075	-0.462	9.307
Instrumento	-1.498 (2.246)	0.065	0.507	-5.968	2.972
Classe de Conjunto	-1.107 (2.854)	-0.042	0.699	-6.788	4.574
Formação Musical	1.316 (2.876)	0.055	0.648	-4.409	7.041

$R^2 = 0.514$ ;  $R^2$  ajustado = 0.446

## Discussão

Para compreender de que forma determinadas características específicas no ensino especializado de música podem ter influência no desempenho na matemática, o presente estudo analisou a relação dos resultados obtidos na Prova Final de Matemática controlando um conjunto de variáveis como o tipo de instrumento em aprendizagem ou o número de anos de aprendizagem de música.

Ao contrário do que vem descrito na literatura, em que é atribuído majoritariamente aos alunos que tocam instrumentos de teclado e piano melhores resultados no desempenho matemático (Catterall & Rauscher, 2008; Cheek & Smith, 1999) ou no raciocínio espaço-temporal (Catterall & Rauscher, 2008; Cheek & Smith, 1999; Rauscher et al., 1997; Rauscher & Zupan, 2000; Zafran, 2004), os nossos resultados não evidenciaram diferenças entre os alunos que tocam instrumentos de teclas, percussão, sopro ou cordas.

Procurou-se neste estudo verificar também o peso das notas finais de terceiro período das restantes disciplinas de currículo escolar. Os resultados obtidos revela-

ram que os alunos que são melhores nas várias disciplinas de 9º ano também são melhores em Matemática com destaque para a Físico-Química e Ciências Naturais. Os nossos resultados são coincidentes com estudos anteriores que sugerem que frequência em aulas formais de música se encontram relacionadas com competências cognitivas gerais. Tratando-se assim indicativo de que os alunos no ensino especializado de música, quando bons a matemática, também o são nas outras disciplinas aproximando-se assim à tese de que a aprendizagem formal de música tem influência nas competências académicas com base na amplificação de competências, como as funções executivas (Benz et al., 2016), memória visual e auditiva (Degé et al., 2011), velocidade de processamento e memória de trabalho (Nutley et al., 2014).

Já entre o número de anos de aprendizagem formal de música e a nota obtida na PFM, os nossos resultados não são significativos e, ainda que com uma média de anos de estudo de música superior a sete anos, esta variável não parece apresentar um peso no desempenho académico. Isto está coincidente com a análise de Costa-Giomi (2004) que diz não existirem diferenças entre os estudantes que estudam música (piano) ao longo de três anos e os de controlo, mas afasta-se de outros estudos que mencionaram a presença de um efeito positivo a longo prazo da durabilidade dessa aprendizagem (Gouzouasis et al., 2007; Guhn et al., 2020; Schellenberg, 2006; Wetter et al., 2009).

Em relação aos efeitos extramusicais, não foram encontradas diferenças entre os alunos que frequentaram aulas de dança, banda, desporto, teatro e educação visual e os que não participaram nestas atividades. Quando se analisou a frequência a aulas extra de apoio a matemática, verificou-se diferenças significativas nos resultados da PFM entre os alunos que tiveram ou não este apoio ou explicação de matemática, sendo que são os alunos que não têm o apoio extracurricular a matemática a atingirem melhores resultados no exame nacional. Este é talvez o indicador que nos permite concluir que os que não têm fragilidades nas bases de formação a matemática, não mostrando assim necessidade de um apoio extra, conseguem garantir um melhor domínio dos conteúdos matemáticos comparativamente aos que manifestam essa necessidade. Ainda assim, a média classificativa na prova continua a ser acima do verificado a nível nacional ( $M = 47$ ) (Direção-Geral de Educação, 2018) em ambos os grupos analisados. Os nossos resultados são concordantes com o estudo de Schellenberg (2006) em que, apesar de ter sido encontrada uma associação positiva entre a aprendizagem de música e o desempenho académico, essa relação não foi encontrada entre as atividades não musicais fora da escola e os resultados académicos, contrariamente ao que foi relatado nos estudos de Eccles et al. (2003) e Gouzouasis et al. (2007).

Concluimos que um bom aluno do ensino especializado de música é também um bom aluno a matemática uma vez que os melhores resultados no exame final acompanham o desempenho acadêmico em geral. O tempo dedicado ao estudo de instrumento, o tipo de instrumento em aprendizagem, bem como a participação em atividades extracurriculares não demonstraram ter influência nos resultados na matemática. Mas o apoio extra a matemática, sendo que são os que sentem uma maior necessidade de compensar possíveis dificuldades que recorrem a ela, é o que se apresenta como fator diferenciador quanto aos resultados menos altos na prova final de matemática.

## Limitações e Estudos Futuros

Uma das limitações deste estudo incide no facto do tamanho da amostra não permitir uma generalização para a população portuguesa. Para além disso, seria interessante contemplar outro tipo de variáveis com o intuito de analisar a sua influência no desempenho académico, por exemplo o nível socioeconómico, a motivação, o envolvimento dos pais, outros fatores sociodemográficos. Em estudos futuros, a inclusão de uma análise de desempenho cognitivo como, por exemplo, o funcionamento executivo (capacidade de inibição, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva), podem permitir a obtenção de dados de maior rigor quanto a esta relação entre o ensino musical e o desempenho académico e cognitivo.

## Referências

- Bahr, N., & Christensen, C. A. (2000). Inter-Domain Transfer Between Mathematical Skill and Musicianship. *Journal of Structural Learning & Intelligent Systems*, 14(3), 187-197.
- Benz, S., Sellaro, R., Hommel, B., & Colzato, L. S. (2016). Music Makes the World Go Round: The Impact of Musical Training on Non-musical Cognitive Functions – A Review. *Frontiers in Psychology*, 2023(6). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.02023>
- Cabanac, A., Perlovsky, L., & Bonniot-Cabanac, M. C. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257-260. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.08.023>
- Catterall, J. S., Chapleau, R., & Iwanaga, J. (1999). *Involvement in the Arts and Human Development: General Involvement and Intensive Involvement in Music and Theatre Arts*. <https://artsedge.kennedy-center.org/champions/pdfs/involvmt.pdf>
- Catterall, J. S. & Rauscher, F. H. (2008). Unpacking the impact of music on intelligence. In W. Gruhn & F. H. Rauscher (Eds), *Neurosciences in Music Pedagogy* (pp.171-201).

- New York: Oxford University Press. [https://uwosh.edu/psychology/wp-content/uploads/sites/203/2020/11/Catterall-Rauscher\\_2008.pdf](https://uwosh.edu/psychology/wp-content/uploads/sites/203/2020/11/Catterall-Rauscher_2008.pdf)
- Cheek, J. M., & Smith, L. R. (1999). Music Training and Mathematics Achievement. *Adolescence*, 136(34), 759-761. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10730700/>
- Costa-Giomi, E. (2004). Effects of three years of piano instruction on children's academic achievement, school performance and self-esteem. *Psychology of Music*, 32(2), 139-152. <https://doi.org/10.1177/0305735604041491>
- Degé, F., Wehrum, S., Stark, R., & Schwarzer (2011). The influence of two years of school music training in secondary school on visual and auditory memory. *European Journal of Developmental Psychology*, 8(5), 608-623. <https://doi.org/10.1080/17405629.2011.590668>
- Despacho Normativo nº 1-F/2016, de 5 de abril. Diário da República nº66, 2ª Série. Gabinete do Secretário de Estado da Educação. <https://dre.pt/application/conteudo/74059570>
- Despacho Normativo nº 4-A/2018, de 14 de fevereiro. Diário da República nº 32, 1º Suplemento, 2ª Série. Gabinete do Secretário de Estado da Educação. <https://dre.pt/application/conteudo/114698718>
- Direção-Geral de Educação (2018). Provas Finais do Ensino Básico 2018: Resultados das Provas de Exame de 3º Ciclo. Ministério da Educação. [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/JNE/eneb\\_hmlg2018\\_f1\\_medias\\_final.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/JNE/eneb_hmlg2018_f1_medias_final.pdf)
- Eccles, J. S., Barber, B. L., Stone, M., & Hunt, J. (2003). Extracurricular Activities and Adolescent Development. *Journal of Social Issues*, 59(4), 865-889. <https://doi.org/10.1046/j.0022-4537.2003.00095.x>
- Elpus, K. (2013). Is It the Music or Is It Selection Bias? A Nationwide Analysis of Music and Non-Music Students' SAT Scores. *Journal of Research in Music Education*, 61(2), 175-194. <https://doi.org/10.1177/0022429413485601>
- Fitzpatrick, K. R. (2006). The Effect of Instrumental Music Participation and Socioeconomic Status on Ohio Fourth-, Sixth-, and Ninth-Grade Proficiency Test Performance. *Journal of Research in Music Education*, 54(1), 73-84. <https://doi.org/10.2307/3653456>
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A., Schlaug, G., & Fitch, T. (2008). Practicing a Musical Instrument in Childhood is Associated with Enhanced Verbal Ability and Nonverbal Reasoning. *PLoS ONE*, 3(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003566>
- Goeghegan, N., & Mitchelmore, M. (1996). Possible Effects of Early Childhood Music on Mathematical Achievement. *Journal for Australian Research in Early Childhood Education*, 1, 57-64. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED406036.pdf>
- Gouzouasis, P., Guhn, M., & Kishor (2007). The predictive relationship between achievement and participation in music and achievement in core Grade 12 academic subjects. *Music Education Research*, 9(1), 81-92. <https://doi.org/10.1080/14613800601127569>
- Guhn, M., Emerson, S. D., & Gouzouasis, P. (2020). A Population-Level Analysis of Associations Between School Music Participation and Academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 112(2), 308-328. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000376>

- Hallam, S., & Rogers, K. (2016). The impact of instrumental music learning on attainment at age 16: A pilot study. *British Journal of Music Education*, 33(3), 247-261. <https://doi.org/10.1017/S0265051716000371>
- Helmrich, B. H. (2010). Window of Opportunity? Adolescence, Music, and Algebra. *Journal of Adolescent Research*, XX(X), 1-21. <https://doi.org/10.1177/0743558410366594>
- Holochwost, S. J., Propper, C. B., Wolf, D. P., Willoughby, M. T., Fisher, K. R., Kolacz, J., Volpe, V. V., & Jaffee, S. R. (2017). Music Education, Academic Achievement, and Executive Functions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 11(2), 147-166. <https://doi.org/10.1037/aca0000112>
- IAVE, Instituto de Avaliação Educativa (2018a). Prova Final de Matemática, Prova 92, Primeira Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 1. Ministério da Educação. [https://iave.pt/wp-content/uploads/2020/04/PF-Mat92-F1-2018-Cad1\\_net.pdf](https://iave.pt/wp-content/uploads/2020/04/PF-Mat92-F1-2018-Cad1_net.pdf)
- IAVE, Instituto de Avaliação Educativa (2018b). Prova Final de Matemática, Prova 92, Primeira Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 2. Ministério da Educação. [https://iave.pt/wp-content/uploads/2020/04/PF-Mat92-F1-2018-Cad2\\_net.pdf](https://iave.pt/wp-content/uploads/2020/04/PF-Mat92-F1-2018-Cad2_net.pdf)
- Kinney, D. W. (2008). Selected Demographic Variables, School Music Participation, and Achievement Test Scores of Urban Middle School Students. *Journal of Research in Music Education*, 56(2), 145-161. <https://doi.org/10.1177/0022429408322530>
- Miksza, P. (2007). Music Participation and Socioeconomic Status as Correlates of Change: A Longitudinal Analysis of Academic Achievement. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 172, 41-58. <http://www.jstor.org/stable/40319364>
- Miksza, P. (2010). Investigating Relationships Between Participation in High School Music Ensembles and Extra-musical Outcomes: An Analysis of the Education Longitudinal Study of 2002 using a Bioecological Development Model. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 186, 7-25. <http://www.jstor.org/stable/41110431>
- Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(January), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00926>
- Portaria nº 225/2012 de 30 de julho. Diário da República, 1ª série - Nº 146. Ministério da Educação e Ciência. <https://dre.pt/application/conteudo/179304>
- Rauscher, F. H. (2003). Effects of piano, singing, and rhythm instruction on the spatial reasoning of at-risk children. *Proceedings of the European Society for the Cognitive Sciences of Music*. Hannover University Press. [https://uwosh.edu/psychology/wp-content/uploads/sites/203/2020/11/Rauscher\\_2003\\_-ESCSM.pdf](https://uwosh.edu/psychology/wp-content/uploads/sites/203/2020/11/Rauscher_2003_-ESCSM.pdf)
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R., & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19. [https://uwosh.edu/psychology/wp-content/uploads/sites/203/2020/11/Rauscher\\_et.al\\_1997.pdf](https://uwosh.edu/psychology/wp-content/uploads/sites/203/2020/11/Rauscher_et.al_1997.pdf)
- Rauscher, F. H., & Zupan, M. A. (2000). Classroom Keyboard Instruction Improves Kindergarten Children's Spatial-temporal Performance: A Field Experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, 15(2), 215-228. [https://doi.org/10.1016/S0885-2006\(00\)00050-8](https://doi.org/10.1016/S0885-2006(00)00050-8)

- Sala, G., & Gobet, F. (2020). Cognitive and academic benefits of music training with children: A multilevel meta-analysis. [Preprint] <https://doi.org/10.31234/osf.io/7s8wr>
- Santos-Luiz, C., Mónico, L., Campelos, S., & Silva, C. F. (2015). Matemática e música: Sistematização de analogias entre conteúdos matemáticos e musicais. *Revista Portuguesa de Educação*, 28(2), 271-293. <https://doi.org/10.21814/rpe.7742>
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.2.457>
- Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 149-166. <http://dx.doi.org/10.2307/3333641>
- Wetter, O. E., Koerner, F., & Schwaninger (2009). Does musical training improve school performance? *Instructional Science*, 37(4), 365-374. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9052-y>
- Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J., & Yao, D. (2014). A Longitudinal Study on Children's Music Training Experience and Academic Development. *Sci. Rep.*, 4, 5854. <https://doi.org/10.1038/srep05854>
- Zafranias, N. (2004). Piano keyboard training and the spatial-temporal development of young children kindergarten classes in Greece. *Early Child Development and Care*, 174(2), 199-211. <https://doi.org/10.1080/0300443032000153534>