



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

RELAÇÃO ENTRE A MÚSICA E A MATEMÁTICA: DESEMPENHO
DE ALUNOS DO 9 ° ANO E A PERCEÇÃO DA COMUNIDADE
EDUCATIVA SOBRE NEUROMITOS NO ENSINO FORMAL DE
MÚSICA

Tese apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de doutor
em Ciências da Cognição e da Linguagem

por

Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo

Instituto de Ciências da Saúde
Setembro de 2020



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

RELAÇÃO ENTRE A MÚSICA E A MATEMÁTICA: DESEMPENHO
DE ALUNOS DO 9 ° ANO E A PERCEÇÃO DA COMUNIDADE
EDUCATIVA SOBRE NEUROMITOS NO ENSINO FORMAL DE
MÚSICA

Tese apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de doutor
em Ciências da Cognição e da Linguagem

Por Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo

Sob orientação do Professor Doutor Alexandre Lemos de Castro Caldas e da Professora
Doutora Joana Maria Rodrigues Rato

Instituto de Ciências da Saúde
Setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha coorientadora Professora Doutora Joana Rato pelas suas orientações, conselhos, advertências e presença notável, que manteve durante todo o desenvolvimento da presente tese. Frequentemente, foi o seu entusiasmo e satisfação que permitiu que o meu ânimo e motivação retornassem à superfície.

Ao Professor Doutor Alexandre Castro Caldas, meu orientador, pelo seu apoio e aconselhamento. Provavelmente, sem o seu apoio inicial, dificilmente teria encontrado este caminho.

À Professora Maria Emília Santos por me propor a frequência neste programa de doutoramento “Ciências da Cognição e Linguagem”. Por todo o apoio e suporte, do fundo do meu coração, um grande Muito Obrigada!

À Professora Cláudia Ribeiro pelas suas orientações estatísticas e disponibilidade incansáveis.

Não menos importante em todo este meu percurso, agradeço à D. Zita pela seu constante suporte, disponibilidade, profissionalismo e delicadeza, no tratamento de todos assuntos e contextos necessários ao bom prosseguimento de todas as atividades e processos.

Aos diretores, professores e alunos das escolas que participaram nos diversos estudos, um agradecimento especial pois sem eles não teria sido possível realizar este estudo.

À Nicole Agrela, amiga e colega de doutoramento, pela cumplicidade e desafios partilhados desde o início deste programa de doutoramento.

Ao meu marido Filipe pela sua paciência, companheirismo, força e carinho incondicionais transmitidos ao longo de todos estes anos, tendo a conclusão deste trabalho sido possível por ele ter estado presente, de corpo e alma, todos os dias.

À minha mãe, Maria do Céu e ao meu “pai”, Laurindo Rosa pelo apoio e auxílio, que possibilitaram realizar este meu sonho.

Por fim, com todo o amor dedico esta dissertação aos meus filhos Inês, Filipe, Afonso, Maria e Tomás, incentivos à consecução deste trabalho. A ti, meu filho Filipe, agradeço especialmente por teres acreditado em mim, obrigando-me a manter o foco nos momentos mais difíceis, não me deixando desistir deste tão meu importante objetivo.

RESUMO

Tendo por base uma perspectiva interdisciplinar e de ligação entre as Neurociências Cognitivas e as Ciências da Educação, este estudo visa contribuir para a compreensão da relação entre o ensino formal de música e possíveis benefícios cognitivos, nomeadamente, no que diz respeito à proficiência no desempenho na matemática em estudantes de 9º ano. Com o presente trabalho foram desenvolvidos quatro estudos que, por um lado, pretenderam dar resposta à efetividade dos efeitos diretos e indiretos resultantes do estudo formal de música no desempenho da matemática e, por outro, identificar os equívocos presentes nas comunidades educativas do ensino especializado quanto ao estudo do cérebro relacionado com a música. O primeiro estudo a ser conduzido foi o de revisão sistemática da literatura com o objetivo de compilar e analisar os estudos publicados entre 2007 e 2018 acerca da influência que o estudo da música pode exercer no desempenho cognitivo e académico. Os nossos resultados indicam que os estudos realizados até ao presente são ainda insuficientes para demonstrar a existência clara de uma relação entre o ensino musical e as competências matemáticas, nomeadamente no que se refere aos benefícios da primeira sobre a segunda. Reforça-se a necessidade de encontrar métodos de investigação mais robustos para que a obtenção de resultados consistentes e que permitam ser incorporados de forma confiável neste domínio científico. No segundo estudo, procurou-se analisar a perceção sobre os neuromitos e os factos científicos relacionados especificamente com estudo do cérebro e o ensino de música numa comunidade educativa inserida EAEM. Para o efeito, a amostra foi coletada junto de professores ($n=42$) com idades compreendidas entre os 24 e os 65 anos ($M=41.21$, $DP=9.692$), pais ($n=109$) entre os 36 e os 54 anos ($M=45.40$, $DP=4.626$) e alunos do 3º ciclo e ensino secundário ($n=89$) entre os 12 e os 18 anos ($M=14.24$, $DP=1.877$). Os resultados confirmaram uma elevada prevalência de neuromitos relacionados com o ensino de música em toda a comunidade educativa ligada ao EAEM, sendo consistentes com padrões observados em estudos de outros países. As conclusões sugerem existir uma enorme lacuna no conhecimento que envolve o estudo do cérebro e da sua possível transferência à prática de sala de aula e a necessidade da interdisciplinaridade na formação dos profissionais de educação, por forma a travar a circulação destas distorções científicas em contexto escolar. O terceiro estudo incidiu na análise de resultados obtidos na Prova Final de Matemática (92) de 9º ano (IAVE, 2018) pelos estudantes de música comparativamente aos dos seus pares, que nunca haviam

frequentado o ensino formal de música, de modo a verificar o desempenho no exame nacional de Matemática. A amostra foi composta por 166 alunos, com idades compreendidas entre 14 e 15 anos, em que 74 são do 9º ano do Ensino Regular ($M = 14.65$; $DP = 0.481$) e 90 frequentam o mesmo ano de escolaridade em escolas de EAEM ($M = 14.53$; $DP = 0.502$). Os resultados mostraram que os estudantes de música registaram uma melhor pontuação na prova final de matemática em todos os seus domínios, i.e., Números e Operações (NO), Geometria e Medição (GM), Funções, Sequências e Sucessões (FSS), Álgebra (ALG) e Organização e Tratamento de Dados (OTD), em comparação com os seus pares sem currículo especializado de música. Por fim, o quarto estudo procurou estabelecer uma relação dos resultados obtidos na Prova Final de Matemática (92) de 9º ano (IAVE, 2018) dos alunos do EAEM controlando as seguintes variáveis: i) número de anos de aprendizagem de música; ii) tipo de instrumento em aprendizagem (Teclas, Percussão, Sopro ou Cordas); iii) tempo médio de estudo semanal de instrumento; iv) classificações finais de 3º 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. Aqui o estudo incidiu apenas em alunos do EAEM ($n=92$), entre os 14 e os 15 anos ($M=14.53$, $DP=0.502$). De todas as variáveis analisadas os resultados revelaram que apenas 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. Considerando os vários estudos no seu conjunto, conclui-se que ainda que o estudo formal de música, a longo prazo, possa contribuir para um efeito de transferência positivo nas competências matemáticas, é ainda necessária mais investigação capaz de controlar uma série de variáveis por forma a verificar com robustez uma relação de causalidade referente ao tipo de ensino sobre o desempenho académico. Percebemos também através do estudo quanto à perceção sobre os neuromitos relacionados com a música que são várias as crenças e extrapolações científicas que ainda estão presentes no contexto escolar, especialmente no que se dedica ao ensino artístico. A partir do trabalho aqui desenvolvido destaca-se ainda a importância da construção de uma ponte de ligação entre o campo científico das neurociências e o trabalho de translação deste conhecimento na prática educativa, para que haja uma melhor compreensão das questões e pressupostos práticos inerentes a esta área de estudo, tendo em consideração o benefício efetivo que a educação musical poderá obter através desta ligação interdisciplinar.

Palavras-chave: formação musical, desempenho acadêmico, competências matemáticas, neuromitos, ensino especializado de música, comunidade educativa, adolescentes.

ABSTRACT

Based on an interdisciplinary perspective and a link between Cognitive Neurosciences and Educational Sciences, this study aims to contribute to the understanding of the relationship between formal music education and possible cognitive benefits, in particular with regard to proficiency in mathematics in 9th grade students. The present study developed four studies that, on the one hand, sought to respond to the effectiveness of the direct and indirect effects resulting from the formal study of music in the performance of mathematics and, on the other hand, to identify the misunderstandings present in the educational communities of specialized education regarding the study of the brain related to music. The first study to be conducted was a systematic review of the literature with the objective of compiling and analyzing the studies published between 2007 and 2018 on the influence that the study of music can exert on cognitive and academic performance. Our results indicate that the studies carried out to date are still insufficient to demonstrate the clear relationship between musical education and mathematical skills, particularly as regards the benefits of the former over the latter. The need to find more robust research methods is reinforced in order to achieve consistent results and to enable them to be reliably incorporated into this scientific field. In the second study, we sought to analyze the perception about the neuromyths, and the scientific facts related specifically to brain study and music teaching in an educational community inserted SAEM. For this purpose, the sample was collected from teachers (n=42) aged between 24 and 65 years (M=41.21, SD=9.692), parents (n=109) aged between 36 and 54 years (M=45.40, SD=4.626) and students of the 3rd cycle and secondary education (n=89) aged between 12 and 18 years (M=14.24, DP= 1.877). The results confirmed a high prevalence of neuromyths related to music teaching in the entire educational community linked to SAEM, being consistent with patterns observed in studies in other countries. The conclusions suggest that there is a huge gap in knowledge involving the study of the brain and its possible transfer to classroom practice and the need for interdisciplinarity in the training of education professionals, in order to curb the circulation of these scientific distortions in the school context. The third study focused on the analysis of results obtained in the 9th grade Final Math Test (92) (IAVE, 2018) by music students compared to their peers, who had never attended formal music education, in order to verify the performance of the National Mathematics Exam. The sample was composed of 166 students, aged between 14 and 15 years, in which 74 are from the 9th grade of Regular Education (M = 14.65; SD = 0.481) and 90 attend the same year of schooling in SAEM schools (M = 14.53; SD = 0.502). The

results showed that music students scored better in the final math test in all their domains, i.e., Numbers and Operations (NO), Geometry and Measurement (GM), Functions, Sequences and Successions (FSS), Algebra (ALG) and Organization and Data Processing (ODP), compared to their peers without specialized music curriculum. Finally, the fourth study sought to establish a list of the results obtained in the 9th grade Final Math Test (92) (IAVE, 2018) of SAEM students by controlling the following variables: i) number of years of learning music; ii) type of instrument in learning (Keys, Percussion, Wind or Strings); iii) average time of weekly study of instrument; iv) final classifications of 3rd period; v) frequency of extracurricular activities (e.g., dance, sport, theatre); vi) support of mathematics; and vii) number of weekly support hours or explanation of mathematics. Here the study focused only on students of the SAEM (n=92), between 14 and 15 years of age (M=14.53, DP=0.502). Of all the variables analyzed, the results revealed that only the support presented significant differences, in that the students who do not have extra support to mathematics are the ones who achieve the best results in the final exam. Having regard to the various studies as a whole, it is concluded that, in the long term, the formal study of music may contribute to a positive transfer effect on mathematical skills, further research is needed to control a range of variables in order to robustly verify a causal relationship regarding the type of teaching on academic performance. We also perceive through the study about the perception about the music-related neuromyths that are various beliefs and scientific extrapolations that are still present in the school context, especially in what is dedicated to artistic teaching. From the work developed here it is also important to build a bridge between the scientific field of neuroscience and the work of translating this knowledge into educational practice, for a better understanding of the practical issues and assumptions inherent to this area of study, taking into account the effective benefit that musical education can obtain through this interdisciplinary link.

Keywords: musical training, academic performance, mathematical skills, neuromyths, specialized music education, educational community, adolescents.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ACF – Afirmações Cientificamente Fundamentadas

AEC – Atividades Extracurriculares

ALG – Álgebra

AMS – Área Motora Suplementar

AWMA – *Automated Working Memory Assessment*

BAPNE – Biomecânica, Anatomia, Psicologia, Neurociência, Etnomusicologia.

CNPD – Comissão Nacional de Proteção de Dados

CONFAD – Confederação Nacional das Associações de Pais

DKEFS – *Delis-Kaplan Executive Function System*

EAEM – Ensino Artístico Especializado de Música

EE – Encarregados de Educação

ER – Ensino Regular

FE – Funções Executivas

FSS – Funções, Sequências e Sucessões

GM – Geometria e Medida

IAVE – Instituto de Avaliação Educativa

IMMA – *Intermediate Measures of Music Audiation*

KBIT – *Kaufman Brief Intelligence Scale*

MIME – Monitorização de Inquérito em Meio Escolar

MRI – *Magnetic Resonance Imaging*

Nv – Nível

NO – Números e Operações

OTD – Organização e Tratamento de Dados

PFM – Prova Final de Matemática

PIRLS – *Progress in International Reading Literacy Trend Study*

Pt - Pontuação

PNL – Programação Neurolinguística

PPVT – *Peabody Picture Vocabulary*

QI – Quociente de Inteligência

ROI – *Regions of Interest*

RPM – *Raven progressive Matrices*

SPSS – *Software Statistical Package for the Social Sciences*

TIMSS – Trends in Mathematics and Science Study

TOL – *Tower of London*

TSB – *Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale*

VLFPFC – *Córtex Ventrolateral Prefrontal*

WISC – *Wechsler Intelligence Scale for Children*

WPPSI – *Wechsler Preschool and Primary School Test of Intelligence*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	VII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	IX
INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1: CONTRIBUTO DA FORMAÇÃO MUSICAL NO DESEMPENHO ACADÉMICO E COGNITIVO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	12
CAPÍTULO 2: NEUROMITOS NO ENSINO DE MÚSICA: SERÃO OS EQUÍVOCOS TRANSVERSAIS A TODA A COMUNIDADE EDUCATIVA LIGADA AO ENSINO ESPECIALIZADO?	34
CAPÍTULO 3: APRENDER MÚSICA CONTRIBUI PARA ATINGIR BONS RESULTADOS A MATEMÁTICA? ANÁLISE DO DESEMPENHO NO EXAME FINAL DE ADOLESCENTES MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS.	60
CAPÍTULO 4: 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?	79
CONCLUSÃO	99
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICE A	106
APÊNDICE B	108
APÊNDICE C	119
APÊNDICE D	126
APÊNDICE E	138
ANEXO A	144
ANEXO B	148
ANEXO C	151

INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, e apesar da existência de diversos estudos que abordam os efeitos que o estudo de música pode exercer no desenvolvimento cognitivo e no desempenho acadêmico (e.g. Santos-Luíz et al., 2015; Guhn, et al., 2019; Gouzouasis et al., 2007; Yang et al., 2014; Cabanac et al., 2013; Wetter et al., 2009; Holochwost et al., 2017; Milsza, 2010; Fitzpatrick, 2006; Bahr & Christensen, 2000; Cheek & Smith, 1999; Goeghegan & Mitchelmore, 1996; Gouzouasis et al., 2007; Kinney, 2008; Nutley et al., 2014; Schellenberg, 2006; Vaughn, 2000; Rauscher & Zupan, 2000; Helmrich, 2010), continua a haver uma grande discrepância entre os resultados obtidos, nomeadamente no que se refere à presença dos benefícios diretos e indiretos (Sala & Gobet, 2020; D' Souza & Wiseheart, 2018; Elpus, 2013; Moreno et al., 2011; Southgate & Roscigno, 2009; Schneider & Klotz, 2000; Schlaug, et al., 2005; Catterall et al., 1999; Costa-Giomi, 1999; Morrison, 1994).

A esta inconstância na literatura entre a efetividade da influência direta e indireta resultantes do estudo da música no desempenho cognitivo e acadêmico adicionada à grande expectativa de aplicabilidade de investigação sobre o cérebro à prática educacional, parece também ter dado espaço para se gerar diversos neuromitos em contexto escolar (Dekker et al., 2012; Rato et al., 2013; Gleichgerrcht et al., 2015; Tardif et al., 2015; Karakus et al., 2015; Pei et al., 2015; Deligiannidi & Howard-Jones, 2015; Düvel et al., 2017). Nesta área de estudo, algumas descobertas foram demasiadamente interpretadas relativamente ao que as neurociências podem oferecer à educação, adquirindo uma percepção de impacto ainda longe da realidade (OCDE, 2002; Pickering & Howard-Jones, 2007; De Bruyckere et al., 2015).

Sendo o foco desta dissertação o estudo sobre a relação entre a aprendizagem musical e o desempenho matemático, bem como a percepção da comunidade educativa sobre neuromitos no ensino de música, foram formulados os seguintes objetivos de investigação:

- i) refletir sobre a variação dos resultados publicados, entre 2007 e 2018, no campo do ensino de música e o efeito de transferência indireta no desempenho acadêmico e cognitivo, bem como diferenças cerebrais estruturais e funcionais entre músicos e não-músicos.

- ii) investigar a percepção da comunidade educativa inserida no Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM) sobre neuromitos e factos científicos relacionados especificamente com estudo do cérebro e a música.
- iii) analisar se os alunos que estudam música alcançam um desempenho superior no Exame Final de Matemática comparativamente com os seus pares que nunca frequentaram o ensino formal de música.
- iv) investigar a presença de uma relação dos resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (2018, 1ª Fase) dos alunos de 9º ano do EAEM, quanto a um conjunto de variáveis associadas ao tipo de ensino especializado, para verificar se algum destes se destacaria na influência sobre o desempenho na matemática.

Para atingir os objetivos delineados, foram conduzidos quatro estudos. O primeiro respeita a uma revisão sistemática da literatura e os restantes correspondem a três estudos empíricos. Assim, o conteúdo desta dissertação é composto por quatro capítulos.

O capítulo um percorre uma análise da literatura recente acerca da influência que o estudo da música pode exercer no desempenho académico em geral e na matemática, nas funções cognitivas e na plasticidade cerebral.

O capítulo dois refere-se ao estudo dos neuromitos ligados aos efeitos da música e no qual foram recolhidos dados junto de professores de música, pais e alunos do ensino artístico especializado de música.

Quanto ao capítulo três, trata-se de um estudo comparativo recolhendo-se dados sobre alunos de 9ºano músicos e não músicos.

O capítulo quatro surge na sequência do estudo anterior focando-se num conjunto dados da população estudantil de música. Neste trabalho, envolvemos assim vários participantes ligados ao EAEM.

Esta dissertação termina com uma conclusão geral que engloba os vários estudos fazendo ligação entre os resultados obtidos.

Os apêndices e os anexos mencionados ao longo deste trabalho encontram-se disponíveis no final a seguir às referências bibliográficas.

Todos os trabalhos desenvolvidos foram submetidos para publicação. O estudo referente ao capítulo 3 foi apresentado no *European Association for Research on Adolescence (EARA) 2020 (Online) Conference* (Apêndice A), o estudo do capítulo 4 foi apresentado no XV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação

(Apêndice B) e o estudo do capítulo 2 tem o resumo aceite para ser apresentado, em janeiro de 2021, no *5th International Conference on Childhood and Adolescence (ICCA)*.

CAPÍTULO 1: CONTRIBUTO DA FORMAÇÃO MUSICAL NO DESEMPENHO ACADÉMICO E COGNITIVO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

* Aceite para publicação:

Azevedo, S., Rato, J., & Castro-Caldas, A. (*no prelo*). Contributo da formação musical no desempenho académico e cognitivo de crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. *Revista Portuguesa de Educação*

Resumo

Esta revisão sistemática teve como objetivo analisar a literatura recente acerca da influência que o estudo da música pode exercer no desempenho académico em geral e na matemática; nas funções cognitivas; e na plasticidade cerebral. A revisão inclui estudos publicados entre 2007 e 2018, nas bases de dados *PubMed* e *Complementary Index, Academic Search Complete, Education Source, Psychology and Behavioral Sciences Collection, Science Direct* e *PsycArticles* utilizando o descritor *musical training*, combinado com descritores ligados ao desempenho académico em geral e na matemática, *academic achievement, mathematics* e *academic development*, e desenvolvimento cognitivo, *brain development* e *cognitive development*. Os estudos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: estudos (i) publicados em jornais científicos revistos por pares, (ii) com crianças e adolescentes até aos 18 anos; (iii) que incluíram o treino musical nas suas componentes teórica e/ou instrumental. A relação entre a formação musical e o desempenho académico em geral e a matemática mostrou-se inconsistente, não existindo consenso na literatura acerca dos benefícios da primeira sobre a segunda. Foram encontrados benefícios cognitivos e evidências para a plasticidade cerebral estrutural, induzida pelo treino musical na primeira infância, tendo em consideração as diferenças encontradas no volume de massa cinzenta.

Palavras-chave: formação musical, desempenho académico, competências matemáticas, desenvolvimento cognitivo.

1. Introdução

A relação entre a música e a matemática tem sido considerada há milhares de anos (Isman & Sanders, 2012). Nos ensinamentos de Pitágoras (cerca de 500 a.C.) e dos seus seguidores, a música e a aritmética não eram disciplinas separadas, os números eram considerados a chave de todo o universo espiritual e físico. O sistema dos sons e ritmos

musicais, sendo regido pelo número, exemplificava a harmonia do cosmos e correspondia a essa harmonia (Grout & Palisca, 2014). No tempo dos gregos antigos, a matemática e a música estavam fortemente conectadas. A música era considerada uma disciplina estritamente matemática, lidando com relações numéricas, proporções e proporções (Beer, 2005).

A música, no contexto do *Quadrivium* (*curriculum* da escola pitagórica), era colocada ao mesmo nível da aritmética, geometria e astronomia, constituindo as artes matemáticas. Essa interpretação negligenciou os aspetos criativos da performance musical. A música era a ciência do som e da harmonia (Beer, 2005).

Nos anos 90, um estudo de Rauscher et al., (1994) fez renascer o interesse pelo estudo dos benefícios não-musicais decorrentes da exposição musical quando indicaram que uma breve exposição (dez min) a uma sonata de *Mozart* gerava um aumento a curto prazo das capacidades de raciocínio espacial. É nesta altura que surge o designado “*Efeito Mozart*”, que deu fundamento à construção de diversas crenças relativamente à relação existente entre o domínio da música e a cognição. Jones e Zigler (2002) mencionam um estudo de Rauscher et al., (1997) realizado com crianças em idade pré-escolar (entre os três e os cinco anos) que tiveram aulas particulares de piano de dez minutos por dia durante seis meses. Os investigadores verificaram que o grupo de piano apresentou melhores resultados numa Tarefa de Montagem de Objetos que requeria competências espaço-temporais, do *Weschler Preschool and Primary School Test of Intelligence* (WPPSI), comparativamente às crianças que beneficiaram de aulas de informática, canto ou sem aulas. Perante os resultados obtidos, os investigadores descreveram estas mudanças na capacidade espaço-temporal como “de longo prazo”, uma vez que eram igualmente evidentes tanto nas crianças que foram testadas em menos de um dia após a última aula, como naquelas que foram testadas um dia após o término. No entanto, a definição excepcionalmente limitada de “a longo prazo” aplicada a um contexto de dez minutos e um ou dois dias, tornou a conclusão puramente especulativa.

Jones e Zigler (2002) citam ainda outros investigadores que tentaram replicar o “*Efeito Mozart*”, para distinguir a superioridade induzida pela música em testes e subtestes cognitivos, sem sucesso (cf. Kenealy & Monseth, 1994; Steele et al., 1999; Newman et al., 1995; Stough, et al., 1994; Steele et al., 1997; Wilson & Brown, 1997). Posteriormente, o “*Efeito Mozart*” foi muito criticado, já que foram várias as limitações apontadas no método de estudo utilizado. Já O’Hanlon (1981) tinha salientado que os estados de humor poderiam influenciar o desempenho de tarefas quando o indivíduo, de

alguma forma, era exposto a um estímulo monótono. Assim, este efeito poderia ter surgido a partir da existência de diferenças de humor ou excitação, e não da exposição a Mozart (Schellenberg, 2001).

Mais recentemente o estudo da música ganhou interesse adicional na educação, tendo em consideração estudos neurocientíficos que demonstram efeitos positivos no desenvolvimento do cérebro e, concomitantemente, no desempenho acadêmico. Alguns autores, como Beer (2005), Benson (2008) e Wright (2009), referem que existem numerosas ligações entre a música e a matemática, tais como as relações numéricas, as proporções, os números inteiros, os logaritmos, as operações aritméticas, a trigonometria e a geometria, que se encontram relacionados com elementos musicais como a melodia, o ritmo, os intervalos, as escalas e a harmonia.

Até então, diversos estudos têm sido conduzidos abordando os efeitos que o estudo da música pode exercer no desenvolvimento cognitivo e, concomitantemente, no desempenho acadêmico. No entanto, os resultados desses estudos têm sido considerados inconclusivos ou contraditórios. Para além disso, nenhum dos estudos focou os efeitos musicais nas competências matemáticas (Moreno et al., 2011; Schellenberg, 2011; Southgate & Roscigno, 2009; Wetter et al., 2009; Schneider & Klotz, 2000; Fitzpatrick, 2006; Schlaug, et al., 2005; Catterall et al., 1999; Costa-Giomi, 1999; Morrison, 1994). Porém, os trabalhos de Miendlarzewska e Trost (2014), Ramalho (2014), Luís (2013) e Moura (2012) apresentaram uma perspetiva diferente.

Por um lado, atribuíram à formação musical efeitos de transferência diretos e indiretos, preparando uma base para uma variedade de competências que promoviam o desenvolvimento cognitivo. Por exemplo, as crianças que aprendem música apresentam uma melhor memória verbal, capacidade de aprender uma segunda língua, capacidade de leitura e funções executivas. O *entrainment* do ritmo foi explicitamente proposto como o mecanismo que apoia o desenvolvimento de funções executivas para efeitos de treinamento da música e da dança (Miendlarzewska & Trost, 2014).

Quanto aos estudos conduzidos a nível nacional, Ramalho (2014) estudou os efeitos, ao nível das funções executivas e da reprodução de estruturas rítmicas de crianças, de uma metodologia de iniciação musical aplicada em crianças em idade pré-escolar, num período de três anos. Fizeram parte do primeiro grupo de intervenção 21 crianças e do segundo grupo 19, com um grupo de controlo de 31 crianças. Os resultados revelaram que a iniciação musical teve impacto significativo e positivo nas funções executivas e no desenvolvimento da capacidade rítmica. Para além disso, quanto maior for tempo de

aprendizagem, maior é o desenvolvimento, quer das funções executivas, quer da capacidade rítmica. Concluiu-se que um ano após o término da intervenção, não existiu retrocesso nos benefícios obtidos a partir da aprendizagem inicial de música.

No estudo longitudinal conduzido por Luís (2013), foram estudados alunos desde o 7º ao 9º ano, quanto à influência da aprendizagem musical no próprio desenvolvimento musical, para além de observar o efeito de preditores no desempenho matemática (nível socioeconómico, inteligência e variáveis cognitivo-motivacionais). A amostra abrangeu 112 alunos do Ensino Especializado de Música e do Ensino Regular. Os alunos foram avaliados a partir da avaliação sumativa na disciplina de matemática e dos resultados no Exame Nacional de Matemática. Os resultados revelaram que os alunos que frequentavam o ensino formal de música apresentaram um desempenho matemático superior relativamente aos alunos sem este tipo de ensino, sustentando também a hipótese de que o número de anos de aprendizagem musical contribui para o aumento do desempenho matemático.

Já Moura (2012) analisou os contributos da participação em projetos artísticos e musicais (Clubes de Música) no desempenho académico de alunos que frequentavam o 2º ciclo do Ensino Básico. A amostra era composta por 379 alunos e destes, 77 participavam em Clubes de Música. Os resultados revelaram uma relação positiva entre a frequência em atividades extracurriculares (frequência do Clube de Música) e o desempenho académico no geral e individualmente em Língua Portuguesa, matemática e Educação Musical. Foi observado simultaneamente uma relação também positiva entre a frequência no Clube de Música e o desenvolvimento de competências musicais.

Por sua vez, o estudo de Pereira (2012) menciona que a música enquanto atividade extracurricular não explica, só por si, outro tipo de benefício cognitivo não musical. Neste estudo foram analisadas as diferenças cognitivas entre o estudo profissional de música em relação ao estudante de ensino regular, tendo em consideração os dois ambientes distintos em que estão inseridos. A amostra foi composta por 190 alunos, com idades compreendidas entre os 12 e 22 anos. Destes, 119 frequentavam o Ensino Regular e 71 o Ensino Profissional. Os resultados revelaram uma relação positiva entre a música e as capacidades cognitivas melhoradas (abstrata, numérica, espacial e mecânica), à exceção do domínio verbal, em ambiente profissional. O tempo de experiência de ensino musical foi também associado a melhores capacidades cognitivas, sendo que à medida que os alunos vão evoluindo nos seus estudos musicais maior é a hipótese de melhorarem significativamente as suas capacidades cognitivas.

Assim, esta revisão visa reunir os estudos presentes nas bases de dados internacionais para identificar e refletir sobre a variação dos resultados publicados, nos últimos anos, no campo da formação musical e o efeito de transferência indireta no desempenho acadêmico e cognitivo, bem como diferenças cerebrais estruturais e funcionais entre músicos e não-músicos.

2. Material e métodos

Conduzimos uma revisão sistemática bibliográfica com recurso às seguintes bases de dados *online*: *PubMed*, *Complementary Index*, *Academic Search Complete*, *Education Source*, *Psychology and Behavioral Sciences Collection*, *Science Direct* e *PsycArticles*. Utilizamos um descritor relacionado com a formação musical, para o qual utilizámos o termo *musical training*, combinado com descritores ligados ao desempenho acadêmico, em geral e na matemática, com os termos *academic achievement*, *mathematics* e *academic development*, e desenvolvimento cognitivo, com os termos *brain development* e *cognitive development*. Foi estabelecido um período para a pesquisa, compreendendo trabalhos publicados num período de 11 anos, entre 2007 e 2018, escritos em língua inglesa. A análise inicial implicou uma classificação dos artigos, com base numa seleção mais detalhada de acordo com critérios de inclusão e exclusão, por forma a identificar os estudos relevantes de acordo com o objeto de estudo proposto. Foram incluídos estudos (i) publicados em jornais científicos revistos por pares (*peer-reviewed*), (ii) realizados com crianças e adolescentes até aos 18 anos; (iii) que incluíram o treino musical nas suas componentes teórica e/ou instrumental. Foram excluídos os seguintes: (i) estudos que utilizaram currículos integrados (p.e., aulas de música e leitura na mesma intervenção); (ii) estudos em que não existiu um grupo de controlo; (iii) estudos com adultos; e (iv) estudos com crianças e adolescentes com dificuldade de aprendizagem específica ou condição clínica. Após este processo de seleção, foi feita uma leitura integral dos trabalhos escolhidos procedendo-se a uma análise detalhada.

2.1. Seleção do Estudo

Com a pesquisa realizada nas sete bases de dados, utilizando os descritores anteriormente referidos, foram encontrados 1934 trabalhos. As referências duplicadas foram eliminadas e o número de artigos identificados reduziu para 1884 (Figura 1). Posteriormente, foram analisados os títulos e/ou resumos desses artigos, tendo sido excluídos (i) artigos que não avaliavam especificamente os efeitos do treino musical nas

suas componentes teórica e/ou instrumental na matemática ou no desempenho académico em geral ou nas funções cognitivas ou na plasticidade cerebral; (ii) estudos com crianças e adolescentes com dificuldades de aprendizagem específica ou condição clínica; (iii) estudos com adultos, (iv) e estudos em que foram utilizados currículos integrados, (v) estudos em que não existiu um grupo de controlo. A partir desta seleção inicial, foram selecionados 40 artigos para uma leitura completa. No final, foram selecionados 12 estudos que cumpriam na totalidade os critérios estabelecidos previamente (Tabela 1).

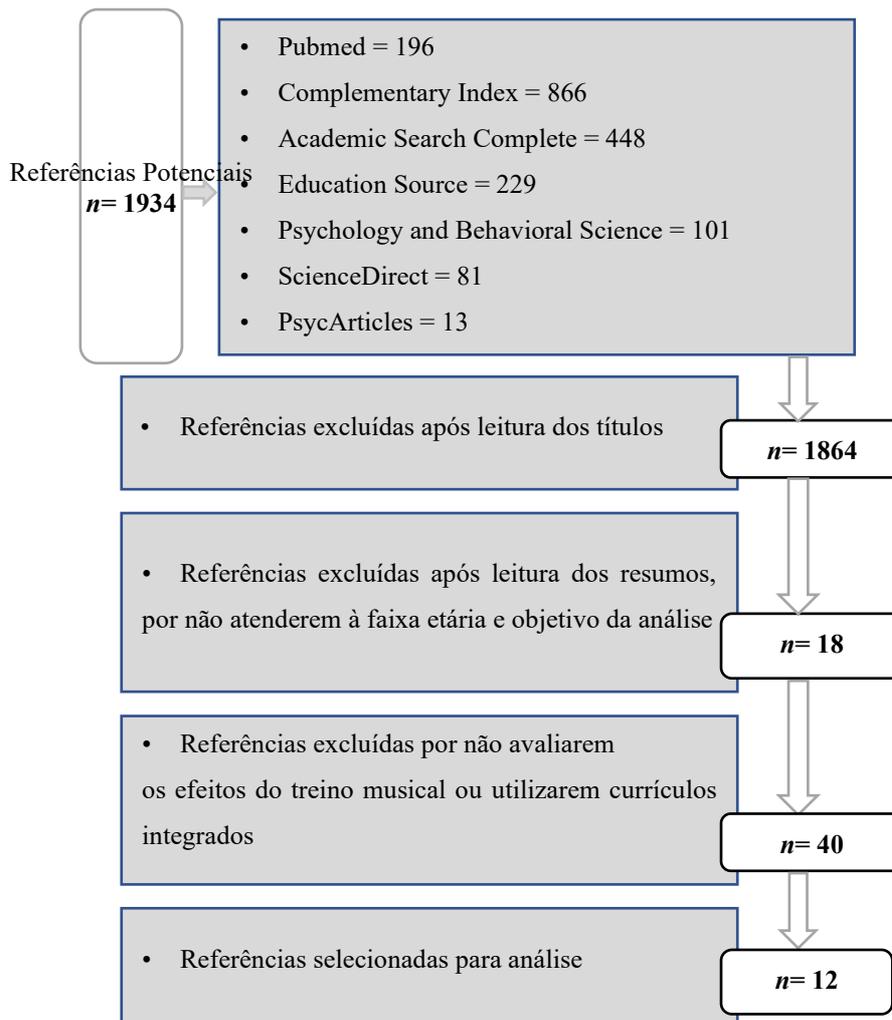


Figura 1. Método de seleção dos estudos incluídos nesta revisão.

3. Resultados

Da análise aos 12 estudos selecionados, verificou-se que estes foram conduzidos em oito países e publicados em 11 jornais revistos por pares (Tabela 1). No total, os estudos abrangeram 2541 crianças e adolescentes, com idades entre os cinco e os dezassete anos, as quais foram avaliadas relativamente (i) ao desenvolvimento do raciocínio matemático; e/ou (ii) no desempenho académico em geral; e/ou (iii) nas funções cognitivas (memória

e atenção); e/ou (iv) na plasticidade cerebral. A maior parte dos autores diferenciou o género, permitindo observar que, no total da amostra, há uma maior percentagem de crianças e adolescentes do género masculino (51%), do que do género feminino.

Tabela 1. Estudos Seleccionados.

Autores	Ano	País	Jornais	(n)	Género (n)		Intervalo ou média de idade	Tipo de Estudo
					M	F		
D'Souza e Wiseheart	2018	Canadá	<i>Archives of Scientific Psychology</i>	75	31	44	6-9	Transversal
Gou et al.	2018	Japão	<i>Frontiers in Psychology</i>	40	22	18	6-8	Piloto Exploratório (Ensaio Clínico Aleatório)
Jaschke et al.	2018	Reino Unido	<i>Frontiers in Neuroscience</i>	147	NA	NA	6;02-6;06	Longitudinal
Hallam et al.	2016	Reino Unido	<i>British Journal of Music Education</i>	608	NA	NA	11-16	Retrospectivo
Nutley et al.	2014	Suécia	<i>Frontiers in Human Neuroscience</i>	339	171	168	6-25	Longitudinal
Roden et al.	2014	Alemanha	<i>Applied Cognitive Psychology</i>	345	190	155	7-8	Longitudinal
Yang et al.	2014	China	<i>Scientific Reports</i>	250	128	122	6.06	Longitudinal
Zuk et al.	2014	EUA	<i>PLoS ONE</i>	27	11	17	9-12	Prospetivo
Cabanac et al.	2013	Canadá	<i>Behavioural Brain Research</i>	560	NA	NA	14-17	Prospetivo
Kaviani et al.	2013	Irão	<i>Cognitive Processing</i>	60	NA	NA	5-6	Prospetivo
Hyde et al.	2009	EUA	<i>The Journal of Neuroscience</i>	31	15	16	5.90 – 6.32	Longitudinal
Forgeard et al.	2008	EUA	<i>PLoS ONE</i>	59	30	29	8-11	Prospetivo

Todos os estudos são empíricos, cinco longitudinais, um transversal, quatro prospetivos, um retrospectivo e um de ensaio. Nos 12 estudos, os resultados obtidos em crianças com formação musical (teórico e/ou instrumental) foram comparados a

resultados de crianças sem formação musical (grupos de controlo), emparelhados por várias variáveis. É de salientar a existência de mais artigos no ano de 2014 e o facto de haver um período de dois anos, entre 2010 e 2012, em que não foram encontrados estudos que se enquadrassem na revisão em análise.

As principais características de cada um dos estudos incluídos são apresentados na Tabela 2.

A partir da revisão, verificou-se que quatro dos estudos mencionam uma influência positiva da formação musical (teórico e/ou instrumental) no desempenho académico em geral (Cabanac et al., 2013) ou em disciplinas, tais como o inglês (Yang, Ma, Gong, Hu & Yao, 2014) e a matemática (Hallam & Rogers, 2016; Nutley et al., 2014). Contudo, os estudos de Yang et al. (2014) e Forgeard et al., (2008) não confirmam os resultados acima mencionados quanto às competências matemáticas. No estudo de Yang et al. (2014), as crianças que estudaram música superaram os não-músicos só no desempenho musical e no desenvolvimento da língua inglesa. Contudo, e embora o treino musical pareça estar correlacionado com o desenvolvimento académico 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. Também Forgeard et al. (2008) indicaram que as crianças que aprenderam a tocar um instrumento, durante três ou mais anos, superaram os seus pares de controlo em áreas estritamente relacionadas com a música - competências motoras finas e discriminação entre melodias - mas não ao nível das competências fonémicas, espaciais ou da matemática. O grupo de controlo superou também no desempenho verbal (vocabulário) e no raciocínio não-verbal, tendo sido o treino musical apontado como um preditor destas capacidades.

Por sua vez, Hallam e Rogers (2016) referem ainda que os progressos superiores e melhores resultados académicos têm maior impacto nas crianças que tocam um instrumento há mais tempo.

Observou-se igualmente, nos estudos revistos, uma associação do treino musical a benefícios cognitivos, i.e., melhor desempenho nos testes de raciocínio, memória de trabalho visuoespacial (Jaschke et al., 2018; Nutley et al., 2014) e verbal ao longo do tempo (Nutley et al., 2014), velocidade de processamento (Nutley et al., 2014; Roden et al., 2014 & Zuk et al., 2014), capacidades musicais e rítmicas, atenção visual e auditiva (Roden et al., 2014), aumento significativo do Quociente de Inteligência (QI), especificamente, no raciocínio verbal e memória a curto prazo (Kaviani et al., 2013). No

raciocínio numérico e visual/abstrato as competências não diferiram entre o grupo que recebeu aulas de música e o que não recebeu (Kaviani et al., 2013).

Não concordantes com estes resultados, encontramos o estudo de D'Souza e Wiseheart (2018) em que não foram observados efeitos no desempenho cognitivo, em crianças com idades compreendidas entre os seis e os nove anos de idade, após um curto período de aprendizagem musical em comparação ao grupo de dança ou ao grupo de controlo. Este estudo contribui para tese de inconsistência de resultados já que levanta a questão se efetivamente o enriquecimento mental pode ocorrer na aprendizagem num curto prazo de tempo. Também não foram encontradas alterações nas competências cognitivas relacionadas com a aprendizagem musical (memória de trabalho, controlo de interferência, troca de tarefas, velocidade de processamento, vocabulário recetivo ou inteligência não verbal) após a intervenção experimental. Deste modo, a falta de melhoria nas medidas cognitivas rejeita as propostas teóricas anteriores das competências cognitivas essenciais (funções executivas, velocidade de processamento), ou mecanismos de aprendizagem básicos (coordenação multimodal e *entrainment* do ritmo), como intermediários para um benefício cognitivo.

Também Zuk et al. (2014) focaram a relação entre o treino musical e uma maior ativação cerebral em regiões das Funções Executivas (FE) durante o paradigma de alternância de tarefas, descobrindo que crianças com uma média de 5.2 anos de treino musical revelaram um desempenho aprimorado em vários constructos das FE, em comparação com não-músicos, especialmente nas medidas de flexibilidade cognitiva, nos subtestes de fluência verbal e de *Trail Making* (através de tarefas de sequenciação visual-motoras), do Teste *Delis-Kaplan Executive Function System* (DKEFS) e velocidade de processamento, não existindo nenhuma diferença significativa na memória de trabalho entre os dois grupos em estudo. Para além disso, detetaram, através da investigação dos correlatos neuronais de alternância da atenção entre tarefas (*switching*), que houve uma maior ativação na Área Motora Suplementar (AMS) e no Córtex Ventrolateral Prefrontal (VLFPC) em crianças treinadas musicalmente em comparação com crianças sem treino, através de comparação direta do cérebro e análise de ROI (*regions of interest*). Estes resultados apoiam a hipótese de que o funcionamento executivo pode ser um dos mecanismos que medeiam o vínculo relatado entre o treino musical e as competências académicas, uma vez que as competências das FE e académicas surgem frequentemente correlacionadas. Neste mesmo estudo, os investigadores notaram ainda uma associação

entre vários construtos das FE em crianças com diferentes intensidades de treino musical. No entanto, não foram observadas diferenças ao nível da inibição.

Jaschke et al. (2018) analisaram os efeitos das aulas de música estruturada nas subfunções executivas subjacentes ao desempenho académico em crianças do 1º ciclo escolar. Os resultados mostraram que as crianças que participavam em aulas de música que seguiam uma estruturação e objetivo delineado, tiveram um melhor desempenho em tarefas cognitivas, tais como o QI verbal, planeamento e inibição quando comparadas aos controlos. Nas subfunções executivas primordiais para a perceção, processamento e execução da música também foram encontrados aumentos significativos na inibição e no planeamento, bem como no QI verbal.

Nos estudos que investigaram mudanças estruturais cerebrais, entre músicos e não-músicos, foram observadas diferenças no volume de massa cinzenta no lobo temporal, situado principalmente nos giros fusiformes temporais e occipitais inferiores e na ínsula, caudado e putâmen, áreas relacionadas com a descodificação de notação musical (Nutley et al., 2014) e mudanças nas áreas cerebrais motoras e auditivas e várias áreas frontais, no peri-cingulado posterior esquerdo e na região occipital média esquerda em crianças, após 15 meses de treino musical (Hyde et al., 2009). No entanto, nenhuma destas mudanças foi correlacionada com melhorias no desempenho motor e capacidades auditivas (Hyde et al., 2009). Para além disso, no estudo de Hyde et al. (2009), apenas foi considerado o efeito da música no desenvolvimento do cérebro sem ter em consideração o desempenho académico, não medindo diretamente o efeito da música no desempenho académico.

Estudo	Participantes (n)		Objetivo do estudo	Medidas de Avaliação	Influência da Formação Musical nos Objetivos em Estudo
	GE	GC			
D' Souza e Wiseheart (2018)	50	25	Investigar se aprendizagem musical tem influência na cognição.	<i>Peabody Picture Vocabulary (PPVT); K-BIT Matrices; Digit Span Forward; Digit Span Backward; Self-Ordered Pointing Task; Flanker; Stroop; Color-Shape; Quantity-Identify; Box Completion; Symbol Copy; Digit Symbol Substitution.</i>	Não foram observados efeitos no desempenho cognitivo no grupo de música em comparação com o grupo de dança ou grupo de controlo. Também não foram encontrados efeitos nas competências cognitivas relacionadas com a aprendizagem musical (Memória de trabalho, controlo de interferência, troca de tarefas, velocidade de processamento, vocabulário recetivo ou inteligência não verbal após o experimento. Nas competências cognitivas essenciais (funções executivas, velocidade de processamento) ou mecanismos de aprendizagem básicos (coordenação multimodal e <i>entrainment</i> do ritmo) não funcionam como intermediários para um benefício cognitivo. O facto de não ter sido observado diferenças significativas nos grupos avaliados, este estudo conclui que não há benefícios exclusivos do treino musical a curto prazo.
Guo et al. (2018)	20	20	Investigar o efeito de um programa de prática instrumental de 6 semanas nas funções executivas de crianças.	<i>Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV); Teste de RAN</i>	É sugerido que tocar instrumentos musicais pode ser benéfico para melhorar a memória de trabalho a curto prazo. No entanto, não foi encontrada nenhuma influência cognitiva significativa no desempenho nas tarefas que avaliaram a capacidade verbal, inibição e velocidade de processamento.

Estudo	Participantes (n)		Objetivo do estudo	Medidas de Avaliação	Influência da Formação Musical nos Objetivos em Estudo
	GE	GC			
Jaschke et al. (2018)	109	37	Avaliar se as aulas de música estruturadas podem afetar subfunções executivas adjacentes ao desempenho acadêmico.	<i>Tower of London (TOL); Klingberg Short Term and Working Memory Task; Go/No-Go Task; Wechsler Intelligence Scale for Children (subtests I - Information, III - Similarities, V- Verbal Comprehension e VII – Aritmética); Testes da National Pupil Monitoring System (CITO); Music Intervention.</i>	Foi identificada uma influência positiva da educação musical a longo prazo nas competências cognitivas, como o planejamento e inibição. Foram registradas simultâneas melhorias nas tarefas de memória visuoespacial. Para além disso, foi observado um efeito de transferência indireta da educação musical no desempenho acadêmico mediado por subfunções executivas.
Hallam et al. (2016)	115	493	Verificar se os estudantes que aprendem a tocar um instrumento musical têm um melhor desempenho nos exames nacionais do Reino Unido.	Testes acadêmicos e exames nacionais nas disciplinas de inglês, matemática e desempenho global.	Os jovens instrumentistas mostraram melhor progresso e resultados acadêmicos do que os não-instrumentistas, com maior impacto naqueles que tocavam há mais tempo (4/5 anos).
Nutley et al. (2014)	280	59	Determinar se o treino musical poderá estar associado a: (1) efeitos cognitivos globais positivos, na memória de trabalho, velocidade de processamento e capacidade de raciocínio, bem como nas competências de matemática e	<i>Automated Working Memory Assessment (AWMA); Raven's Advanced Progressive Matrices; Trends in Mathematics and Science Study (TIMSS) e Basic Number Screening Test;</i>	A prática musical afeta positivamente o desenvolvimento da memória de trabalho e suporta a importância da prática para o desenvolvimento da memória de trabalho durante a infância e adolescência. Foram encontradas diferenças significativas no volume de massa cinzenta, no lobo temporal situado principalmente nos giros fusiformes temporais e occipitais inferiores e na ínsula, caudado e putâmen.

Estudo	Participantes (n)		Objetivo do estudo	Medidas de Avaliação	Influência da Formação Musical nos Objetivos em Estudo
	GE	GC			
			leitura ao longo dos períodos, (2) com a quantidade de prática e a magnitude dos benefícios cognitivos e acadêmicos; (3) diferenças estruturais no cérebro entre músicos e não músicos em três momentos.	<i>Progress in International Reading Literacy Trend Study (PIRLS 2001 T)</i> e <i>The International Associations Association for the Evaluation of Education Achievement Reading Literacy Study 1991;</i> <i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i>	
Roden et al. (2014)	192	153	Investigar os efeitos a longo prazo de um programa de música instrumental, em sala de aula, nas capacidades cognitivas em crianças em idade escolar. Especificamente, nas competências cognitivas musicais: atenção visual, velocidade de processamento e de audição musical, em três momentos ao longo de um período de 18 meses.	<i>Thorndike's Cognitive Abilities Test, Primary II/Form 1 and 2;</i> <i>d2 test of attention;</i> <i>Zahlen-Verbindungs-Test.</i>	As crianças que receberam treino musical instrumental apresentaram aumentos significativos nas competências musicais e velocidade de processamento, da segunda para a terceira avaliação, e um aumento das capacidades rítmicas, da primeira para a segunda avaliação. Embora as crianças com treino musical tenham mostrado melhorias tanto na velocidade de processamento quanto na atenção visual ao longo do tempo, elas apenas tiveram uma pequena vantagem na primeira e uma clara desvantagem na última medida em comparação com as crianças do grupo de controlo que receberam formação em ciências naturais.

Estudo	Participantes (n)		Objetivo do estudo	Medidas de Avaliação	Influência da Formação Musical nos Objetivos em Estudo
	GE	GC			
Yang et al. (2014)	77	173	Analisar se o treino musical está relacionado com um melhor desempenho académico na L1 – Chinês, na L2 – Inglês e em Matemática.	Testes padronizados em L1, L2 e matemática (aritmética, geometria e álgebra); Treino formal de pintura; Teste musical: <i>pitch</i> na música, representação melódica, canto e teoria musical; Acompanhamento extracurricular na L1, L2 e matemática; <i>Raven IQ test</i> .	As crianças com formação musical superaram as crianças sem formação musical apenas no desempenho musical e no desenvolvimento da segunda língua (Inglês). Além disso, embora a formação musical parecesse estar correlacionada com o desenvolvimento académico final das crianças na L1 (chinês), L2 (inglês) e matemática, não contribuiu de forma independente para o desenvolvimento de L1 ou competências matemáticas.
Zuk et al. (2014)	15	12	Investigar a relação entre o treino musical e as funções executivas (FE).	<i>Delis-Kaplan Executive Function System</i> (subtestes): <i>Trail Making</i> ; <i>Wechsler Intelligence Scale for Children IV</i> (WISC-IV); <i>Kaufman Brief Intelligence Test</i> (KBIT); fMRI set-shifting task.	Crianças treinadas musicalmente mostraram melhor desempenho do que as crianças não treinadas nas medidas de flexibilidade cognitiva (fluência verbal e <i>Trail Making</i>) e velocidade de processamento, e ativação significativamente maior na pré-Área Motora Suplementar / Área Motora Suplementar e Córtex pré-frontal ventrolateral, durante a representação de regras e troca de tarefas.
Cabanac et al. (2013)	128	432	Investigar se estudar música a longo prazo sistematicamente melhora o desempenho académico.	Resultados dos testes com desempenho quantificável, incluindo: desporto, ciência, matemática, francês, inglês, história,	Os alunos que selecionaram o curso de música tiveram melhor desempenho do que os escolheram artes plásticas ou artes dramáticas, apesar de todos terem um desempenho inicial alto.

Estudo	Participantes (n)		Objetivo do estudo	Medidas de Avaliação	Influência da Formação Musical nos Objetivos em Estudo
	GE	GC			
				química, física, espanhol, ética, mundo atual.	Os resultados confirmam que a música tem uma ligação com a cognição. Contudo, eles não indicam causalidade, isto é, se os alunos têm melhores notas porque praticam música ou se escolhem música porque são melhores na escola.
Kaviani et al. 2013	30	30	Medir os efeitos da formação musical no desenvolvimento cognitivo de crianças em idade pré-escolar.	<i>Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale</i> (TSB) <i>'Orff method'</i>	A participação em aulas de música pode conduzir a melhorias no funcionamento intelectual e aumento das competências verbais e não verbais, bem como a um aumento da capacidade de memória e de desempenho.
Hyde et al. (2009)	15	16	Investigar mudanças estruturais cerebrais em relação a mudanças comportamentais, em crianças que tiveram 15 meses de treino musical relativamente a um grupo de crianças que não tiveram treino musical.	<i>Melodic and Rhythmic Discrimination Test Battery;</i> <i>Wechsler Intelligence Scale for Children III</i> (WISC-III); <i>Raven's Progressive Matrices</i> (RPM); <i>Auditory Analysis Test;</i> <i>MRI Scanner.</i>	As crianças instrumentistas mostraram mudanças comportamentais em apenas 15 meses na tarefa motora de dedo e melodia/tarefas rítmicas, mas não nas tarefas não musicais. Além disso, as crianças instrumentistas mostraram maiores mudanças, em comparação com o grupo de controlo, em áreas motoras do cérebro, como o giro precentral direito (área da mão motora), e no corpo caloso (4º e 5º segmento/metade do corpo), bem como numa região auditiva (giro de Heschl). Embora as diferenças cerebrais estruturais fossem esperadas em áreas do cérebro motoras e auditivas, diferenças significativas cerebrais também foram encontradas em várias áreas frontais, no peri-cingulado posterior esquerdo e na região média do occipital esquerdo.

Estudo	Participantes (n)		Objetivo do estudo	Medidas de Avaliação	Influência da Formação Musical nos Objetivos em Estudo
	GE	GC			
					O fato de não haver diferenças cerebrais estruturais encontradas entre os grupos antes do início do treino musical indica que o desenvolvimento diferencial dessas regiões cerebrais é mais induzido pela prática instrumental do que pelos preditores biológicos preexistentes da musicalidade. Os resultados fornecem novas evidências de plasticidade cerebral estrutural induzida por treinamento na primeira infância.
Forgeard et al. (2008)	41	18	Verificar a associação entre o treino musical instrumental na infância e os resultados intimamente relacionados com a formação musical, bem como aqueles mais indiretamente relacionados.	<i>Gordon's Intermediate Measures of Music Audiation (IMMA)</i> ; Tarefa de discriminação melódica e rítmica; Tarefa de aprendizagem motora; <i>Wechsler Intelligence Scale for Children III (WISC-III)</i> ; <i>Raven's Progressive Matrices (RPM)</i> ; <i>Auditory Analysis Test</i> ; <i>KeyMath-Revised: A Diagnostic Inventory of Essential Mathematics</i>	O envolvimento musical foi relacionado com a competência motora fina e discriminação da melodia, a competência verbal, no entanto, não foi encontrada uma relação com as competências espaciais, a inteligência geral, a consciência fonológica e a matemática.

4. Discussão

A presente revisão sistemática da literatura identificou 12 estudos empíricos publicados nos últimos 11 anos e que contribuem na reflexão sobre a influência da formação musical no desenvolvimento do raciocínio matemático; nas funções cognitivas (memória e atenção); e na plasticidade cerebral. Apesar de existirem estudos com foco no impacto da formação musical nas competências acadêmicas e cognitivas em crianças e adolescentes, nenhum sintetizou diretamente os seus efeitos estritamente nas competências matemáticas.

O desempenho acadêmico em crianças e/ou adolescentes em idade escolar, durante ou após exposição a um treino musical teórico e/ou instrumental, foi avaliado em cinco estudos (Hallam & Rogers, 2016; Nutley et al., 2014; Yang et al., 2014; Cabanac et al., 2013; Forgeard et al., 2008). Contudo, se por um lado não há dados suficientes a suportar que a formação musical melhora as competências acadêmicas, no geral, e as competências matemáticas, em específico (Yang et al., 2014; Forgeard et al., 2008), por outro não há também evidências a apoiar que o treino musical (teórico e/ou prático) não tem efeito nestas proficiências (Hallam & Rogers, 2016; Nutley et al., 2014; Cabanac et al., 2013). A variabilidade de resultados pode ser atribuída aos diferentes modelos de estudo e diferentes instrumentos de avaliação utilizados. Para além disso, na matemática, cada estudo analisa um domínio diferente, podendo ser outra razão para não se encontrar consenso nos vários resultados (Hallam & Rogers, 2016; Nutley et al., 2014.; Cabanac et al., 2013; Forgeard et al., 2008). Um outro ponto de discussão será o período de intervenção, na medida em que pode ser um forte indicador de efeito ou da sua falta, uma vez que alguns dos estudos envolveram apenas intervenções educacionais com duração inferior a um ano (Forgeard et al., 2008; Kaviani et al., 2013).

No que diz respeito às funções cognitivas, os resultados obtidos nos estudos de Guo et al. (2018) e D'Souza e Wiseheart (2018) não são unânimes a identificar os benefícios cognitivos do treino musical, nomeadamente, no que se refere à velocidade de processamento e à capacidade verbal. No estudo de Guo et al. (2018), os autores, após medirem as funções cognitivas antes e depois da aplicação de um programa de treino musical durante seis semanas, apenas conseguiram observar uma melhoria na memória de trabalho de crianças entre os seis e os oito anos. D'Souza e Wiseheart (2018) para além de não observarem alterações nas competências cognitivas relacionadas com a aprendizagem musical, também não encontraram benefícios na memória de trabalho, ao contrário do que se verificou no estudo de Guo et al. (2018), na troca de tarefas, no

controle de interferência e na inteligência não verbal. Ao nível do raciocínio, memória de trabalho visuoespacial e verbal, ao longo do tempo, e capacidades musicais e rítmicas, flexibilidade (ex: fluência verbal), raciocínio verbal e memória a curto prazo, os estudos são coincidentes quanto à influência positiva que a formação musical exerce sobre estas funções (Jaschke et al., 2018; Nutley et al., 2014; Roden et al., 2014; Zuk et al., 2014; Kaviani et al., 2013). No que diz respeito à influência positiva da educação musical a longo prazo em competências cognitivas como a inibição, os resultados de Jaschke et al. (2018) contradizem os de Guo et al., (2018) e Zuk et al. (2014), tendo em consideração que em ambos os estudos não foram observados efeitos significativos.

Relativamente à atenção, Roden et al. (2014) mostram uma relação entre o treino musical e as capacidades de atenção auditiva. No entanto, estes resultados não são diretamente comparáveis com estudos que focam a relação entre o treino musical e a atenção visual.

Nos dois estudos, Nutley et al. (2014) e Hyde et al. (2009), que avaliaram mudanças estruturais cerebrais entre crianças músicos e não-músicos foram encontradas novas evidências para plasticidade cerebral estrutural induzida pelo treino musical na primeira infância. De acordo com Hyde et al. (2009), estas descobertas revelam que o treino musical pode em apenas 15 meses, na primeira infância, levar a mudanças cerebrais estruturais que divergem do desenvolvimento típico do cérebro, podendo a plasticidade ocorrer em regiões do cérebro que controlam funções primárias importantes para tocar um instrumento musical, e também em regiões do cérebro que podem ser responsáveis pelo tipo de integração sensoriomotora multimodal que provavelmente está subjacente à aprendizagem instrumental. Para além disso, o facto de não terem sido encontradas diferenças cerebrais estruturais entre os dois grupos em estudo, antes do início do treino musical, revelou que o desenvolvimento diferencial dessas regiões cerebrais é mais induzido pela prática instrumental do que pelos preditores biológicos preexistentes de musicalidade.

Na mesma sequência, Nutley et al. (2014) realçou igualmente uma diferença na densidade de massa cinzenta no cérebro, em áreas relacionadas à descodificação de notação musical.

5. Conclusão

Apesar de já existirem estudos a analisar os efeitos da formação musical (teórico e /ou instrumental), a nível académico, cognitivo, estrutural e funcional do cérebro, poucos são

os que demonstram a existência clara de uma relação entre a educação musical e as competências acadêmicas, especialmente, na matemática. No que se refere aos benefícios da primeira sobre a segunda, ainda não se verifica consenso na literatura.

Com esta revisão sistemática é possível identificar a necessidade de utilização de métodos de investigação homogêneos, com recurso a testes padronizados, para a obtenção de resultados robustos que permitam ser incorporados de forma confiável neste domínio científico. O período de intervenção também deve ser tido em consideração, visto que, poderá ser um forte indicador de um efeito positivo ou negativo. A intervenção deverá ter a duração de pelo menos um ano, de forma a mostrar resultados claros, sendo que estudos aleatórios controlados que se estendam por um período de tempo mais alargado, com diversas medições a partir da linha de base, tenderão a desenvolver um método de pesquisa mais fiável.

A par do aumento de estudos com foco no impacto da formação musical nas competências acadêmicas e cognitivas, em crianças e adolescentes, será essencial a condução de mais investigações que isolem especificamente a componente matemática, de forma a poder medir os efeitos da formação musical diretamente nestas competências.

REFERÊNCIAS

- Beer, M. (2005). *Mathematics and Music: Relating Science to Arts*. Brisbane: East Coast College of English.
- Benson, D. J. (2008). Music: A mathematical offering. *The Mathematical Intelligencer* 30(1), 76-77. doi: 10.1007/BF02985765.
- Cabanac, A., Perlovsky, L., Bonniot-Cabanac, M. C., & Cabanac, M. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257–260. doi: 10.1016/j.bbr.2013.08.023
- Catterall, J., Chapleau, R., & Iwanaga, J. (1999). *Involvement in the arts and human development: General involvement and intensive involvement in music and theater arts. Champions of change: The impact of the arts on learning*. Los Angeles: Graduate School of Education & Information Studies, University of California at Los Angeles.
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education*, 47(3), 198–212. doi: 10.1177/0305735604041491

- D'Sousa, A. A. & Wiseheart (2018). Cognitive Effects of Music and Dance Training in Children. *Archives of Scientific Psychology*, 6(1), 178-192. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/arc0000048>
- 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. doi:10.1177/002242940605400106
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A., & Schlaug, G. (2008). Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *PLoS ONE*, 3(10). doi: 10.1371/journal.pone.0003566
- Guo, X., Ohsawa, C., Suzuki, A. & Sekiyama, K. (2018). Improved Digit Span in Children after a 6-Week Intervention of Playing a Musical Instrument: An Exploratory Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Psychology*, 8(2303). doi: 10.3389/fpsyg.2017.02303
- Grout & Palisca (2014). *História da Música Ocidental*. 6ª Ed. Lisboa: Gradiva publicações, S.A.
- 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. doi: 10.1017/S0265051716000371
- Hyde, K.L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A.C. & Schlaug, G. (2009). Musical Training Shapes Structural Brain Development. *The Journal of Neuroscience*, 29(10), 3019-3025. doi: 10.1523/JNEUROSCI.5118-08.2009
- Isman, P. D. A., & Sanders, E. (2012). Investigating the Relationship Between Musical Training and Mathematical Thinking in Children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 55, 1134–1143. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.607
- Jaschke, A. C., Honing, H. & Scherder, J. A. (2018). Longitudinal Analysis of Music Education on Executive Functions in Primary School Children. *Frontiers Neuroscience*, 12(103). doi: 10.3389/fnins.2018.00103
- Jones, S. M. & Zigler, E. (2002). The Mozart effect Not learning from history. *Applied Developmental Psychology*, 23, 355-372. doi: 10.1016/S0193-3973(02)00113-2
- Kaviani, H., Mirbaha, H. Pournaseh, M. & Sagan, O. (2013). Can music lessons increase the performance of preschool children in IQ tests? *Cogn Process*. doi: 10.1007/s10339-013-0574-0

- Luís, C. (2013). *A Aprendizagem Musical como Elemento de Aperfeiçoamento de Competências Matemáticas*. [Tese de Doutoramento não publicada]. Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/11448?locale=en>
- Miendlarzewska, E. A. & Trost, W. J. (2014). How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 279. doi: 10.3389/fnins.2013.00279
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22(11), 1425–1433. doi:10.1177/0956797611416999
- Morrison, S. J. (1994). Music students and academic growth. *Music Educators Journal*, 81(2), 33–36. doi: 10.2307/3398812
- Moura, M. (2012). *Projetos Artístico-Musicais: O contributo do Ensino Não-Formal para o Desempenho Académico e para a Consolidação das Competências Musicais no Segundo Ciclo do Ensino Básico*. [Tese de Doutoramento não publicada]. Universidade Católica Portuguesa. <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/12583>
- 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. doi: 10.3389/fnhum.2013.00926
- O’Hanlon, J.F. (1981). Boredom: practical consequences and theory. *Acta Psychol.*, 49, 53-82. doi:10.1016/0001-6918(81)90033-0
- Pereira, S. (2012). *Benefícios Cognitivos do Treino Musical em Jovens*. [Tese de Mestrado não publicada]. Universidade da Beira Interior. <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2647/1/Disserta%C3%A7ao-%20Beneficios%20cognitivos%20do%20treino%20musical%20em%20jove.pdf>
- Ramalho, J. (2014). *A aprendizagem musical e escolar da criança: Contributo para uma relação de potencialidade*. [Tese de Doutoramento não publicada]. Universidade de Coimbra. <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/23720>
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., e Ky, K. N. (1994). Music and Spatial Task Performance: A Causal Relationship. *Paper presented at the 102nd Annual Meeting of the American Psychological Association*.
- Roden, I., Könen, T., Bongard, S., Frankenberg, E., Friedrich, E.K. & Kreutz, G. (2014). Effects of Music Training on Attention, Processing Speed and Cognitive Music

- Abilities – Findings from a Longitudinal Study. *Applied Cognitive Psychology* 28, 545-557. doi: 10.1002/acp.3034
- Schellenberg, E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102(3), 283–302. doi:10.1111/j.2044-8295.2010.02000.x
- Schellenberg, E. G. (2001). Music and Nonmusical Abilities. *Ann. N.Y. Academic Sci.*, 930, 355-371. doi: 10.1093/acprof:oso/9780198744443.003.0008
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 219–230. doi: 10.1196/annals.1360.015
- Schneider, T. W., & Klotz, J. (2000). *The impact of music education and athletic participation on academic achievement*. Paper presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association, Bowling Green, KY.
- Southgate, D.E. & Roscigno, V.J. (2009). The impact of music on childhood and adolescent achievement. *Soc. Sci. Quart.* 90. 4-21. doi: 10.1111/j.1540-6237.2009.00598.x
- Wetter, O. E., Koerner, F., & Schwaninger, A. (2009). Does musical training improve school performance? *Instructional Science*, 37(4), 365–374. doi: 10.1007/s11251-008-9052-y
- Wright, D. (2009). *Mathematics and music*. Providence, RI: American Mathematical Society.
- Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J., & Yao, D. (2014). A Longitudinal Study on Children's Music Training Experience and Academic Development. *Scientific Reports*, 4, 5854. <https://doi.org/10.1038/srep05854>
- Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A. & Gaab, N. (2014). Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians. *PLOS ONE* 9(6): e99868. doi: 10.1371/journal.pone.0099868

CAPÍTULO 2: NEUROMITOS NO ENSINO DE MÚSICA: SERÃO OS EQUÍVOCOS TRANSVERSAIS A TODA A COMUNIDADE EDUCATIVA LIGADA AO ENSINO ESPECIALIZADO?

* Submetido e a aguardar revisão:

Azevedo, S., Castro-Caldas, A., & Rato, J. (*under review*). Neuromyths in music education: is the presence of music-related misconceptions transversal into teachers, students and parents? *Music Education Research*

Resumo

Nas últimas décadas, o conhecimento neurocientífico ganhou muito interesse entre os profissionais de educação, no entanto, o número crescente de conceitos erróneos em torno do cérebro, deram origem ao que atualmente se chama de “neuromitos”. O objetivo do presente estudo é analisar a prevalência de neuromitos relacionados com a música nos professores de música, nos pais de estudantes de música e alunos do Ensino Articulado Especializado de Música (EAEM). Participaram 47 professores de música do EAEM, do 2º ciclo, 3º ciclo e ensino secundário. A idade média dos professores foi de $M = 41.21$ anos ($DP = 9.692$) variando entre os 24 e os 65 anos. Participaram também 109 pais de estudantes de música do EAEM, com idade média nos 45.40 anos ($DP = 4.626$) variando entre os 36 e os 54 anos. Quanto aos alunos, participaram 89, igualmente pertencentes ao EAEM, com idade média dos alunos de 14.24 anos ($DP = 1.877$) variando entre os 12 e os 18 anos. Os resultados confirmam uma elevada prevalência de neuromitos relacionados com o ensino de música em toda a comunidade educativa ligada ao EAEM. Estes resultados são consistentes com padrões observados em estudos de outros países. As conclusões sugerem existir uma enorme lacuna no conhecimento que envolve o estudo do cérebro e possível transferência do mesmo à prática de sala de aula e a necessidade da interdisciplinaridade na formação dos profissionais de educação por forma a travar a circulação destas distorções científicas em contexto escolar.

Palavras chave: neuromitos; prevalência; ensino especializado de música; comunidade educativa.

Introdução

A investigação neurocientífica teve um grande crescimento entre 1990 e 2000 aquando da declaração da *década do cérebro* nos Estados Unidos da América. Simultaneamente, foram incentivadas investigações dedicadas ao funcionamento cognitivo e emocional do cérebro a nível mundial (OCDE, 2002).

As neurociências sempre foram consideradas interdisciplinares na medida em que abrangiam a neurologia, a psicologia e a biologia entre outras disciplinas no âmbito das ciências naturais e humanas. As neurociências, na sua definição global, procuram investigar os processos responsáveis pela forma como o cérebro funciona, como por exemplo, memoriza, desde os níveis moleculares até aos circuitos cerebrais. O estudo da aprendizagem une naturalmente a educação e as neurociências (Goswami, 2004), no entanto, grande parte das publicações científicas tem alertado para o facto de existir uma enorme lacuna entre o que se investiga e o que os educadores fazem com os resultados dessas investigações (De Bruyckere et al., 2015). O estudo de Pickering e Howard-Jones (2007) foi dos primeiros a verificar que o conceito de neurociências dos professores variava bastante, mas que cerca de 90% dos professores consideravam que os insights neurológicos seriam importantes e manifestaram grande entusiasmo com a ideia de poder incorporar esses insights na sua prática diária.

Segundo Goswami (2004), os métodos de neurociência cognitiva quando utilizados de forma crítica têm o potencial de facultar informações relevantes ao design e aos currículos educacionais, assim como à qualidade do ensino. No entanto, nos últimos anos o aumento das distorções ao que já foi cientificamente provado são abundantes e que tendem a obscurecer os importantes avanços do estudo do cérebro em muitas áreas relevantes para a educação (Goswami, 2006, 2004). Esta autora concluí ainda que uma aprendizagem bem-sucedida depende também do currículo e do professor, do contexto fornecido pela escola/sala de aula, pela família e comunidade em geral.

Tendo em consideração as altas expectativas da aplicabilidade da investigação sobre o cérebro à prática educacional, os mitos multiplicaram-se rapidamente e apesar de grande parte das extrapolações terem por base fundamentos científicos, algumas das descobertas foram demasiadamente interpretadas relativamente ao que as neurociências podem oferecer à educação, assumindo um significado desproporcional e completamente diferente ao que foi efetivamente estudado (OCDE 2002).

Na literatura já é possível encontrar um conjunto de estudos que foram medir as crenças dos professores, de vários países, a diversos neuromitos na educação (e.g., Tovazzi et al., 2020; Ferrero et al., 2016; Howard-Jones, 2014). Dekker et al. (2012) foram dos primeiros a conduzir uma recolha neste sentido, no qual apresentaram 32 afirmações e em que 15 afirmações incorretas foram distribuídas aleatoriamente. Os resultados mostraram que 49% das afirmações incorretas foram identificadas como corretas, sendo que os professores que indicavam ter um maior conhecimento do funcionamento do cérebro acreditavam também num maior número de mitos.

Também em Portugal, Rato et al. (2013) inquiriram 583 professores portugueses, do ensino pré-escolar ao ensino secundário, acerca das perceções de como o cérebro pode estar ligado à educação, e descobriram que, independentemente do nível e área de ensino, bem como reconhecerem o potencial neurocientífico, os professores mostraram dificuldades na distinção entre mitos e factos científicos. Para além disso, os resultados deste estudo também sugeriram a existência de uma lacuna entre o interesse revelado e a mestria no uso e interpretação de informação científica.

Já o estudo em larga escala de Gleichgerrcht et al. (2015), analisou as respostas de 3.451 professores latino-americanos e confirmaram uma alta prevalência de neuromitos reforçando a presença de inúmeros equívocos sobre as neurociências entre estes profissionais. Também Tardif et al. (2015), analisaram as respostas tanto de professores do ensino básico e secundário como professores universitários e descobriram que os diversos docentes acreditavam naquele é um dos mitos que mais perdura na educação, i.e., a crença de que os alunos aprendem melhor com um ensino por estilos de aprendizagem preferenciais. Dados semelhantes foram encontrados na Turquia (Karakus et al., 2015), na Grécia (Deligiannidi & Howard-Jones, 2015), em Espanha (Ferrero et al., 2016) e no leste da China (Pei et al., 2015) em que muitos dos conceitos errados acerca do cérebro prevaleciam de forma comum nos contextos escolares dos vários países.

Um dos aspetos explicativos para os padrões de resposta encontrados, são as dificuldades destes profissionais em identificar a qualidade das fontes consultadas e ser o material pseudocientífico que os professores andam a ler, o possível fator chave para explicar esses padrões. No entanto, alguns estudos demonstraram também que o acesso a informações neurocientíficas não oferece vantagens em termos de alfabetização neurocientífica, apesar da fonte de informação acedida e da sua capacidade de identificar na literatura a fonte como primária, secundária ou terciária (Gleichgerrcht et al., 2015).

Assim, quer uma baixa percentagem de professores a relatar a consulta de revistas científicas (Ferrero et al., 2016), ou mais alta (Gleichgerrcht et al., 2015), continua a ser frequente uma perceção muito vaga por parte destes profissionais de educação sobre o que pode ou não ser um mito.

Estes vários estudos têm ainda tentado responder às questões acerca dos fatores que podem predizer a adoção de neuromitos. Papadatou-Pastou et al., (2017) mencionaram que o conhecimento geral sobre o cérebro agia como um escudo protetor contra a crença em neuromitos. Por outro lado, Dekker et al. (2012) e Gleichgerrcht et al. (2015) consideraram que o nível de conhecimento geral é um preditor do aumento das crenças, ou seja, os professores que se percecionavam como detentores de conhecimento atual sobre o cérebro foram também aqueles que apresentaram maiores dificuldades em identificar afirmações verdadeiras e falsas sobre o cérebro. Outros estudos mostraram também que as pessoas no geral tendem a validar com maior facilidade informações científicas quando estas veem acompanhadas de esquemas ilustrativos e imagens das ativações cerebrais. É com facilidade que se encontram nos media, ou websites generalistas, interpretações simplistas dos estudos e que acompanhadas com neuroimagens (ainda que forneçam informações redundantes ao texto) pode trazer uma confiança equivocada dos dados (Beck, 2010; McCabe & Castel, 2008).

Na música em particular, embora se assuma frequentemente que o treino tem um efeito nas competências musicais, a conjectura evidente é que experiências específicas terão efeitos específicos, aumentando as representações neuronais em áreas diretamente relevantes para as competências envolvidas. Uma das áreas apontadas de experiência específica frequente na infância é a experiência musical (Goswami, 2004).

Assim sendo, não é de estranhar que estudos como o da descoberta do “*efeito Mozart*” (Rauscher et al., 1993), tenham reunido grande popularidade, surgindo inclusive no mercado imensos CDs destinados a aumentar a inteligência das crianças através da música clássica (De Bruyckere et al., 2015; Jones & Zigler, 2002). Posteriormente, e após inúmeras tentativas fracassadas de replicar o estudo, muitas foram as críticas evidenciando-se várias limitações apontadas ao método experimental utilizado (O’Hanlon, 1981; Chabris, 1999; Schellenberg, 2006, 2001).

Nos estudos que focaram os neuromitos ligados à música, como o de Düvel et al. (2017) e o de Odendaal et al. (2019) mostraram lacunas idênticas entre a investigação em neurociências relacionada com a educação musical e o conhecimento dos professores de música sobre essas descobertas e os neuromitos associados.

Quanto à valorização dada às aulas de música percebida pelos pais, as razões surgem interrelacionadas, em que umas têm a ver especificamente com a música, enquanto outras estão relacionadas com o desenvolvimento cognitivo e emocional, em geral. O estudo de Upitis et al. (2017) apurou que aquando da tomada de decisão de começar as aulas de música, 41% afirmaram que foi uma decisão dos pais, 10% dos pais relataram que a decisão foi da criança e os 49% restantes indicaram que foi uma decisão tomada em conjunto pelo (s) pai (s) e filho (s). Outros estudos (e.g., Cho, 2017; Rodriguez, 2019) indicaram que os pais acreditavam que a participação nas aulas de música poderia proporcionar aos filhos algum tipo de vantagem e a música era entendida como um fator de desenvolvimento das emoções, do pensamento estético, da musicalidade, da criatividade e da inteligência das crianças.

Num estudo de revisão (Odendaal et al., 2019), foram analisados 76 artigos publicados entre 2006 e 2016 com o objetivo de identificar os benefícios reivindicados do ensino musical para outros domínios (transferência direta e indireta) e as limitações explicitamente declaradas nessas investigações. As conclusões desta revisão apontam para um imperativo ético para que os investigadores tenham cuidado na apresentação dos resultados dos seus estudos de imagem cerebral ao grande público e a enorme tendência verificada em apenas revelarem os resultados positivos. Outra dificuldade mencionada por estes autores tem a ver com a apresentação dos resultados da investigação neuromusical como verdades universais, resultando na formação de neuromitos. Relativamente aos efeitos de transferência direta e indireta da música noutros domínios, mais concretamente na educação, não foi encontrado um consenso na literatura, sendo premente uma melhor compreensão de questões e suposições práticas e filosóficas inerentes a estas pesquisas, antes de qualquer tentativa da sua aplicação à prática real.

Apesar de existirem já diversos estudos que relatem a prevalência de neuromitos na comunidade educativa e da preocupação existente com a sua rápida proliferação (cf. Goswami, 2006), ainda são precisos mais dados acerca dessa prevalência na área da educação musical (Odendaal et al., 2019).

Como extensão dos estudos de Dekker et al. (2012) e de Düvel et al. (2017), o objetivo do presente estudo foi investigar a perceção da comunidade educativa inserida no Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM) sobre neuromitos e factos científicos relacionados especificamente com estudo do cérebro e a música. Assim, procuramos responder à questão se os professores de música, pais e alunos pertencentes ao EAEM sucumbem aos neuromitos sobre o impacto da música no desempenho cognitivo e se

algum dos grupos mostra maior conhecimento sobre o que atualmente está cientificamente provado.

Método

Participantes

Para obter a percepção sobre factos e mitos neurocientíficos ligados à música dos principais intervenientes de uma comunidade educativa, foram conduzidas três pesquisas separadas por três grupos de participantes: professores, pais e alunos do ensino especializado de música.

Estudo 1 - Professores

A amostra de professores contou inicialmente com 47 professores de música, mas foram excluídos cinco por não serem professores do Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM) ficando válidos 42 participantes. Os professores lecionavam em escolas de 8 distritos de Portugal Continental: Aveiro (4.8%), Braga (28.6%), Castelo Branco (7.1%), Faro (2.4%), Porto (30.9%), Santarém (2.4%), Setúbal (11.9%) e Viseu (11.9%). Neste grupo de professores, 92.9% (39) lecionavam o 2º ciclo e 90.5% (38) o 3º ciclo do Ensino Básico, e 95.2% (40) o Ensino Secundário. A seleção das escolas foi realizada aleatoriamente, de entre as escolas de Portugal, tendo os participantes se voluntariado a participar no estudo. A idade média dos professores foi de 41.21 anos (DP = 9.692) variando entre os 24 e os 65 anos (61.9% dos professores eram do sexo masculino).

Estudo 2 – Pais

Da amostra inicial de 113 pais de alunos do Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM), foram excluídos quatro devido aos seus educandos não se inserirem nos ciclos de escolaridade definidas para este estudo e dois por falta de dados que permitissem uma caracterização sociodemográfica. Os dados válidos de 109 participantes foram analisados, cujos educandos frequentavam escolas de 5 distritos de Portugal Continental e 1 da Região Autónoma dos Açores: Braga (6.4%), Castelo Branco (19.3%), Lisboa (2.8%), Porto (43.1%), Setúbal (26.6%), Viseu (0.9%) e Região Autónoma dos Açores (0.9%), sendo que 33.3% frequentavam o 2º ciclo, 39.3% o 3º ciclo e 27.4% o Ensino Secundário. A idade média dos pais foi de 45.40 anos (DP = 4.626) variando entre os 36

e os 54 anos (87.2% dos pais eram do sexo feminino). Relativamente à idade dos educandos 41.1% tinha entre 9-12 anos, 39% entre 13-15 anos e 19.9% entre 16-19 anos.

Estudo 3 – Alunos

Igualmente pertencentes ao Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM), participaram 89 alunos a frequentar escolas de música de 3 distritos de Portugal Continental e 1 da Região Autónoma dos Açores: Castelo Branco (30.3%), Porto (28.1%) e Setúbal (41.6%). Neste grupo de alunos, 59.6% frequentavam o 7º e o 8º anos, 14.6% o 9º ano e 25.8% o 10º, 11º, e 12º anos. A idade média dos alunos foi de 14.24 anos (DP = 1.877) variando entre os 12 e os 18 anos (65.2% dos alunos são do sexo feminino). Relativamente ao instrumento musical em aprendizagem pelos alunos, 53.9% são instrumentos de cordas, 15.7% de sopro, 4.5% de percussão, 25.8% de teclas e 5.6% de voz. Destes alunos 12.4% frequentam aulas de música desde o ensino pré-escolar, 28.1% desde o 1º ciclo, 44.9% desde o 2º ciclo, 11.2% desde o 3º ciclo e apenas 2.2% iniciou a aprendizagem no ensino secundário. A seleção das escolas foi realizada aleatoriamente, de entre as escolas de Portugal, tendo os participantes se voluntariado a participar no estudo.

Medidas

O questionário utilizado foi aplicado em três pesquisas online separadas e tratou-se da tradução do instrumento desenvolvido por Düvel et al. (2017), o qual incluiu 14 afirmações (sete neuromitos e sete afirmações cientificamente fundamentadas) relacionadas com a música e ensino de música. O processo de seleção foi conduzido por quatro especialistas das áreas de neurociência da música ou da educação musical e as afirmações foram extraídas da literatura (e.g., Dekker et al., 2012). Posteriormente Düvel et al. (2017) seguiram um processo de igualação do número de afirmações cientificamente comprovadas e de neuromitos discutidos pelo painel. O processo de tradução portuguesa contou com revisões de três investigadores para chegar a uma versão de consenso. A ordem de apresentação das afirmações aos três grupos de participantes foi aleatória, tendo sido as opções de resposta "não comprovado cientificamente", "comprovado cientificamente" ou "não sei".

Foi também aplicado um inquérito sociodemográfico elaborado para este efeito para recolher dados de caracterização dos vários participantes (professores, pais e alunos). Os

professores responderam quanto ao nível de importância do conhecimento das neurociências e sua aplicação para a prática do ensino de música, usando uma escala de 4 pontos (nada importante, pouco importante, alguma importância, muito importante). Foram também considerados o conhecimento ou formação no campo das neurociências (escala dicotômica: não ou sim) e o conhecimento de abordagens educacionais baseadas nas neurociências (métodos de ensino e identificação numa escala de 4 pontos: não, poucos, alguns e sim). A relevância dos genes e dos fatores ambientais (genes *vs* ambiente) para o sucesso na aprendizagem foi igualmente analisada a partir da utilização de uma escala de *Phrase Completion* (Hodge & Gillespie, 2007), com intuito de medir a crença subjetiva dos professores de música. Nesta escala, a classificação entre 0 e 2 correspondia a uma “importância baixa”, 3 e 7 “importância moderada” e 8 e 10 “muito importante”.

A partir de um conjunto de opções acerca das possíveis fontes de informação sobre o estudo do cérebro por parte dos professores (ex. debate com colegas, familiares e amigos; debate com especialistas; leitura de revistas especializadas ou não especializadas; documentários; pesquisa na Internet; investigação acadêmica; formação e livros), foi calculada uma percentagem para identificar o peso de cada uma das fontes utilizadas pelos professores.

Procedimento

Foram enviados pedidos de colaboração a escolas de música dos vários distritos de Portugal Continental e nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Foi também solicitado aos Diretores e Coordenadores Pedagógicos das escolas de música, bem como à Confederação Nacional de Associações de Pais (CONFAP) a divulgação do estudo aos professores, pais e alunos do EAEM. A pesquisa foi apresentada como um estudo acerca da percepção sobre a aplicação do conhecimento neurocientífico no ensino formal de música. O termo “neuromito” nunca foi mencionado dando-se preferência a dados cientificamente comprovados ou não cientificamente comprovados. Os professores, alunos e pais que se voluntariaram a participar seguiram um *link* para um questionário *on-line* e o tempo médio de preenchimento foi de 10 minutos.

O procedimento de recolha e tratamento dos dados foi realizado de forma a salvaguardar o direito à confidencialidade, garantindo-se total anonimato. Os dados foram analisados no *Software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão

26.0, IBM Corp., Armonk, NY e Microsoft Excel para Mac. Para todas as análises, foi utilizado um limiar estatístico de *p-value* inferior ou igual a 0.05.

Resultados

O presente estudo procurou compreender a percepção sobre factos e mitos que incidem na relação entre o cérebro e a música por parte dos vários elementos que constituem a comunidade educativa ligada ao ensino especializado de música. Como tal, analisou-se primeiro cada grupo separadamente (professores, pais e alunos) para depois fazer-se uma análise global. A percentagem de respostas corretas para cada uma das afirmações revelou a discriminação de desempenho dos participantes nos subtópicos de ensino de música (ver Tabela 12).

Estudo 1 - Professores

A percentagem de respostas corretas dos professores de música relativamente a neuromitos e factos cientificamente comprovados foi calculada e verificou-se que as sete afirmações cientificamente fundamentadas tiveram uma percentagem de respostas corretas superior, ao número de neuromitos corretamente identificados (Tabela 1).

Tabela 1: Percentagens totais do número de respostas corretas e incorretas dos professores do EAEM (n=42).

	Respostas Corretas (%)		Respostas Incorretas (%)	
	Factos	Neuromitos	Factos	Neuromitos
Professores do EAEM	60.89	19.39	39.11	80.61

Na escala *Phrase Completion* de 0-10, no que se refere à crença subjetiva dos professores de música acerca da importância da dotação genética vs fatores ambientais para o sucesso na aprendizagem, os professores de música atribuíram maior relevância para o sucesso na aprendizagem aos fatores ambientais (M=8.14) do que à dotação genética (M=5.26) (Tabela 2).

Tabela 2: Dados descritivos de características dos professores (n=42)

	Estatística Descritiva			
	Não (%)	Poucos (%)	Alguns (%)	Sim (%)
Conhecimento de Abordagens Educativas	61.9	19	16.7	2.4

	Estatística Descritiva			
	Não (%)	Poucos (%)	Alguns (%)	Sim (%)
	M	(DP)	Min	Máx
Fatores Genéticos	5.26	2.706	0	10
Fatores Ambientais	8.14	1.424	4	10

Em termos de conhecimento de abordagens educativas baseadas em neurociências poucos foram os professores de música que manifestaram ter conhecimento, sendo que apenas 13 (30.95%) indicaram os métodos que conheciam. A análise sobre estas referências mencionadas pelos professores revelou que nenhuma das 13 respostas foi identificado em métodos baseados em dados comprovados (ex: Programação Neurolinguística - PNL, Programação da mente, Métodos cognitivos e sensoriais), sendo inclusive alguns mais específicos dos métodos de ensino musical (ex, Método BAPNE, Método de Willems, Método Suzuki, Método Kodály, Método de Orff). Deste modo, a maioria dos métodos descritos pelos professores de música não eram claros ou não estavam relacionados ao solicitado e a maioria dos professores (69.05%) não quiseram indicar qualquer tipo de método.

Quanto às fontes de informação, a internet foi a opção maioritariamente escolhida pelos professores e a leitura de livros a menos selecionada, sendo que a opção “debate com especialistas” não foi escolhida por nenhum dos professores (Figura 2).

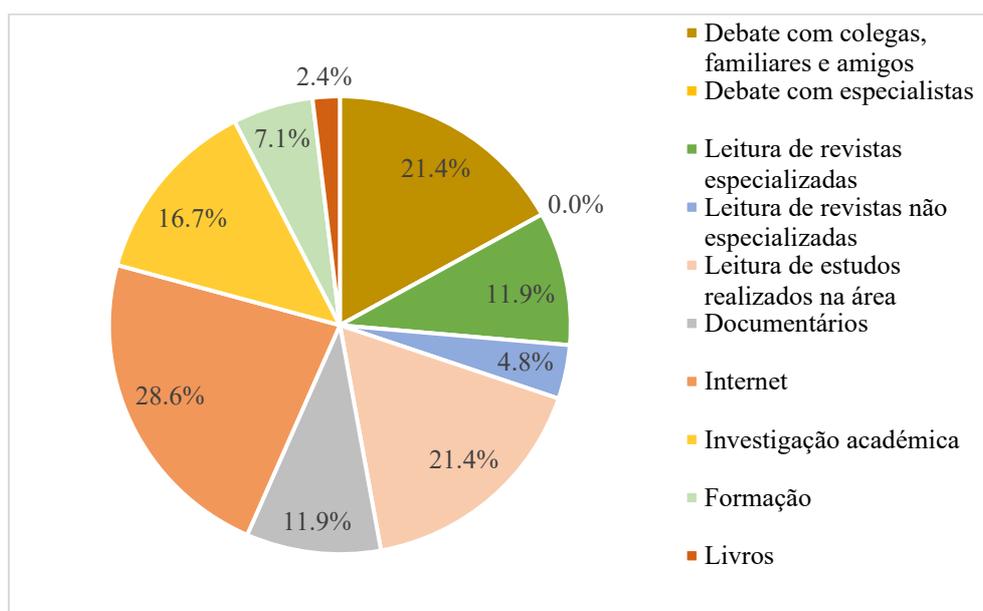


Figura 2: Principais fontes de aquisição de conhecimentos em neurociência selecionadas pelos professores de música

Para determinar possíveis fatores que possam ser preditores dos neuromitos (discriminação de desempenho na identificação) foi realizada uma regressão múltipla para o total de respostas corretas (variável dependente), considerando as seguintes variáveis independentes: o gênero, as habilitações literárias, importância da dotação fatores genéticos (escala de 0-10) e de fatores ambientais (escala de 0-10) no sucesso da aprendizagem, indicação de conhecimentos em neurociências (sim/não), formação no campo das neurociências (sim/não), importância das neurociências na prática do ensino musical (nada/pouco/alguma/muito) e como variável dependente o total de respostas corretas (Mitos), no sentido de verificar se as variáveis de caracterização dos professores referidas são preditores do desempenho (número de respostas certas).

Inicialmente foi calculado o *Score* de desempenho nas sete afirmações relativas a neuromitos. O máximo de respostas corretas dos professores às sete afirmações foi de cinco, tendo havido professores que não obtiveram qualquer resposta certa. A média de respostas corretas foi de 1.35 (DP=1.30), tendo a maioria apresentado apenas uma resposta correta (ver Tabela 3).

Tabela 3: Número de acertos relativos aos neuromitos pelos professores de música.

Respostas corretas	Frequência	Porcentagem
Nenhuma	11	26.2
1	17	40.5
2	7	16.7
3	4	9.5
4	1	2.4
5	2	4.8
Total	42	100.0

As variáveis independentes que entraram na equação da regressão apenas explicam 0.5% (R^2 ajustado = 0.005) da variação total da variável dependente (neuromitos), sendo que nenhuma das variáveis se revelou preditor do total de respostas corretas ($F(7)= 1.027$, $p= 0.432$).

Estudo 2 – Pais

À semelhança dos professores, a percentagem de respostas corretas dadas pelos pais sobre as sete afirmações cientificamente fundamentadas foi superior relativamente aos neuromitos corretamente identificados (ver Tabela 4).

Tabela 4: Percentagem total do número de respostas corretas e incorretas dos pais (n= 109).

	Respostas Corretas (%)		Respostas Incorretas (%)	
	Factos	Neuromitos	Factos	Neuromitos
Pais	60.16	15.20	39.82	84.80

Com o intuito de encontrar possíveis fatores que pudessem ser preditores dos neuromitos (discriminação de desempenho) foi realizada uma regressão múltipla para o total de respostas corretas a mitos (variável dependente), considerando as seguintes variáveis independentes: idade, género e escolaridade dos pais. Primeiramente, tal como no Estudo 1, foi calculado o *Score* de desempenho nas sete afirmações relativas a neuromitos. O máximo de respostas corretas dos pais nas sete afirmações relativas a mitos foi de cinco respostas, sendo que a maioria não teve qualquer resposta correta. A média de respostas corretas foi de 1.06 e o desvio padrão de 1.32 (Tabela 5).

Tabela 5: Número de acertos relativos aos neuromitos pelos pais.

Respostas corretas	Frequência	Percentagem
Nenhuma	54	49.5
1	22	20.2
2	14	12.8
3	11	10.1
4	7	6.4
5	1	0.9
Total	109	100.0

As 3 variáveis independentes (género, idade e escolaridade) explicam apenas 2.6% da variância total da variável dependente (R^2 ajustado = 0.026). A única variável que se revelou preditor do total de respostas corretas (mitos) foi o género (Beta = 0.229, $p=0.026$), sendo os pais mais precisos na identificação no número total de mitos relativamente às mães (Tabela 6).

Tabela 6: Médias do número total de respostas corretas por género (feminino/masculino) relativas aos neuromitos.

Género	Média (DP)	<i>n</i>
Masculino	1.8571 (1.35062)	14
Feminino	0.9043 (1.22754)	94
Total	1.0278 (1.27857)	108

Estudo 3 – Alunos

Nos alunos do EAEM, 73.03% das sete afirmações cientificamente fundamentadas foram respondidas corretamente, enquanto apenas 24.56% dos neuromitos foram identificados corretamente (ver Tabela 7).

Tabela 7: Percentagem total do número de respostas corretas e incorretas dos alunos do EAEM (n= 89).

	Respostas Corretas (%)		Respostas Incorretas (%)	
	Factos	Neuromitos	Factos	Neuromitos
Alunos do EAEM	73.03	24.56	26.97	75.44

Para identificar possíveis fatores que pudessem prever neuromitos (discriminação de desempenho) foi realizada uma regressão múltipla para o total de respostas corretas a mitos (variável dependente), considerando as seguintes variáveis independentes: género e ano escolaridade dos alunos do EAEM. O *Score* de desempenho nas sete afirmações relativas a neuromitos revelou que os alunos do EAEM responderam corretamente a um máximo de 6 respostas corretas, tendo havido alunos que não acertaram em nenhum dos neuromitos. A média de respostas corretas foi de 1.74 e o desvio padrão de 1.37.

Observando a análise de frequências para o total categorizado constata-se que 12.4% não acertou em nenhuma das afirmações, tendo a maioria acertado uma resposta correta (41.6%) (Tabela 8).

Tabela 8: Número de acertos relativos aos neuromitos pelos alunos do EAEM.

Número de respostas corretas	Frequência	Percentagem
Nenhuma	11	12.4
1	37	41.6
2	22	24.7
3	9	10.1
4	6	6.7
5	1	1.1
6	3	3.4
Total	89	100.0

A regressão múltipla foi realizada tendo como variáveis independentes o género, idade e ciclo de escolaridade dos alunos do EAEM e como variável dependente o total de respostas corretas (mitos), no sentido de verificar se as variáveis de caracterização dos alunos referidas são preditores do desempenho (número de respostas certas).

As variáveis independentes que entraram na equação da regressão apenas explicam 12.7% (R^2 ajustado = 0.127) da variação total da variável dependente (total de respostas corretas a neuromitos). A única variável que se revelou preditor do total de acertos das afirmações relativas aos neuromitos foi a escolaridade (Beta=0.378, $p < 0.001$), sendo que os alunos de 9º ano são os que obtiveram uma melhor pontuação média relativamente aos restantes anos de escolaridade analisados. Olhando para os resultados, são os alunos de 7º e 8º anos que sucumbem mais aos neuromitos (Tabela 9).

Tabela 9: Estatística descritiva (médias de respostas corretas) por anos de escolaridade (n=86).

Anos de escolaridade	Média (DP)	n
7º e 8º anos	1.2353 (1.03128)	51
9º ano	2.2308 (1.09193)	13
10º, 11º e 12º anos	2.0455 (1.09010)	22
Total	1.5930 (1.13114)	86

Estudo com professores, pais e alunos

Nesta secção, são comparados os resultados obtidos na identificação de afirmações cientificamente fundamentadas (ACF) e neuromitos (M) entre os três grupos analisados, ou seja, professores de música, pais e alunos do EAEM.

O teste de Qui-Quadrado revelou, para $p \leq 0.05$, a existência de diferenças significativas entre o grupo de professores (n=42), o grupo de pais (n=109) e o grupo de alunos (n=89) na identificação de ACF e de M, relacionados maioritariamente com o desempenho académico (cálculo e competências linguísticas), capacidades intelectuais e emocionais e processamento da informação. O mito referente ao melhor desempenho no cálculo pelo ensino da música obteve a maior percentagem de acerto positiva por parte dos alunos do EAEM, ficando os professores e pais bastante aquém deste resultado. No que diz respeito ao mito de que a única forma apropriada de escuta de música clássica seria a intelectual, os professores foram o grupo que pontuaram mais e positivamente, relativamente aos restantes participantes. Por sua vez, na identificação de ACF's os alunos foram os que mais se destacaram na discriminação das afirmações como corretas, nomeadamente nas que atribuíam uma precisão e eficiência aos músicos no processamento, discriminação e tópicos relacionados com a música e uma influência positiva de ouvir música passivamente, durante a realização de atividades não musicais. A exceção foi a afirmação relativa às competências linguísticas aperfeiçoadas pelo ensino da música que foi mais cotada pelos pais.

Pretendeu-se comparar o desempenho nos três grupos de participantes (professores de música, pais e alunos) no total de respostas corretas aos neuromitos. Tendo-se verificado a existência de normalidade em todos os grupos e a homogeneidade de variâncias com o Teste Levene, prosseguiu-se com a análise recorrendo ao Teste Paramétrico ANOVA ONE-Way. No total de respostas a factos (sete afirmações) e no conjunto total de respostas a factos e neuromitos (14 afirmações) não se verificou homogeneidade de variâncias em todos os grupos pelo que se prosseguiu a análise recorrendo à ANOVA de Welch.

Os testes ANOVA ONE-Way e ANOVA de Welch revelaram a existência de diferenças significativas entre os três grupos para $p < 0.05$ no total de respostas corretas a neuromitos ($F(2) = 4.909$ $p = 0.008$) e a factos ($F(2) = 7.319$ $p = 0.001$). Com o objetivo de identificar os respondentes que diferiam entre si recorreu-se ao teste de comparações múltiplas (*Scheffe*), constatando-se que, no total de respostas a neuromitos, o grupo dos pais e o grupo dos alunos apresentam entre si diferenças significativas ($p = 0.008$). O grupo dos alunos foi o que revelou um melhor resultado na total de respostas corretas a neuromitos, seguido do grupo de professores e por último o grupo de pais. Relativamente ao total de respostas corretas a factos foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo dos pais e alunos ($p = 0.004$) e entre o grupo dos professores e alunos ($p = 0.047$) (Tabela 10).

Tabela 10: Médias do número total de respostas corretas a neuromitos e factos, nos três grupos de respondentes ($n = 240$).

Total de Respostas Corretas	Professores	Pais	Alunos	<i>F</i>	<i>p</i>
	<i>Média (DP)</i>	<i>Média (DP)</i>	<i>Média (DP)</i>		
Neuromitos	1.36 (1.30)	1.14 (1.36)	1.74 (1.37)	4.909	0.008
Factos	4.38 (1.51)	4.35 (1.99)	5.19 (1.46)	7.319	0.001

O teste ANOVA de Welch revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas, entre os três grupos em estudo no total de respostas corretas a factos e neuromitos ($F(2) = 11.734$ $p < 0.001$). O teste *Scheffe* mostrou que as diferenças observadas se encontravam igualmente entre o grupo de pais e alunos e professores e alunos ($p = 0,011$), sendo que também no total de acertos das 14 afirmações foram os alunos que obtiveram os melhores resultados (Tabela 11).

Tabela 11: Médias do número total de respostas corretas (sete factos e sete neuromitos), nos três grupos de respondentes (n= 240).

	Professores	Pais	Alunos		
	<i>Média (DP)</i>	<i>Média (DP)</i>	<i>Média (DP)</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Total de Respostas corretas (factos e neuromitos)	5.62 (2.060)	5.39 (2.388)	6.85 (1.969)	11.734	0.000

Tabela 12: Percentagem de respostas dos professores, pais e alunos para cada afirmação

		Professores (n=42)			Pais (n=109)			Alunos (n=89)			$X^2(p)$
		Incorretas	Corretas % (n)	Não Sabe	Incorretas	Corretas % (n)	Não Sabe	Incorretas	Corretas % (n)	Não Sabe	
Afirmações - Neuromitos											
4M	Os músicos clássicos que primam pela excelência são, em média, mais inteligentes do que os graduados em cursos universitários não relacionados com música.	11.9 (5)	31 (13)	57.1 (24)	19.3 (21)	30.3 (33)	50.5 (55)	16.9 (15)	36 (32)	47.2 (42)	2.051 (0.726)
5M	As capacidades cognitivas, por exemplo, a inteligência em crianças, podem ser efetivamente aperfeiçoadas pela educação musical.	88.1 (37)	2.4 (1)	9.5 (4)	80.7 (88)	5.5 (6)	13.8 (15)	83.1 (74)	6.7 (6)	10.1 (9)	1.963 (0.743)
7M	Os destros processam a fala no hemisfério esquerdo do cérebro e a música no direito.	4.8 (2)	9.5 (4)	85.7 (36)	21.1 (23)	9.2 (10)	69.7 (76)	16.9 (15)	7.9 (7)	75.3 (67)	6.039 (0.196)
8M	O ensino de música melhora significativamente o desempenho do cálculo.	81 (34)	2.4 (1)	16.7 (7)	75.2 (82)	6.4 (7)	18.3 (20)	12.4 (11)	57.3 (51)	30.3 (27)	109.864 (<0.001)
11M	As pessoas que ouvem música clássica durante certas fases da aprendizagem têm vantagens cognitivas sobre aqueles que não o fazem.	38.1 (16)	14.3 (6)	47.6 (20)	51.4 (56)	15.6 (17)	33 (36)	51.7 (46)	18 (16)	30.3 (27)	4.166 (0.384)
12M	Certos géneros musicais exigem uma forma especial de escuta. Para a música clássica, a única forma apropriada é a intelectual.	4.8 (2)	64.3 (27)	31 (13)	25.7 (28)	28.4 (31)	45.9 (50)	21.3 (19)	38.2 (34)	40.4 (36)	18.384 (0.001)

		Professores (n=42)			Pais (n=109)			Alunos (n=89)			$X^2(p)$
		Incorretas	Corretas	Não Sabe	Incorretas	Corretas	Não Sabe	Incorretas	Corretas	Não Sabe	
Afirmações - Neuromitos		% (n)			% (n)			% (n)			
13M	A capacidade de improvisar no piano é controlada pelo hemisfério direito. Exercícios especiais podem melhorar o desempenho deste hemisfério.	19 (8)	11.9 (5)	69 (29)	21.1 (23)	11 (12)	67.9 (74)	25.8 (23)	7.9 (7)	66.3 (59)	1.465 (0.833)
Afirmações - Factos cientificamente fundamentados											
1F	O ensino de música pode aperfeiçoar as competências linguísticas.	0	59.5 (25)	40.5 (17)	6.4 (7)	68.8 (75)	24.8 (27)	13.5 (12)	51.7 (46)	34.8 (31)	12.465 (0.014)
2F	Os músicos podem processar música mais rapidamente, com maior precisão e eficiência do que os não-músicos.	7.1 (3)	73.8 (31)	19 (8)	4.6 (5)	71.6 (78)	23.9 (26)	0 (0)	91.1 (82)	7.9 (7)	15.575 (0.004)
3F	A estrutura anatômica do cérebro muda através da prática intensiva de um instrumento.	2.4 (1)	76.2 (32)	21.4 (9)	9.2 (10)	63.3 (69)	27.5 (30)	6.7 (6)	71.9 (64)	21.3 (19)	3.867 (0.424)
6F	A influência de ouvir música passivamente durante atividades não musicais depende, por exemplo, do grau de sofisticação musical da pessoa, do efeito emocional da música e do estilo musical.	23.8 (10)	21.4 (9)	54.8 (23)	19.3 (21)	39.4 (43)	41.3 (45)	12.4 (11)	61.8 (55)	25.8 (23)	20.995 (<0.001)
9F	O processamento de informação auditiva é treinado pela audição de música.	2.4 (1)	71.4 (30)	26.2 (11)	11 (12)	59.6 (65)	29.4 (32)	1.1 (1)	89.9 (80)	9 (8)	25.565 (<0.001)

		Professores (n=42)			Pais (n=109)			Alunos (n=89)			$X^2(p)$
		Incorretas	Corretas	Não Sabe	Incorretas	Corretas	Não Sabe	Incorretas	Corretas	Não Sabe	
Afirmações - Neuromitos		% (n)			% (n)			% (n)			
10F	Apesar de não terem problemas de audição, algumas pessoas não conseguem perceber tons, melodias e ritmos.	26.2 (11)	59.5 (25)	14.3 (6)	12.8 (14)	61.5 (67)	25.7 (28)	10.1 (9)	73 (65)	16.9 (15)	9.536 (0.049)
14F	Os músicos mostram uma forte conexão neurofisiológica entre a audição e o movimento motor. Esta ligação foi desenvolvida pelo treino intensivo.	7.1 (3)	64.3 (27)	28.6 (12)	7.3 (8)	56.9 (62)	35.8 (39)	11.2 (10)	70.8 (63)	18 (16)	8.074 (0.089)

Legenda: M = Mitos, F = Factos cientificamente fundamentados.

Discussão

O presente estudo analisou a percepção sobre o conhecimento neurocientífico e a prevalência de preditores de neuromitos relacionados com a música entre professores de música, pais de estudantes de música e alunos do 3º ciclo e secundário a frequentar o ensino especializado de música. Os nossos dados referentes à percepção da importância do conhecimento vindo das neurociências para a prática de ensino de música mostraram que tanto os professores de música inquiridos como os pais reconhecem maioritariamente o potencial da informação neurocientífica para a educação. Os pais que analisámos, à semelhança do verificado em estudos anteriores (Upitis et al., 2017, Rodriguez, 2019), veem o estudo da música como uma mais valia para o desenvolvimento cognitivo e emocional, valorizando, e expectando, acerca dos seus benefícios.

Os nossos resultados mostram que tanto os professores de música, os pais e os alunos sucumbem aos neuromitos e a subinterpretações acerca do funcionamento do cérebro. Quando os participantes se confrontaram com factos, foi possível verificar em todos os grupos uma maior facilidade em discriminar corretamente afirmações cientificamente fundamentadas do que os neuromitos. Estes dados seguem também a tendência encontrada no estudo de Düvel et al. (2017), em que é sugerida a presença de uma dificuldade na interpretação de informações científicas e um desconhecimento das descobertas nas neurociências. A nossa percentagem de respostas corretas relacionadas com os neuromitos e afirmações cientificamente fundamentadas revela que tanto no caso dos professores como também dos pais e alunos, todos têm mais dúvidas na avaliação de neuromitos do que na avaliação de afirmações cientificamente fundamentadas. Contudo, os nossos resultados ficam muito aquém dos observados no estudo de Düvel et al. (2017), uma vez que sobretudo no grupo dos pais e no grupo dos professores de música se verificou uma percentagem muito baixa na identificação de afirmações relacionadas com neuromitos.

Tendo em consideração que os professores deveriam ser especialistas em temáticas relacionados com a educação e aprendizagem, seria expectável a existência de uma melhor capacidade de discriminação de afirmações científicas como verdadeiras ou falsas (Düvel et al., 2017). Uma explicação alternativa, sugerida por Dekker et al. (2012), é que os professores têm dificuldade em discriminar informações corretas e incorretas sobre o cérebro quando expostos a esse tipo de informação na sua profissão.

Entre os professores de música, os pais e os alunos analisados verificou-se uma diferença significativa na discriminação de alguns dos neuromitos apresentados. Quando, por

exemplo, indicado que certos gêneros musicais podiam exigir uma forma especial de escuta e que o ensino de música traria benefícios no desempenho do cálculo, as respostas dos professores, pais e alunos divergiram substancialmente, sendo os alunos e professores os únicos que conseguiram resultados positivos, mas não em ambas. A melhor capacidade de discriminação correta do mito acerca do desempenho de cálculo melhorado pelo ensino de música, verificada nos alunos do EAEM, poderá estar relacionado com a sua percepção da experiência escolar, a partir da observação dos seus resultados e dos seus pares na disciplina de matemática.

Nas ACF's em que foi atribuída precisão e eficiência aos músicos no processamento da música e informação auditiva e benefícios extramusicaís da audição de música, os alunos mostraram-se detentores de um maior conhecimento. Segundo Jäncke (2008) ouvir passivamente música agradável pode ajudar os alunos enquanto estudam, mas a música clássica não desempenha nenhum papel particular. O efeito da música de fundo depende mais da preferência, da personalidade e de muitos outros fatores (Düvel et al., 2017). Para além disso, também O'Hanlon (1981) identificou os estados de humor como potenciais influenciadores do desempenho de tarefas quando o indivíduo, de alguma forma, era exposto a um estímulo monótono. Aquando da identificação correta da ACF acerca do aperfeiçoamento das competências linguísticas pelo ensino da música, aqui os pais revelaram ter uma melhor capacidade de discriminação.

Nos professores, não foram encontrados preditores de desempenho da discriminação das afirmações corretas. No grupo dos pais, a única variável que se revelou com poder preditivo foi o género, em que os pais foram mais certos a identificar os neuromitos do que as mães. Nos alunos, a única variável que se revelou preditor do total de acertos das afirmações relativas aos neuromitos foi a escolaridade, sendo que os alunos do 9º ano obtiveram os melhores resultados e os alunos de 7º e 8º são os que mais acreditam em neuromitos.

No que se refere ao conhecimento de abordagens educativas baseadas em neurociências, os resultados obtidos evidenciaram claramente a existência de uma confusão entre o que são métodos específicos de ensino musical e métodos de ensino baseados em neurociências, revelando os professores de música desconhecimento e não utilização na sua prática de ensino.

Quando analisadas as respostas sobre as fontes de informação geralmente consultadas para atualização no âmbito do estudo sobre o cérebro, os nossos resultados estão em consonância com outros estudos (e.g., Rato et al., 2013, Zambo & Zambo 2009) ao

verificar-se que a internet é a fonte de pesquisa preferida pelos professores de música. Sabendo-se que a internet pode conter informações de validade questionável, isto pode levar à atual desinformação da comunidade educativa. Também Christodoulou e Gaab (2009) e Dekker et al. (2012) alertaram para o facto dos neuromitos estarem muito presentes nos materiais consultados por estes profissionais ignorando a investigação verdadeiramente rigorosa e, conseqüentemente, diminuir a confiança dos professores sobre as ainda poucas evidências robustas neste campo de estudo.

De forma a reduzir o número de conceitos incorretos que proliferam entre os professores de música, a divulgação científica ou a introdução nas formações de conteúdos interdisciplinares poderão travar a propagação de mitos em contexto escolar. São vários autores que sugeriram incluir a neurociência na formação graduada de professores e no desenvolvimento profissional (ver Pickering & Howard-Jones, 2007; Dekker et al. 2012; Rato et al., 2013; Tardif et al., 2015; Papadatou-Pastou et al., 2017). Ao mesmo tempo, para que os professores de música que já se encontram graduados possam beneficiar da contribuição da neurociência no ensino de música, deverá ser mantido um desenvolvimento profissional, que seja contínuo, devendo incluir breves cursos, seminários ou *workshops* baseados na investigação do cérebro e da ciência cognitiva (Papadatou-Pastou et al., 2017). Programas de alfabetização científica básica em neurociências para aprender, por exemplo, a identificar o que é uma boa literatura científica também já foi sugerido (Gleichgerricht et al. 2015).

A formação e trabalho de parceria entre investigadores e profissionais de educação, estabelecendo uma interdisciplinaridade, para que tópicos relevantes para situações de aprendizagem é um dos caminhos para travar a disseminação de extrapolações científicas (Deligiannidi & Howard-Jones 2015; Goswami 2004; Rato et al., 2013; Tardif et al., 2015).

A valorização ampliada pelos pais quanto à aprendizagem de música, poderá também torná-los mais suscetíveis a credibilizar informação errónea acerca dos benefícios do ensino musical, conduzindo-os a fomentar neuromitos acerca do papel da música no desenvolvimento do cérebro. Assim, uma forma de colmatar esta dificuldade é garantir que a informação que chega ao grande público, ainda que possa ser transmitida numa mensagem simples, seja rigorosa com os resultados da investigação. Contudo a parte difícil é afiançar que a mensagem simples não seja distorcida ou leve a generalizações excessivas, cabendo essa tarefa ao investigador. Assim, a comunicação de ciência feita em colaboração com os investigadores é fundamental para assegurar o cuidado de uma

linguagem que impeça que as afirmações sejam retiradas do contexto, mantendo a clareza, relevância e precisão científica (Odendaal et al., 2019; Beck 2010).

O presente estudo confirma a prevalência de neuromitos relacionados com o ensino de música em professores de música, pais de alunos de música e alunos do EAEM, seguindo os padrões observados entre professores de outros países (e.g., Dekker et al., 2012; Deligiannidi & Howard-Jones, 2015; Gleichgerrcht et al. 2015; Karakus et al., 2015; Pei et al. 2015; Tardif, Doudin, & Meylan 2015; Ferrero et al., 2016; Düvel et al., 2017; Papadatou-Pastou et al., 2017). No que diz respeito à educação musical, existe uma extensa lacuna entre a investigação em neurociências e a prática escolar em que falta de comunicação entre investigadores e os professores é apontado como fator para a desinformação científica (Düvel et al., 2017).

Uma das limitações deste estudo incide no facto do tamanho da amostra não permitir uma generalização para a população portuguesa e de ser também restrita a uma população específica do ensino de música (EAEM). Em estudos futuros poderia ser interessante a comparação dos mesmos intervenientes de uma comunidade escolar (professores, pais e alunos), mas do Ensino Regular.

Em conclusão, neste estudo podemos observar que foram os alunos do EAEM que mostraram ter uma maior compreensão de conteúdos que ligam o cérebro ao ensino da música, sugerindo que estes mostram interesse na área das neurociências e que, possivelmente com maior facilidade no manuseamento de base de dados, chegam às fontes mais fidedignas. Estes resultados ajudam-nos a compreender as perceções dos que atuam numa comunidade educativa ligada ao ensino da música e da importância da desmistificação de neuromitos nestes contextos, ainda que seja necessário percorrer um longo caminho até que se consiga erguer uma ponte sólida entre o campo científico das neurociências e a prática educativa.

Referências

- Beck, D. M. (2010). The Appeal of the Brain in the Popular Press. *Perspectives on Psychological Science*, 5(6), 762-766. doi:10.1177/1745691610388779.
- Chabris, F. C. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature* 400, 826-827. doi: 10.1038/23608.
- Cho, E. (2015). What do mothers say? Korean mothers' perceptions of children's participation in extra-curricular musical activities. *Music Education Research*, 17(2), 162-178. doi:10.1080/14613808.2014.895313

- Christodoulou, J. A. & Gaab, N. (2009). Using and misusing neuroscience in education-related research. *Cortex*, 45, 555-557. doi: 10.1016/j.cortex.2008.06.004.
- De Bruyckere, P., Kirchner, P. A. & Hulshof, C. D. (2015). Neuromyths, in *Urban Myths Learning and Education*. Elsevier Academic Press, 93-125 doi: 10.1016/C2013-0-18621-7.
- Dekker, S., Lee, N. C, Howard-Jones, P. & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 429(3). doi: 10.3389/fpsyg.2012.00429.
- Deligiannidi, K. & Howard-Jones, P. A. (2015). The Neuroscience Literacy of Teachers in Greece. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 174, 3909-3915. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1133.
- Düvel, N., Wolf, A. & Kopiez, R. (2017). Neuromyths in Music Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers and Students. *Frontiers in Psychology*, 8(629). doi: 10.3389/fpsyg.2017.00629.
- Ferrero, M., Garaizar, P. & Vadillo, M. A. (2016). Neuromyths in Education: Prevalence among Spanish Teachers and an Exploration of Cross-Cultural Variation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 496(10). doi: 10.3389/fnhum.2016.00496.
- Gleichgerrcht, E., Luttges, B. L., Salvarezza, F. & Campos, A. L. (2015). Educational Neuromyths Among Teachers in Latin America. *Mind, Brain, and Education*, 9(3). doi:10.1111/mbe.12086.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74, 1-14.
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*. doi: 10.1038/nrn1907.
- Hodge, D. R. & Gillespie, D. F. (2007). Phrase completion scales: a better measurement approach than Likert scales? *Journal of Social Service Research*, 33 (4), p. 1-12. doi: 10.1300/J079v33n04_01
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824. doi: 10.1038/nrn3817.
- Jäncke, L. (2008). *Mast Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie*. Bern, Switzerland: Huber.
- Jones, S. M. & Zigler, E. (2002). The Mozart effect Not learning from history. *Applied Developmental Psychology*, 23, 355-372. doi:10.1016/S0193-3973(02)00113-2.

- Karakus, O., Howard-Jones, P.A. & Jay, T. (2015). Primary and secondary school teachers' Knowledge and misconceptions about the brain in Turkey. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 174, 1933-1940. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.858.
- McCabe, D. P. & Castel, A. D. (2008). Seeing is believing: The effect of brain images as judgments of scientific reasoning. *Cognition*, 107, 343-352. doi: 10.1016/j.cognition.2007.07.017
- O'Hanlon, J.F. (1981). Boredom: practical consequences and theory. *Acta Psychol.*, 49, 53-82. doi:10.1016/0001-6918(81)90033-0.
- Odendaal, A., Levänen, S. & Westerlund, H. (2019). Lost in translation? Neuroscientific research, advocacy, and the claimed transfer benefits of musical practice. *Music education Research*, 21(1), 4-19. doi: 10.1080/14613808.2018.1484438.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. Paris: OECD Publications Service.
- Papadatou-Pastou, M., Haliou, E. & Vlachos, F. (2017). Brain Knowledge and the Prevalence of Neuromyths among Prospective Teachers in Greece. *Frontiers in Psychology*, 8(804). doi: 10.3389/fpsyg.2017.00804.
- Pei, X., Howard-Jones, P.A., Zhang, S., Liu, X., Jin, Y. (2015). Teachers' understanding about the brain in East China. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 174, 3681-3688. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1091.
- Pickering, S. J. & Howard-Jones, P. (2007). Educators' Views on the Role of Neuroscience in Education: Findings from a Study of UK and International Perspectives. *Mind, Brain and Education*, 1, 109-113. doi:10.1080/00131881.2013.844947.
- Rato, J. R., Abreu, A. M. & Castro-Caldas, A. (2013). Neuromyths in education: what is fact and what is fiction for Portuguese teachers? *Educational Research*, 55(4), 441-453.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L. & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611. doi: 10.1038/365611a0.
- Rodriguez, A. M. (2019). Parents' perceptions of early childhood music participation. *International Journal of Community Music*, 12(1), pp. 95–110. doi: 10.1386/ijcm.12.1.95_1
- Schellenberg, E. G. (2006). Exposure to music: The truth about the consequences, in *The Child as Musician: A Handbook of Musical Development*, ed G. E. McPherson. Oxford: Oxford University Press, 111-134.

- Schellenberg, E. G. (2001). Music and Nonmusical Abilities. *Ann. N.Y. Academic Sci.*, 930, 355-371. doi:10.1093/acprof:oso/9780198744443.003.0008.
- Tardif, E., Doudin, P. A. & Meylan, N. (2015). Neuromyths Among Teachers and Student Teachers. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 50-59. doi:10.1111/mbe.12070.
- Tovazzi, A., Giovannini, S. & Basso, D. (2020). A New Method for Evaluating Knowledge, Beliefs, and Neuromyths About Mind and Brain Among Italian Teachers. *Mind, Brain, and Education* 14(2), 187-198. doi: 10.1111/mbe.12249.
- Upitis, R., Abrami, P. C., Brook, J. & King, M. (2017). Parental involvement in children's independent music lessons. *Music Education Research*, 19(1), 74-98. doi:10.1080/14613808.2016.1202220
- Zambo, D. & Zambo, R. (2009). What Future Teachers Think About Brain Research. *Thoughts about Brain Research*, 5(2).

CAPÍTULO 3: APRENDER MÚSICA CONTRIBUI PARA ATINGIR BONS RESULTADOS A MATEMÁTICA? ANÁLISE DO DESEMPENHO NO EXAME FINAL DE ADOLESCENTES MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS.

* Submetido e a aguardar revisão:
Azevedo, S., Rato, J. & Castro-Caldas, A. (*under review*). Does learning music help with math? Final exam results of musician and non-musician students. *The International Journal of Music Education*

Resumo

Atualmente, embora já se encontrem vários estudos dedicados aos efeitos do conhecimento musical no desempenho cognitivo, escolar e funcionamento do cérebro, ainda não são consistentes os dados que provam claramente uma relação positiva e significativa entre o estudo formal da música e o desempenho académico, principalmente, na matemática. O presente estudo investigou se os estudantes portugueses que estudaram música obtiveram resultados diferenciadores na Prova Final de Matemática do 9º ano (1ª Fase do Exame Nacional Português – IAVE, 2018), em comparação com os alunos que nunca haviam frequentado o ensino especializado de música. Participaram no total 164 alunos, em que 74 são do 9º ano do Ensino Regular e 90 frequentam o mesmo ano de escolaridade em escolas de Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM). Em ambos os grupos os alunos têm idades compreendidas entre 14 e 15 anos ($M = 14.65$; $DP = 0.481$; $M = 14.53$; $DP = 0.502$, respetivamente). Os nossos resultados mostraram que os estudantes músicos registaram uma melhor pontuação no exame em todos os seus domínios, i.e., Números e Operações (NO), Geometria e Medição (GM), Funções, Sequências e Sucessões (FSS), Álgebra (ALG) e Organização e Tratamento de Dados (OTD), em comparação com os seus pares sem currículo especializado de música. A aprendizagem formal de música e as suas transferências positivas no desempenho em matemática são discutidas à luz dos atuais requisitos curriculares do ensino regular.

Palavras chave: música, matemática, desempenho académico, adolescentes.

Introdução

A relação entre a música e a matemática tem sido debatida há milhares de anos (Sanders, 2012). Já no tempo dos anciãos Gregos a música foi considerada uma disciplina estritamente matemática, em conformidade com a relação numérica, rácios e proporções. No *Quadrivium*, i.e., o cruzamento de quatro ramos, a música foi situada ao mesmo nível da aritmética, da geometria e da astronomia (Beer, 2005). Nos últimos anos, o interesse

acerca do contributo do ensino musical no desenvolvimento do cérebro tem sido crescente (Celma-Miralles & Toro, 2019; Liang et al., 2016) suscitando também grande curiosidade quanto à sua relação com o desempenho académico, nomeadamente, na matemática. Alguns autores (Santos-Luiz et al., 2015; Beer, 2005) referem que existem várias ligações entre a música e a matemática e que conceitos matemáticos, tais como, relações numéricas, proporções, números inteiros, logaritmos, operações aritméticas, trigonometria e geometria encontram-se relacionados com elementos musicais, como a melodia, ritmo, intervalos, escalas, harmonia. A duração das notas das figuras musicais/sons, os compassos, o ritmo, a intensidade e a sensação de intensidade são alguns dos exemplos que evidenciam a relação entre elementos e conceitos musicais e os tópicos matemáticos mencionados (Santos-Luiz et al., 2015).

Apesar de já existirem atualmente estudos que analisam os efeitos do ensino formal musical (teórico e instrumental), a nível académico, cognitivo, estrutural e funcional do cérebro, poucos são os que referem a existência clara de uma relação entre a aprendizagem musical e as competências académicas em geral e a matemática, particularmente dos benefícios da primeira sobre a segunda.

Guhn et al. (2019), Hallam e Rogers (2016) e Cabanac et al. (2013) mencionaram uma influência positiva do ensino musical (teórico e/ou instrumental) no desempenho académico em geral, incluindo a matemática, reforçando a ligação da música com a cognição (Cooper, 2019). Contudo, estes resultados não indicaram causalidade (Cabanac et al., 2013). Também em crianças com idades compreendidas entre os cinco e os sete anos que participaram num currículo de artes foram observados bons resultados no desempenho matemático, com maior evidência naqueles que participaram no currículo durante dois anos e no desenvolvimento cognitivo útil para outras áreas de aprendizagem (Gardiner et al., 1996). Mais especificamente, Helmrich (2010) mostrou a existência de uma relação entre o tipo de ensino musical recebido (instrumental ou coral) e o desempenho em álgebra.

Um outro estudo mostrou também que crianças, em idade pré-escolar que estudaram teclado, após quatro meses de treino, pontuaram significativamente mais em tarefas espaço-temporais relativamente aos seus pares não-músicos, tendo a sua magnitude sido mais elevada após oito meses de aulas (Rauscher & Zupan, 2000).

Em estudos de metanálise, Vaughn (2000) mencionou a existência de uma associação positiva modesta entre o estudo de música e o aproveitamento em matemática. Contudo, a correlação encontrada não foi suficiente para ser atribuída uma causalidade. Para além

disso, também identificou que aprender a ler notação musical não foi mais eficaz em melhorar o desempenho matemático do que o ensino musical sem este tipo de leitura. Deste modo, os estudos analisados por estes autores revelaram uma escassez de evidências de que o ensino musical melhora o desempenho matemático.

Para além disso, quando foi analisado o efeito da prática musical na capacidade cognitiva, verificaram-se associações entre o desempenho em testes de raciocínio, velocidade de processamento e memória e a matemática (Nutley et al., 2014; Schellenberg, 2006; Forgeard et al., 2008). Contudo, tal como no estudo de Cabanac et al. (2013) e Costa-Giomi (2004), no estudo de Nutley et al. (2014), os efeitos positivos na matemática não foram atribuídos a um efeito causal da música no desempenho académico, mas apenas à prática musical ao longo do tempo. Guhn et al. (2019), Hallam e Rogers (2016) e Gouzouasis et al. (2007) mencionaram igualmente o efeito positivo da durabilidade do estudo da música a longo prazo no desempenho académico em geral.

Por sua vez, Fitzpatrick (2006) referiu que os estudantes que eventualmente continuaram os seus estudos de música instrumental no ensino secundário, já eram alunos que anteriormente teriam melhores resultados em todas as disciplinas.

Também o nível socioeconómico e ambiente familiar contribuiu para o impacto nos melhores resultados em testes de leitura, matemática, cidadania, ciências, estudos sociais e artes de linguagem, em alunos praticantes de classes de conjunto (coro e banda) (Kinney, 2008) e em crianças em idade pré-escolar, em matemática que estavam envolvidas num programa de música (Goeghegan & Mitchelmore, 1996).

Santos-Luiz et al. (2016) ao analisar os efeitos do nível socioeconómico, inteligência e motivação na relação entre a formação musical e o desempenho académico entre estudantes portugueses do ensino básico (no 7º e 9º ano), que frequentavam o Ensino Especializado de Música ou o Ensino Regular, mostraram correlações significativas entre o desempenho académico e o nível socioeconómico, a inteligência e a motivação, destacando-se o desempenho académico no 9º ano que permaneceu mais elevado nos estudantes de música. Na análise do efeito da formação musical no desempenho académico, do 7º ao 9º ano, controlando a inteligência, o nível socioeconómico e a motivação, entre músicos e não músicos, o desempenho académico dos estudantes de música permaneceu significativamente mais elevado do que os dos não músicos. Em contrapartida, o desempenho académico dos estudantes não músicos desceu significativamente entre o 7º e o 9º ano.

Considerando que esta ligação entre a aprendizagem da música e o seu contributo para as competências matemáticas continua a ser motivo de discussão científica, o objetivo do presente estudo é analisar se os alunos que estudam música alcançam um desempenho superior no exame final de matemática comparativamente com os seus pares que nunca frequentaram o ensino formal de música.

Método

Participantes

Inicialmente foram recrutados alunos de 14 escolas de seis distritos de Portugal Continental (Braga, Porto, Leiria, Santarém, Lisboa e Setúbal). No entanto, de uma das escolas não foram obtidos os dados suficientes. Assim, foram analisados os alunos de 13 escolas, sendo que em nove se ministra o Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM) e em quatro o Ensino Regular (ER). Todos os alunos do EAEM frequentavam, há pelo menos cinco anos, o currículo de ensino básico (3º ciclo – 9º ano) em regime articulado, regulamentado pela Portaria nº225/2012 de 30 de julho (Tabela 1).

Tabela 1: Plano de Estudos do Curso Básico de Música de 3º Ciclo (valor em minutos), de acordo com a Portaria nº225/2012 de 30 de julho, vigente no ano letivo 2017-2018.

Componentes do Currículo	Carga horária semanal 9º ano
Português	200
Línguas Estrangeiras Inglês Língua Estrangeira II	225
Ciências Humanas e Sociais História Geografia	225
Matemática	200
Ciências Físicas e Naturais Ciências Naturais Físico-Química	225
Expressões Educação Visual (a) Educação Física	(90) 135
Formação Vocacional Formação Musical Instrumento Classes de conjunto (b)	315 90 (135) 90 90 (135)
Educação Moral e Religiosa (c)	(45)
(d)	(45)
<i>Tempo a cumprir:</i>	1575/1710 (1620/1755)

Componentes do Currículo	Carga horária semanal 9º ano
Oferta Complementar	(45)

Legenda: (a) Disciplina de frequência facultativa; (b) Coro, Música de Câmara e Orquestra; (c) Disciplina de Frequência Facultativa; (d) Oferta facultativa, a serem utilizados na componente de formação vocacional, em atividades de conjunto ou no reforço de disciplinas coletivas.

Mediante a autorização expressa dos Encarregados de Educação e da não oposição dos seus educandos à participação no estudo, foram reunidos dados de 283 estudantes voluntários de ambos os géneros. Numa primeira fase foram aplicados critérios de inclusão e de exclusão, sendo esta uma amostra selecionada por conveniência. Como critérios de inclusão à participação no estudo foram definidos: (i) os alunos estarem a frequentar o 9º ano escolaridade, numa escola da rede pública; (ii) os alunos terem entre 14 e 16 anos; (iii) os alunos terem como língua materna o Português; (iv) os alunos do grupo de Ensino Especializado de Música estejam a frequentar o Curso Básico de Música em regime articulado, que inclua o treino musical nas suas componentes teórica e instrumental. Quanto aos critérios de exclusão: (i) alunos repetentes; (ii) o grupo de controlo frequentar ou ter frequentado aulas de música (teóricas e/ou instrumentais); e (iii) alunos com dificuldades de aprendizagem específica ou condição clínica sinalizada.

Deste modo, foram excluídos alunos por: retenção (6), transtorno de hiperatividade (3), défice de atenção (5), o Encarregado de Educação (EE) não ter assinado o consentimento informado (7), Dislexia (1), frequentar o Ensino Privado (1), não responder a questões fundamentais para a seleção da amostra (2), ter Necessidades Educativas Especiais (3), o grupo de controlo frequentar ou ter frequentado aulas de música (80), outra língua materna (6) e a Escola de Ensino Regular não ter fornecido as notas finais das disciplinas (7).

Após esta análise criteriosa dos dados, 164 alunos do 3º ciclo (9º ano) do Ensino Básico Público, foram distribuídos por dois grupos: grupo de Ensino Regular ($n = 74$), 34 (45.9%) do género masculino e 40 (54.1%) do género feminino; e grupo de Ensino Especializado de Música ($n = 90$), 41 (45.6%) do género masculino e 49 (54.4%) do género feminino, do ano letivo 2017-2018. A média da idade dos alunos do Ensino Regular inquiridos foi de 14.65 com um desvio-padrão (*DP*) de 0.48 e a dos alunos de Ensino Especializado de Música foi de 14.53 com um $DP = 0.50$. Relativamente à escolaridade materna é de salientar o facto de que a grande maioria das mães tem habilitações literárias graduadas não existindo diferenças entre os dois grupos ($Fisher = 12.348, p = 0.06$), ainda que no grupo dos alunos do EAEM haja um maior número de mães com habilitações literárias mais qualificadas (Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização dos participantes (n=164).

	ER (n = 74) M (DP)	EAEM (n = 90) M (DP)	teste estatístico	<i>p</i>
Idade	14.65 (0.481) % (n)	14.53 (0.502) % (n)	<i>t</i>	1.499 0.136
Género				
Masculino	45.9 (34)	45.6 (41)		0.002
Feminino	54.1 (40)	54.4 (49)		0.96
Nacionalidade				
Portuguesa	98.6 (73)	100 (90)	<i>Fisher</i>	0.451
Angolana	1.4 (1)	0.0 (0)		
Habilitações do Pai				
1º Ciclo	2.7 (2)	2.2 (2)	<i>Fisher</i>	8.372
2º Ciclo	8.1 (6)	4.4 (4)		0.381
3º Ciclo	18.9 (14)	9.9 (9)		
Ensino Secundário	39.2 (29)	35.2 (32)		
Bacharelato	0.0 (0)	3.3 (3)		
Licenciatura	24.3 (18)	35.2 (32)		
Pós-Graduação	0.0 (0)	1.1 (1)		
Mestrado	5.4 (4)	6.6 (6)		
Doutoramento	1.4 (1)	2.2 (2)		
Habilitações da Mãe				
1º Ciclo	-----	-----	<i>Fisher</i>	12.348
2º Ciclo	9.6 (7)	1.1 (1)		0.06
3º Ciclo	17.8 (13)	12.2 (11)		
Ensino Secundário	23.3 (17)	17.8 (16)		
Bacharelato	0.0 (0)	2.2 (2)		
Licenciatura	42.5 (31)	53.3 (48)		
Pós-Graduação	0.0 (0)	3.3 (3)		
Mestrado	5.5 (4)	8.9 (8)		
Doutoramento	1.4 (1)	1.1 (1)		
Língua Materna				
Português Europeu	98.6 (73)	100 (90)	<i>Fisher</i>	0.451
Português Angolano	1.4 (1)	0.0 (0)		
Instrumento				
Cordas	-----	40.0 (36)	-----	
Percussão	-----	8.9 (8)	-----	
Sopro	-----	23.3 (21)	-----	
Teclas	-----	22.3 (21)	-----	
Outros	-----	4.4 (4)	-----	
Atividades Extracurriculares				
Não	91.9 (68)	72.2 (65)		10.249
Sim	8.1 (6)	27.8 (25)		0.001
Tipo de Atividades Extracurriculares				
Dança	5.4 (4)	7.8 (7)	<i>Fisher</i>	0.756
Banda	0.0 (0)	1.1 (1)	-----	
Desporto	2.7 (2)	2.2 (2)	<i>Fisher</i>	0.613
Teatro	0.0 (0)	1.1 (1)	-----	1.000
Educação Visual	0.0 (0)	20.0 (18)		16.625
				0.000
Explicação de Matemática				
Não	44.6 (33)	54.3 (49)		1.576
Sim	55.4 (41)	45.6 (41)		0.209
	M (DP)	M (DP)		
Anos de Estudo Musical	-----	7.15 (2,658)	-----	
Horas de Apoio / Explicação de Matemática	2.401 (1,222)	2.50 (0,824)	<i>t</i>	0.427 0.670

Legenda: ER= Ensino Regular; EAEM= Ensino Artístico Especializado de Música.

Medidas

Os dados dos participantes deste estudo foram recolhidos com base num inquérito sociodemográfico e de informação académica desenvolvido para este efeito.

Este inquérito foi aplicado aos Encarregados de Educação, com a anuência dos alunos à recolha de dados pessoais, e incluía vários itens como: data de nascimento, género, nacionalidade/língua materna, habilitações académicas dos pais, número de 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 informação académica referente aos resultados da *Prova Final de Matemática* (PFM) do 9º ano do 3º Ciclo do Ensino Básico (Prova 92/1ª Fase, IAVE, 2018a,b) foi obtida através de consulta dos sistemas de bases de dados das Escolas.

A PFM é constituída por dois cadernos (Caderno 1 e Caderno 2), com duração total de 90 minutos e tolerância de 30 minutos. A elaboração da prova e respetivos critérios de classificação são da competência do IAVE - Instituto de Avaliação Educativa, I.P. (Despacho Normativo nº4-A/2018, de 14 de fevereiro, art.22º, nº1 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 1 a 5 (Anexo I do Despacho Normativo n.º 1 -F/2016, de 5 de abril). O nível 1 corresponde a uma percentagem de 0 a 19%, o nível 2 de 20 a 49%, o nível 3 de 50 a 69%, o nível 4 de 70 a 89% e, por fim, o nível 5 de 90 a 100%. Esta prova é realizada por todos os alunos de 9º ano e complementa o processo de avaliação sumativa de final do 3.º ciclo, sendo estes resultados considerados para o cálculo da classificação final de disciplina.

Procedimentos

Para a realização deste estudo foram solicitadas autorizações junto da Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPD), concedida a 7 de março de 2017 (Autorização Nº 2724/2017 - Proc. n.º 7617/2016), para recolha de dados pessoais através da aplicação de um inquérito sociodemográfico 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 auscultar a disponibilidade para colaborar neste estudo de investigação, procedendo-se, posteriormente, ao envio de um 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. No final do ano letivo 2017/2018 efetuou-se, junto das Escolas, o levantamento das Notas Finais de 3º Período dos alunos participantes de 9º ano.

Todos os direitos dos participantes foram assegurados na medida em que o tratamento dos dados foi realizado de forma a salvaguardar o direito à confidencialidade, garantido o respeito pelo seu anonimato. Por esse motivo foi adotado um sistema de codificação durante todo o processo de investigação. De ressaltar, que qualquer participante tinha o direito de acesso e retificação dos dados e podendo igualmente desistir a qualquer momento da sua participação na investigação.

Análise estatística

A significância da diferença entre a média dos resultados no *Prova Final de Matemática*, em 2018 [Nível (Nv), Pontuação (Pt), Números e Operações (NO), Geometria e Medida (GM), Funções, Sequências e Sucessões (FSS), Álgebra (ALG) e Organização e Tratamento de Dados (OTD)], nos alunos de 9º ano com aulas de música (grupo 1) vs alunos de 9º ano sem aulas de música (grupo 2) foi avaliada com o 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 ($F_{\text{PFM} - \text{Nv}} = 2.232, p = 0.137$; $F_{\text{PFM} - \text{Pt}} = 4.427, p = 0.037$; $F_{\text{PFM} - \text{NO}} = 0.581, p = 0.447$; $F_{\text{PFM} - \text{GM}} = 1.552, p = 0.215$; $F_{\text{PFM} - \text{FSS}} = 0.111, p = 0.740$; $F_{\text{PFM} - \text{ALG}} = 13.338, p = 0.000$; $F_{\text{PFM} - \text{OTD}} = 0.709, p = 0.40$). Nas variáveis em que não se verificou a existência de homogeneidade de variâncias ($F_{\text{PFM} - \text{Pt}}, F_{\text{PFM} - \text{ALG}}$) aplicou-se um coeficiente de correção ao teste *t*-Student. Apresenta-se ainda como medida da dimensão de efeito o *d* de Cohen. Os resultados são apresentados como média \pm desvio padrão da média.

De modo a averiguar a significância de cada uma das variáveis independentes género, frequentar o EAEM, participar em atividades extracurriculares (AEC), usufruir de apoio ou explicação na disciplina de Matemática na nota da *Prova Final 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 ($F_{\text{PFM} - \text{Género}} = 0.306, p = 0.581$; $F_{\text{PFM} - \text{EAEM}} = 4.427, p = 0.037$; $F_{\text{PFM} - \text{AEC}} = 0.068, p = 0.794$; $F_{\text{PFM} - \text{ExpMat}} = 1.340, p = 0.249$). Na variável em que não se verificou a existência de homogeneidade de variâncias ($F_{\text{PFM} - \text{EAEM}}$) aplicou-se um coeficiente de correção ao teste *t*-Student. A variável escolaridade do pai e da mãe foi medida em 9 ordens (1º ciclo, 2º ciclo, 3º ciclo, Ensino Secundário, Bacharelato, Licenciatura, Pós-Graduação, Mestrado e Doutoramento). Assim, para calcular o coeficiente de correlação entre as duas variáveis escolaridade e classificação na Prova Final de Matemática de 9º ano, 2018 – 1ª Fase (Pontuação 0 a 100), variáveis medidas numa escala ordinal vs intervalar, foi utilizada a correlação de Spearman. 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 Prova Final de Matemática de 9º ano, 2018 – 1ª Fase (Pontuação 0 a 100) e tendo em consideração que ambas as variáveis foram medidas numa escala intervalar, recorreu-se à utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson. Também 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.

A partir da utilização de um modelo de regressão múltipla hierárquica, procurou-se explicar a variação dos resultados obtidos na *Prova Final de Matemática* (92), 1ª Fase, de 2018 em função das variáveis independentes que se revelaram significativas na análise univariada: escolaridade da mãe, escolaridade do pai, frequentar o EAEM e usufruir de apoio ou explicação na disciplina de Matemática, para verificar qual ou quais as variáveis que são importantes para a previsão da nota de matemática. Deste modo, efetuou-se a regressão tendo como variável dependente a nota da PFM. No primeiro nível colocou-se como variável independente o EAEM e, no segundo nível, as variáveis independentes

escolaridade do pai, escolaridade da mãe e o apoio ou explicação de matemática, com o objetivo de controlar os efeitos destas variáveis na variável dependente.

Foi também calculada a significância da diferença entre a média dos resultados da Classificação Final da *Prova Final de Matemática*, dos Níveis 1 e 5 (considerados os extremos de pontuação mais baixa ou mais alta), dos alunos de 9º ano com aulas de música vs sem aulas de música, aplicando o Teste *Qui-Quadrado*.

Recorreu-se ao *Software* SPSS (v.25, IBM Corp., Armonk, NY) para execução dos testes, e consideraram-se estatisticamente significativas as diferenças entre médias cujo *p-value* do teste foi inferior ou igual a 0.05.

Resultados

Para analisar os resultados de ambos os grupos em estudo, utilizámos o teste *t-Student* para amostras independentes o qual revelou, para um $p \leq 0.05$, diferenças significativas entre o grupo com aulas de música (EAEM $n= 90$) e o grupo sem aulas de música (ER $n = 74$), nos resultados do PFM (2018) de 9º ano (Tabela 3).

Tabela 3: Média e Desvio-Padrão na *Prova Final de Matemática* de 9º ano (2018) total e nos diferentes domínios matemáticos avaliados.

PFM	ER	EAEM	<i>t-Student</i>	<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
	(<i>N</i> = 74)	(<i>N</i> = 90)			
	M (DP)	M (DP)			
Níveis 1 a 5	(1.095)	(0.946)	- 3.743	0.000	0.59
Total	57.97 (23.975)	70.77 (19.759)	- 3.677	0.000	0.59
NO	5.97 (0.821)	7.82 (3.414)	- 3.271	0.001	0.72
GM	20.51 (8.411)	23.71 (7.638)	- 2.548	0.012	0.40
FSS	7.64 (5.068)	9.79 (5.107)	- 2.697	0.008	0.43
ALG	15.91 (7.332)	20.12 (5.293)	- 4.139	0.000	0.66
OTD	7.95 (3.611)	9.31 (3.358)	- 2.504	0.013	0.39

Legenda: NO – Números e Operações (13 pontos); GM – Geometria e Medida (34 pontos); FSS – Funções, Sequências e Sucessões (15 pontos); ALG – Álgebra (25 pontos); OTD – Organização e Tratamento de Dados.

Os alunos de 9º ano do EAEM tiveram uma média superior aos alunos do ER (no nível 1 a 5 e pontuação 0-100), sendo esta diferença estatisticamente significativa para $p < 0.001$. A dimensão do efeito das aulas de música, na nota do PFM, foi moderada ($d = 0.59$).

Também nos diferentes domínios matemáticos, os alunos do EAEM obtiveram médias superiores relativamente aos alunos do ER, tendo estas diferenças sido significativas nos NO ($p= 0.001$), na GM ($p= 0.012$), nas FSS ($p= 0.008$), na ALG ($p < 0.001$) e na OTD

($p=0.013$). A dimensão do efeito das aulas de música, na classificação do PFM, também foi moderada no domínio NO ($d = 0.72$) e ALG ($d = 0.66$). Nos restantes domínios o efeito encontrado foi pequeno, nomeadamente, na GM ($d = 0.40$), nas FSS ($d = 0.43$) e na OTD ($d = 0.39$).

Quando se procurou averiguar a significância das variáveis género, frequência no EAEM, participação em atividades extracurriculares (AEC), usufruição de apoio ou explicação na disciplina de Matemática na nota PFM de 9º ano, de 2018, 1ª fase, o teste *t*-Student para amostras independentes revelou para um $p \leq 0.05$ que apenas as variáveis EAEM e ter apoio ou explicação de matemática se mostraram significativas nos resultados da PFM (Tabela 4). Os alunos do 9º ano com aulas de música obtiveram, uma média de 70.77 (DP= 19.759) na nota do PFM (de 0 a 100) enquanto os alunos sem aulas de música alcançaram uma média de 57,97 (DP= 23.975), sendo esta diferença significativa para $p < 0.001$ ($t(162) = -3.747, p = 0.000$). Na pontuação do PFM (de 0 a 100) também se verificaram diferenças significativas para $p \leq 0.05$ ($t(162) = 2.133, p = 0.034$), entre os alunos que tiveram apoio ou explicação de matemática (média= 61.27 pontos; DP = 22.811), e os alunos que não tiveram esse apoio (média= 68.72 pontos; DP = 21.923).

Tabela 4: Significância das variáveis EAEM, atividades extracurriculares (AEC), apoio ou explicação na disciplina de Matemática na nota PFM de 9º ano (2018), 1ª fase.

	PFM (0-100)		
	M (DP)	<i>t</i> -student	<i>p</i>
Género			
Masc (n=75)	63.95 (22.628)	- 0.543	0.588
Fem (n=89)	65.88 (22.692)		
EAEM			
Não (n=74)	57.97 (23.975)	- 3.677	0.000
Sim (n=90)	70.77 (19.759)		
Atividades Extracurriculares			
Não (n=133)	64.79 (22.623)	- 0.239	0.811
Sim (n=31)	65.87 (22.927)		
Apoio/Explicação de Matemática			
Não (n=82)	61.27 (22.811)	2.133	0.034
Sim (n=82)	68.72 (21.923)		

A Tabela 5 apresenta o coeficiente de correlação de Pearson verificando-se que não existe uma correlação significativa ($R=0.088$, $p=0.434$) entre o número de horas semanais de apoio ou explicação de matemática e a Nota na Prova Final de Matemática de 9º ano, 2018 – 1ª Fase (Pontuação de 0 a 100).

Tabela 5: Correlação entre o Número de Horas Semanais de Apoio ou Explicação de Matemática e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (2018).

	PFM (0- 100)		
	<i>Pearson</i>	<i>p</i>	<i>n</i>
Horas de Apoio / Explicação de Matemática	0.088	0.434	81

A Tabela 6 apresenta o coeficiente de correlação de Spearman que indica uma correlação significativa entre a escolaridade do pai ($R=0.375$, $p<0.001$) e da mãe ($R=0.413$, $p<0.001$) e a Nota na Prova Final de Matemática de 9º ano, 2018 – 1ª Fase (Pontuação de 0 a 100).

Tabela 6: Correlação entre a escolaridade do pai e da mãe e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (2018), 1ª fase.

PFM (Pontuação 0 a 100)			
Escolaridade do Pai (n=163)		Escolaridade da Mãe (n=163)	
Spearman's rho	<i>p</i>	Spearman's rho	<i>p</i>
0.375	0.000	0.413	0.000

A variável independente (EAEM) que entrou na equação da regressão múltipla hierárquica no primeiro nível, explica 8,1% ($R^2_{aj}=0,081$) da variação da variável dependente (Nota na PFM), revelou-se significativa ($M_{PFM-ER}=57.97$, $DP=23.975$; $M_{PFM-EAEM}=70.48$, $DP=19.638$). No segundo nível, a variância explicada aumentou para 22,6% ($R^2_{aj}=0,226$), quando controlado o efeito das variáveis escolaridade do pai, escolaridade da mãe e o apoio ou explicação de matemática. Embora a força da relação da variável EAEM com a nota da PFM tenha diminuído, a relação mantém-se significativa. Para além do EAEM, também a escolaridade da mãe mostrou ter efeito na nota da PFM: tendo em consideração que o valor de Beta é positivo ($B=0,272$, $p=0,003$), quanto maior for a escolaridade da mãe, melhor é a nota do seu educando em matemática, sendo esta a relação mais forte com a nota (Tabela 7).

Tabela 7: Regressão múltipla hierárquica: 1º nível – EAEM; 2º nível: escolaridade do pai, escolaridade da mãe e apoio/explicação de matemática. VD: Resultados obtidos na Prova Final de Matemática (92) de 9º ano (2018), 1ª fase.

		VD: Prova Final de Matemática		
		Beta	<i>p</i>	R ² aj
1º nível	EAEM	0.294	0.000	
	Variância			0.081
	Explicada			
2º nível	EAEM	0.202	0.005	
	Escolaridade do pai	0.149	0.092	
	Escolaridade da mãe	0.272	0.003	
	Apoio ou Explicação de Matemática	-0.116	1.000	
	Variância			0.226
	Explicada			

O teste *Fisher* revelou, para um $p \leq 0.05$, a existência de uma diferença estatisticamente significativa entre o grupo com aulas de música ($n= 17$) e o grupo sem aulas de música ($n= 11$) quanto à classificação da PFM no Nível 1 e no Nível 5 (Tabela 8). No grupo com aulas de música há uma percentagem significativamente mais elevada de alunos com nota no Nível 5 comparativamente aos alunos sem aulas de música. Por sua vez, na nota no Nível 1 a percentagem é significativamente maior nos alunos sem aulas de música do que no grupo de alunos com aulas de música.

Tabela 8: Percentagem de alunos sem aulas de Música (ER) vs com aulas de Música (EAEM) nos Níveis 1 e 5 na Prova Final de Matemática de 9º ano (2018), 1ª fase.

	ER ($n= 11$)	EAEM ($n = 17$)	
PFM - Níveis			
Nível 1 (0 a 19 pontos)	54.5% (6)	5.9% (1)	<i>Fisher</i>
Nível 5 (90 a 100 pontos)	45.5% (5)	94.1% (16)	$p = 0.007$

Discussão

Para responder à questão sobre se aprender música contribui para o desempenho escolar na matemática, analisámos se os alunos que frequentam um regime de ensino de música especializado (EAEM) têm um melhor desempenho na Prova Final de Matemática (PFM) referente aos conteúdos escolares alcançados no 9º ano, comparativamente com os alunos do ensino regular (ER), que nunca haviam participado no ensino formal de música.

Os nossos resultados mostram que os alunos que estudam música (EAEM) apresentaram uma melhor pontuação na PFM em todos os seus domínios (Números e Operações - NO, Geometria e Medição - GM, Funções, Sequências e Sucessões - FSS, Álgebra - ALG e Organização e Tratamento de Dados - OTD), relativamente aos alunos que não têm no seu plano curricular aulas de música, nas suas componentes teórica e instrumental.

O nosso estudo distancia-se assim dos estudos que referem não existir uma relação entre a aprendizagem musical e o desempenho académico (Hogenes et al., 2015; Elpus, 2013; Forgeard et al., 2008; Costa-Giomi, 2004) e são coincidentes com outros estudos que avaliaram os efeitos do estudo musical exclusivamente no desempenho matemático (Nutley et al., 2014; Helmrich, 2010; Vaughn, 2000; Gardiner et al., 1996; Goeghegan & Mitchelmore, 1996) e em que a matemática se encontrava inserida no desempenho académico em geral (Hallam & Rogers, 2016; Cabanac et al., 2013; Kinney, 2008; Gouzouasis et al., 2007; Fitzpatrick, 2006; Schellenberg, 2006). Verificámos que a dimensão do efeito de *Cohen*, que caracterizou as médias na PFM, tendeu a ser moderada na nota por níveis de 1 a 5, na pontuação em percentagem de 0 a 100 e nos domínios dos NO e ALG. Já nos domínios da GM, FSS e OTD a dimensão do efeito apresentou-se pequena. De acordo com estudo prévio (Santos-Luiz et al., 2015), as ligações entre conteúdos matemáticos relativos aos domínios NO, ALG e GM, presentes no Programa e Metas Curriculares de Matemática do 3º ciclo do Ensino Básico Português, e os elementos/conceitos musicais que são trabalhados no ensino especializado poderão explicar parcialmente os resultados obtidos pelos alunos de EAEM. No domínio dos Números e Operações, a literatura refere possíveis relações entre os conteúdos matemáticos números naturais, inteiros, reais e com a aritmética/operações aritméticas e os elementos/conceitos musicais nota, som, frequência e altura do som, intervalos, acordes, harmonia, escalas Pitagórica, Natural e Mesotónica, tempo, duração das notas/sons, ritmo, compassos, escalas temperadas (Mesotónica e Temperamento Igual e Trítone), ligaduras de prolongação e tercina. No que respeita ao domínio da Álgebra, os

conteúdos matemáticos, proporções racionais e sequências (Números de Fibonacci e Número de Ouro) estão relacionados com os acordes, harmonia, escalas Pitagórica, natural e Mesotónica, tempo, duração das notas, ritmo, divisão da forma musical e desenvolvimento de uma linha melódica. Já os conteúdos matemáticos de transformação geométrica, revelam uma ligação aos conteúdos musicais de transformação e repetição de secções, tais como padrões musicais e transposição, retrogradação e inversão, dodecafonismo e forma musical.

No nosso estudo, quando calculada a significância da diferença entre a média dos resultados da Prova Final de Matemática, considerando os níveis mais baixos e mais altos da prova, os resultados dos alunos que frequentavam o EAEM diferenciaram-se pela positiva dos alunos do ER, na medida em que atingiram mais classificações de nível 5 do que nível 1.

Quando se verificou a associação entre os alunos frequentarem sessões extra de apoio ou explicação de matemática, as habilitações literárias dos pais e frequentar o EAEM há pelo menos cinco anos, os resultados revelaram que as variáveis habilitações da mãe e frequentar o EAEM se mostraram preditores dos melhores resultados na PFM. No entanto, a associação significativa observada, que apesar de positiva, é considerada baixa, revelando que podem existir outros fatores explicativos para os alunos do ensino especializado poderem ter melhores resultados na PFM. Alguns destes outros fatores já foram identificados em estudos anteriores, como a perceção do *self* (Hallam & Rogers, 2016), a motivação (Guhn et al., 2019; Santos-Luiz et al., 2016; Helmrich, 2010; Gouzouasis et al., 2007; Gardiner et al., 1996), o nível socioeconómico (Santos-Luiz et al., 2016; Kinney, 2008), níveis de criatividade, pensamento crítico e competências de resolução de problemas (Helmrich, 2010), atitude e capacidade intelectual (Gouzouasis et al., 2007), fatores demográficos (habilitações literárias dos pais) (Santos-Luiz et al., 2016), experiências musicais em casa (Goeghegan & Mitchelmore, 1996), e o tempo de aprendizagem de música (Guhn et al., 2019; Nutley et al., 2014; Rauscher & Zupan, 2000).

Assim, ainda que se perceba que a relação entre as boas classificações na PFM e o ensino de música possa dever-se a vários fatores que se interligam, os nossos resultados confirmam o que também tem vindo a ser demonstrado na literatura quanto ao peso das habilitações literárias dos pais, especialmente das mães, sobre o sucesso académico dos seus filhos (Upitis et al., 2017).

Concluimos que a aprendizagem formal de música, durante um período alargado, pode contribuir para uma transferência positiva no desempenho na matemática, pelo que, com a atual estrutura curricular do ensino regular, poder-se-á refletir sobre uma maior participação de atividades do domínio musical nos programas escolares, especialmente, nas escolas que implementem o projeto de autonomia e flexibilidade curricular dos ensinos básico e secundário.

Limitações e Estudos Futuros

Uma das limitações deste estudo incide no facto do tamanho da amostra não permitir uma generalização para a população portuguesa. Os nossos resultados poderiam também sair fortalecidos se obtivéssemos os dados académicos desde o início do 1º grau do Curso Básico de Música e durante os anos escolares até ao 5º grau (ano em que finda este curso) por forma a compreender o desempenho ao longo do percurso formativo. O facto de não termos tido acesso a estes dados não nos permitiu saber se os alunos do EAEM apresentariam já anteriormente um melhor desempenho académico. Controlar um conjunto de outras variáveis, como a motivação associada ao estudo nesta área, ou a composição familiar, podem reduzir o viés dos resultados sobre esta análise comparativa. Também teria sido interessante incluir uma medida que permitisse avaliar as funções executivas, nomeadamente, a capacidade de inibição e memória de trabalho, de modo a verificar o impacto que o estudo musical formal poderá ter nestas funções cognitivas e, concomitantemente, no desempenho académico. Os dados aqui discutidos continuam a suscitar interesse para futuros estudos, especialmente, com um desenho longitudinal para investigar a trajetória ao longo do tempo da aprendizagem musical sobre o desempenho académico. Como ainda não existe uma pesquisa que ofereça uma análise concreta do motivo pelo qual os alunos mais predispostos ao sucesso académico se encontram, em largo número, matriculados no ensino de música, continua a ser necessária uma investigação empírica para analisar este fenómeno.

Referências bibliográficas

- Beer, M. (2005). *Mathematics and Music: Relating Science to Arts*. Brisbane: East Coast College of English.
- Cabanac, A., Perlovsky, L. & Bonniot-Cabanac, M. C. (2013). Music and academic performance. *Behav Brain Res*, 256, 257-260. doi:10.1016/j.bbr.2013.08.023

- Celma-Miralles, A., & Toro, J. M. (2019). Ternary meter from spatial sounds: Differences in neural entrainment between musicians and non-musicians. *Brain Cogn*, 136(103594). doi:10.1016/j.bandc.2019.103594
- Cooper, P. K. (2019). It's all in your head: A meta-analysis on the effects of music training on cognitive measures in schoolchildren. *International Journal of Music Education*, 1-16. doi:10.1177/0255761419881495
- Costa-Giomi, E. (2004). Effects of three years of piano instruction on children's academic achievement, school performance and self-esteem. *Psychol Music*, 32(2), 139-152.
- Despacho Normativo nº4-A/2018, de 14 de fevereiro. Diário da República nº32, 1º Suplemento, 2ª Série. Lisboa: Educação - Gabinete do Secretário de Estado da Educação.
- Despacho Normativo n.º 1 -F/2016, de 5 de abril, Anexo I. Diário da República nº66, 2ª Série. Lisboa: Educação - Gabinete do Secretário de Estado da Educação.
- 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. doi:10.1177/0022429413485601
- Fitzpatrick, K. R. (2006). The Effect of Instrumental Music Participation and Socioeconomic Status on Ohio Fourth-,and Ninth-Grade Proficiency Test Performance. *Journal of Research in Music Education*, 54(1), 73-84. doi: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). doi:10.1371/journal.pone.0003566
- Gardiner, M. F., Fox, A., Knowles, F. & Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training. *Nature*, 381(6580), 284. doi:10.1038/381284a0
- 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.
- 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. doi:10.1080/14613800601127569

- Guhn, M., Emerson, S. D. & Gouzouasis, P. (2019). A Population-Level Analysis of Associations Between School Music participation and Academic Achievement. *J Educ Psychol*, 112(2), 308-328. doi:[10.1037/edu0000376](https://doi.org/10.1037/edu0000376)
- Hallam, S., & Rogers, K. (2016). The impact of instrumental music learning on attainment at age 16: A pilot study. *B J Music Ed*, 33(3), 247–261. doi:[10.1017/S0265051716000371](https://doi.org/10.1017/S0265051716000371)
- Helmrich, B. H. (2010). Window of Opportunity? Adolescence, Music, and Algebra. *J Adolesc Res*, 25(4), 557-577. doi: [10.1177/0743558410366594](https://doi.org/10.1177/0743558410366594)
- Hogenes, M., Oers, B., Diekstra, R. F. W. & Sklad, M. (2015). The effects of music composition as a classroom activity on engagement in music education and academic and music achievement: A quasi-experimental study. *International Journal of Music Education*, 1-17. doi:[10.1177/0255761415584296](https://doi.org/10.1177/0255761415584296)
- IAVE, Instituto de Avaliação Educativa (2018a). Prova Final de Matemática, Prova 92, 1ª Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 1. Ministério da Educação. http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2018/PFC_Mat_92_1F/PF-Mat92-F1-2018-Cad1_net.pdf
- IAVE, Instituto de Avaliação Educativa (2018b). Prova Final de Matemática, Prova 92, 1ª Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 2. Ministério da Educação. http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2018/PFC_Mat_92_1F/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. doi:[10.1177/0022429408322530](https://doi.org/10.1177/0022429408322530)
- Liang, C., Earl, B., Thompson, I., Whitaker, K., Cahn, S., Xiang, J., Fu, Q-J. & Zhang, F. (2016). Musicians Are Better than Non-musicians in Frequency Change Detection: Behavioral and Electrophysiological Evidence. *Front Neurosci*, 10(464). doi: [10.3389/fnins.2016.00464](https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00464).
- Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Front Hum Neurosci*, 7(926). doi:[10.3389/fnhum.2013.00926](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.

- Rauscher, F. H. & Zupan, M. A. (2000). Classroom Keyboard Instruction Improves Kindergarten Children's Spatial-temporal Performance: A Field Experiment. *Early Child Res Q*, 15(2), 215-228. doi:10.1016/S0885-2006(00)00050-8
- Sanders, E. (2012). Investigating the relationship between musical training and mathematical thinking in children. *Procedia Soc Behavl Sci*, 55, 1134-1143. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.607
- 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), 271-2932
- Santos-Luiz, C., Mónico, L. S. M., Almeida, L. S. & Coimbra, D. (2016). Exploring the long-term association between adolescents' music training and academic achievement. *Music Sci*, 20(4), 512-527. doi:10.1177/1029864915623613
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *J Educ Psychol*, 98(2), 457-468.
- Upitis, R., Abrami, P. C., Brook, J. & King, M. (2017). Parental involvement in children's independent music lessons. *Music Education Research*, 19(1), 74-98. doi:10.1080/14613808.2016.1202220
- Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 149-166. doi: 10.2307/3333641

CAPÍTULO 4: 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?

* Submetido e a aguardar revisão:

Azevedo, S., Rato, J. & Castro-Caldas, A. (*em revisão*). 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? *Revista Portuguesa de Pedagogia*

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, 1ª 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 3º 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 nossos 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.

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 académico 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 (Guhn et al., 2019; Holochwost et al., 2017; Santos-Luiz et al., 2015; Nutley et al., 2014;

Cabanac et al., 2013; Milsza, 2010; Wetter et al., 2009; Helmrich, 2010; Gouzouasis et al., 2007; Kinney, 2008; Fitzpatrick, 2006; Schellenberg, 2006; Bahr & Christensen, 2000; Rauscher & Zupan, 2000; Vaughn, 2000; Cheek & Smith, 1999; Goeghegan & Mitchelmore, 1996); 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 académicos, mas não com outros. Por exemplo, Yang et al. (2014) referem que embora o treino musical possa estar correlacionado com o desenvolvimento académico 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 académico, 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 treinamento 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 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 variável 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 académicas 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 académicas analisadas. Para além disso, segundo o autor, estes alunos também podem manter um nível mais alto de desempenho académico 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 revelou existir 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 visuo-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 espaço-temporal, independentemente do cenário caótico de uma sala de aula. Após 4 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 8 meses de aulas.

Alguns destes estudos focam o efeito positivo do tempo de duração do estudo da música a longo prazo no desempenho académico em geral (Guhn et al., 2019; Gouzouasis et al. 2007; Schellenberg, 2006; Wetter et al, 2009) e, em específico, na matemática (Nutley et al., 2014; Catterall et al., 1999).

A durabilidade das aulas de música durante o período de infância e sua associação com o desempenho académico também foi estudada por Schellenberg (2006). Os participantes, entre os 6 e os 11 anos, variavam na quantidade de anos de treino musical, mas verificou-se uma correlação positiva entre o desempenho académico 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 9 e 12 anos de idade.

A investigação de Guhn et al. (2019) 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 académico do ensino secundário (Inglês, Matemática e Ciências). O estudo de Gouzouasis (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 académica em outros assuntos “essenciais”. Catterall et al. (1999) salientaram, por sua vez, que os alunos com baixo nível socioeconómico, com envolvimento em orquestra/banda, mostraram um nível de proficiência superior na disciplina de matemática entre o 8º e 12º ano (em cerca de 4 anos). Hallam & Rogers (2016) referem também a importância do número de anos de aprendizagem de um instrumento no desempenho académico de alunos de 16 anos, com 4 ou 5 anos de treino, na medida em que mostram maiores progressos académicos e com maior impacto os que tocam há mais tempo. Holochwost et al. (2017) encontraram diferenças significativas nos resultados académicos de estudantes que se encontraram matriculados num programa de ensino de música, durante 3 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 académico, 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, 1ª 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 3º período obtidas nas disciplinas estruturais

do 9 ° 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 5ª e 6ª 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 de uma relação significativa entre os resultados (pontuação de 0-100) na Prova Final de Matemática e as notas finais de 3º 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 nº225/2012 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 seleccionar 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 inclua 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 (1), défice de atenção (1), sem consentimento informado assinado (2), frequentar o Ensino Privado (1), outra língua materna (2) e a Escola de Ensino Regular não ter fornecido as notas finais das disciplinas (7).

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)
Escolaridade do Pai	
Até ao 3º Ciclo	16.5 (15)
Ensino Secundário	35.2 (32)
Licenciatura	35.2 (32)
Pós-Graduação	9.9 (9)
Bacharelato	3.3 (3)
Escolaridade da Mãe	
Até ao 3º Ciclo	13.1 (12)
Ensino Secundário	17.4 (16)
Licenciatura	53.3 (49)
Pós-Graduação	14.2 (13)
Bacharelato	2.2 (2)
Tipo de Instrumento	
Cordas	40.2 (37)
Percussão	8.7 (8)
Sopro	23.9 (22)
Teclas	22.8 (21)
Outros	4.3 (4)
Tempo de Estudo Semanal de Instrumento	
< 1 hora	8.7 (8)
1-2 horas	33.7 (31)
2-3 horas	22.8 (21)
> 3 horas	34.8 (32)
Atividades Extracurriculares	
Não	70.7 (65)
Sim	29.3 (27)

	Participantes % (n)
Tipologia das Atividades Extracurriculares	
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)
Explicação extra de Matemática	
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 1ª 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, nº1 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 1 a 5 (Anexo I do Despacho Normativo n.º 1 -F/2016, de 5 de abril). O nível 1 corresponde a uma percentagem de 0 a 19%, o nível 2 de 20 a 49%, o nível 3 de 50 a 69%, o nível 4 de 70 a 89% e, por fim, o nível 5 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. n.º 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 3º 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 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 4 grupos foram avaliados com o Teste de Shapiro-Wilk, dada a dimensão da amostra nos grupos de Teclas, Percussão e Sopro ser reduzida (N30), os valores de Skewness (SK) e Kurtose (Ku); e a homogeneidade de variâncias, com o teste Levéne. 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 4 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 2 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 3º 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 3º 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 1 apresenta o teste ANOVA *One Way* não revelando diferenças significativas na nota da PFM, para $p < 0.05$, entre os alunos que tocam instrumentos de Teclas, Percussão, Sopro ou Cordas ($F(3) = 0.435$, $p = 0.728$).

Tabela 1: 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)		
	M (DP)	M (DP)	M (DP)	M (DP)	F	<i>p</i>
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 2 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 2: Correlação entre o número de anos de estudo de música e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano ($n=91$).

	PFM	
	Pearson	p
Número de Anos de Aprendizagem Musical	0.084	0.428

A Tabela 3 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 0 a 100).

Tabela 3: 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 0 a 100) e a sua frequência, ou não, em atividades extracurriculares (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 4).

Tabela 4: 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).

	PFM		
	M (DP)	t-Student	p
EAEM			
AExC			
Não ($n= 65$)	71.45 (2.486)	0.732	0.466
Sim ($n= 27$)	68.15 (3.614)		
ExpM			

	PFM		
Não (n= 50)	75.42 (2.461)	2.684	0.009
Sim (n= 42)	64.60 (3.195)		

Considerando a nossa sexta questão em estudo, a Tabela 5 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 5: 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 ($N=41$).

	PFM (0- 100)	
	<i>Pearson</i>	<i>p</i>
Número de Horas Semanal de Apoio ou Explicação de Matemática	-0.142	0.376

Na sétima e última questão em análise, verificou-se uma correlação estatisticamente significativa, para $p<0.001$, positiva moderada e positiva baixa, entre a pontuação obtida na PFM e a nota final de 3º 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 $p<0.01$ na disciplina de Instrumento e para $p<0.05$, na disciplina de Classe de Conjunto, ambas positiva baixa, entre a nota na PFM de 9º ano (2018) e a nota final de 3º período: quanto maior a pontuação obtida na PFM maior a nota final de Instrumento e de Classe de Conjunto (Tabela 6).

Tabela 6: Correlação entre a Prova Final de Matemática de 9º ano e as notas nas outras disciplinas curriculares.

Nota Final de 3º Período (n= 92)	Nota da PFM	
	<i>Pearson</i>	
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***	

Nota Final de 3º Período (n= 92)	Nota da PFM	
	Pearson	
Instrumento	0.288**	
Classe de Conjunto	0.229*	
Formação Musical		0.431***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

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 7).

Tabela 7: Variáveis independentes com maior peso e sentido da relação na nota da PFM

	<i>B (ES)</i>	Beta	<i>p</i>	95,0% de IC para <i>B</i>	
				Limite	Limite
				Inferior	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
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 maioritariamente 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; Zafranas, 2004; Rauscher & Zupan, 2000; Rauscher et al., 1997; Cheek & Smith, 1999), 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 3º período das restantes disciplinas de currículo escolar. Os resultados obtidos revelaram 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 participações 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 7 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 3 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 (Guhn et al., 2019; Gouzouasis et al., 2007; 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. No entanto, 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, Barber, Stone & Hunt (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 académico 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 Bibliográficas

- 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). doi: 10.3389/fpsyg.2015.02023.
- Cabanac, A., Perlovsky, L. & Bonniot-Cabanac, M. C. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257-260. doi: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://pdfs.semanticscholar.org/a40e/ee9287f6c2464703956569b3404ebf16cd4f.pdf?_ga=2.188797871.563875746.1585675986-1337090325.1584737424
- Catterall, J. & Rauscher, F.H. (2008). Unpacking the Impact of Music on Intelligence. In Gruhn, W. & Rauscher, F. (Eds), *Neurosciences in Music Pedagogy* (pp. 171-201). Nova Science Publishers, Inc.
- Cheek, J. M. & Smith, L. R. (1999). Music Training and Mathematics Achievement. *Adolescence*, 136(34).
- 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.
- 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.
- Despacho Normativo nº4-A/2018, de 14 de fevereiro. Diário da República nº32, 1º Suplemento, 2ª Série. Lisboa: Educação - Gabinete do Secretário de Estado da Educação.

- Despacho Normativo n.º 1 -F/2016, de 5 de abril, Anexo I. Diário da República nº66, 2ª Série. Lisboa: Educação - Gabinete do Secretário de Estado da Educação.
- 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_fl_medias_final.pdf
- Eccles, Barber, Stone & Hunt (2003). Extracurricular Activities and Adolescent Development. *Journal of Social Issues*, 59(4), 865-889. doi: 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. doi:10.1177/0022429413485601
- Fitzpatrick, K. R. (2006). The Effect of Instrumental Music Participation and Socioeconomic Status on Ohio Fourth-,and Ninth-Grade Proficiency Test Performance, 54(1), 73-84. doi: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). doi://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.
- 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. doi:10.1080/14613800601127569
- Guhn, M., Emerson, S. D. & Gouzouasis, P. (2019). A Population-Level Analysis of Associations Between School Music Participation and Academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*. doi: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. doi:10.1017/S0265051716000371
- Helmrich, B. H. (2010). Window of Opportunity? Adolescence, Music, and Algebra. *Journal of Adolescent Research*, XX(X), 1-21. doi: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. doi:10.1037/aca0000112
- IAVE, Instituto de Avaliação Educativa (2018a). Prova Final de Matemática, Prova 92, 1ª Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 1. Ministério da Educação. http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2018/PFC_Mat_92_1F/PF-Mat92-F1-2018-Cad1_net.pdf
- IAVE, Instituto de Avaliação Educativa (2018b). Prova Final de Matemática, Prova 92, 1ª Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 2. Ministério da Educação. http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2018/PFC_Mat_92_1F/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. doi:10.1177/0022429408322530
- 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. doi:10.2307/41110431
- 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.
- 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. doi: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.
- Rauscher, F. H. (2003). Effects of piano, singing, and rhythm instruction on the spatial reasoning of at-risk children. *Univerty of Wisconsin Oshkosh*. https://www.uwosh.edu/psychology/faculty-and-staff/frances-rauscher-ph.d/Rauscher_2003_ESCSM.pdf/view
- 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. doi:10.1016/S0885-2006(00)00050-8

- 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.
- Sala, G., & Gobet, F. (2020). Cognitive and academic benefits of music training with children: A multilevel meta-analysis. <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), 271-2932
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
- Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 149-166. doi:10.2307/3333641
- Wetter, O. E., Koerner, F., & Schwaninger (2009). Does musical training improve school performance? *Instructional Science*, 37(4), 365-374. doi: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. doi:10.1038/srep05854
- Zafranas, 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. doi: 10.1080/0300443032000153534

CONCLUSÃO

Este trabalho de investigação teve como objetivo principal compreender a relação entre a música e a matemática. Partindo deste enfoque, o primeiro estudo debruçou-se num trabalho de revisão por forma a analisar a trajetória de publicações no período de 11 anos (2007-2018) quanto ao efeito do ensino de música (mesmo que numa transferência indireta) no desempenho académico e cognitivo entre crianças e jovens aprendizes e não aprendizes de música.

Este primeiro trabalho evidenciou a existência de uma falta de consenso na literatura acerca dos benefícios que o estudo de música tem sobre as competências académicas, particularmente, na matemática. Estes achados vieram reforçar a importância da condução de mais investigações que se centrem especificamente na área da matemática, com instrumentos de medidas mais robustos, para que se possa fazer estabelecer uma relação de causa-efeito do ensino de música com as competências matemáticas.

O segundo estudo, surge na sequência do anterior, na medida em que se procurou perceber, junto da comunidade educativa inserida no EAEM (i.e., professores, pais e alunos), crenças sobre o estudo do cérebro e a relação com as competências adquiridas com a música, atentando também sobre possíveis convicções em torno dos efeitos do estudo da música nas competências matemáticas. De encontro ao esperado, verificou-se uma prevalência de neuromitos relacionados com a música no contexto escolar do ensino especializado. Curiosamente foram os alunos que se mostraram menos vulneráveis a estas distorções sobre o conhecimento neurocientífico comparativamente com a nossa amostra de professores e pais. Especificamente, nas competências matemáticas, observou-se que foram os professores e pais que maioritariamente sucumbiram à extrapolação de que “o ensino de música melhora significativamente o desempenho do cálculo”. Estes resultados sugerem ainda existir um grande fosso na interpretação da informação científica, uma vez que os três grupos de participantes mostraram dificuldades em distinguir mitos de dados já comprovados cientificamente. Publicações recentes apontam para a necessidade de introduzir formações de conteúdos interdisciplinares, o trabalho de parceria entre investigadores e profissionais de educação e garantir que estes conteúdos cheguem ao grande público com maior rigor, clareza e precisão científica.

No terceiro estudo, tendo por base os resultados obtidos nos anteriores, analisou-se se os alunos portugueses que estudam formalmente música apresentam resultados mais elevados na Prova Final de Matemática de 9º ano em comparação com os seus pares que

nunca frequentaram o ensino formal de música. Verificou-se que em todos os domínios (NO, GM, FSS, ALG e OTD) da Prova Final de Matemática, e comparativamente aos seus pares sem currículo especializado de música, os alunos do EAEM apresentaram significativamente melhores classificações. Observou-se também que foram igualmente os alunos do EAEM que alcançaram um maior número de classificações de nível 5 e um número menor de classificações de nível 1, relativamente aos alunos do ER. De realçar que apesar de terem sido controladas algumas variáveis, como as habilitações literárias das mães, os efeitos positivos do ensino de música no desempenho de cálculo ainda são discutíveis do ponto de vista da reunião de todos os dados que o comprovem, ainda que os nossos resultados apontem para este caminho. Serão necessários mais estudos para controlar outras variáveis que com este estudo também percebemos que podem interferir nos resultados académicos da comunidade estudantil do EAEM.

Por fim, no quarto estudo, investigou-se algumas das variáveis associadas especificamente ao estudo formal de música, tais como, o tipo de instrumento em aprendizagem, o número de anos de aprendizagem de música, o tempo de estudo semanal de instrumento, o tempo de apoio ou explicação de matemática, a frequência de atividades extracurriculares, sobre as classificações finais de 3º período obtidas nas disciplinas estruturais do 9º ano de escolaridade e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática dos alunos de 9º ano do EAEM. De todas as variáveis analisadas somente o apoio/explicação de matemática se revelou significativo, em que os alunos que não usufruem de apoio extra a matemática são os que atingiram os melhores resultados na PFM.

Todo o trabalho aqui desenvolvido fez recurso a diferentes recolhas de amostra. De uma forma geral, tanto a revisão sistemática realizada como os nossos estudos comparativos, apoiam a tese de que o ensino de música pode permitir um treino de competências com implicações no desempenho académico, mas ainda não reúne dados suficientes que suportem a tese de causa-feito com robustez, tratando-se assim ainda de uma hipótese não cientificamente comprovada.

Aponta-se para o futuro para um caminho de investigação que considere o estudo sobre o ensino formal de música num período a longo prazo para que se possa verificar o seu contributo para uma transferência positiva nas competências matemáticas. De focar ainda a importância do crescimento do campo científico das neurociências cognitivas na prática educativa, também no ensino de música, por forma a eliminar equívocos e compreender

os pressupostos práticos inerentes a este campo, tendo em consideração o benefício efetivo que a educação musical poderá obter através desta ligação transversal.

Salienta-se assim que as conclusões retiradas com este trabalho devem ser vistas contextualmente dentro das limitações individuais dos vários estudos desenvolvidos. Deste modo, as principais limitações incidem no facto da amostra não permitir uma generalização para a população portuguesa e ser restrita a uma população específica (EAEM). Para além disso, os resultados dos estudos 3 e 4 poderiam ser mais robustos no caso de se ter conseguido incluir dados académicos durante um período escolar mais alargado (ex: com início desde o 1º ano do Curso de Música), fornecendo uma melhor compreensão acerca do desempenho destes alunos ao longo do percurso formativo. Teria sido igualmente interessante a inclusão de uma medida direta para avaliar componentes cognitivas, como por exemplo as funções executivas, de modo a conferir a influência que o estudo musical formal na flexibilidade cognitiva e, conseqüentemente, a sua associação com o desempenho académico. Por fim, contemplar outro tipo de variáveis, tais como a motivação, o envolvimento dos pais no percurso escolar, outros fatores de caracterização sociodemográfica, com o intuito de analisar, no conjunto, o seu impacto no desempenho académico.

Tendo em consideração a discussão existente acerca das transferências positivas do ensino formal de música nas competências matemáticas, e à luz dos atuais requisitos curriculares do ensino regular, espera-se contribuir para relançar a atenção sobre os benefícios associados ao estudo da componente musical no desenvolvimento de competências matemáticas, bem como no desempenho académico em geral. As confusões verificadas dentro de uma comunidade do EAEM relativamente à compreensão de dados cientificamente fundamentados, revela-nos a necessidade da desmistificação de neuromitos nos contextos educativos por forma a fortalecer a ponte entre o estudo do cérebro e as ciências de aprendizagem, neste caso ligadas à música, e assim sustentar cientificamente a aplicabilidade das práticas pedagógicas.

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
- Cabanac, A., Perlovsky, L., Bonniot-Cabanac, M. C., & Cabanac, M. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257–260. doi: 10.1016/j.bbr.2013.08.023
- Catterall, J., Chapleau, R., & Iwanaga, J. (1999). *Involvement in the arts and human development: General involvement and intensive involvement in music and theater arts. Champions of change: The impact of the arts on learning*. Los Angeles: Graduate School of Education & Information Studies, University of California at Los Angeles
- Catterall, J. & Rauscher, F. H. (2008). Unpacking the Impact of Music on Intelligence. In Gruhn, W. & Rauscher, F. (eds), *Neurosciences in Music Pedagogy* (pp. 171-201). Nova Science Publishers, Inc.
- Cheek, J. M. & Smith, L. R. (1999). Music Training and Mathematics Achievement. *Adolescence*, 136(34).
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education*, 47(3), 198–212. doi: 10.1177/0305735604041491
- De Bruyckere, P., Kirchner, P. A. & Hulshof, C. D. (2015). Neuromyths, in *Urban Myths Learning and Education*. Elsevier Academic Press, 93-125 doi: 10.1016/C2013-0-18621-7.
- Dekker, S., Lee, N. C, Howard-Jones, P. & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 429(3). doi: 10.3389/fpsyg.2012.00429.
- Deligiannidi, K. & Howard-Jones, P. A. (2015). The Neuroscience Literacy of Teachers in Greece. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 174, 3909-3915. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1133.
- D'Sousa, A. A. & Wiseheart (2018). Cognitive Effects of Music and Dance Training in Children. *Archives of Scientific Psychology*, 6(1), 178-192. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/arc0000048>

- Düvel, N., Wolf, A. & Kopiez, R. (2017). Neuromyths in Music Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers and Students. *Frontiers in Psychology*, 8(629). doi: 10.3389/fpsyg.2017.00629.
- 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. doi: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. doi:10.1177/002242940605400106
- Gleichgerricht, E., Luttgies, B. L., Salvarezza, F. & Campos, A. L. (2015). Educational Neuromyths Among Teachers in Latin America. *Mind, Brain, and Education*, 9(3). doi:10.1111/mbe.12086.
- 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.
- 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. doi:10.1080/14613800601127569
- Guhn, M., Emerson, S. D. & Gouzouasis, P. (2019). A Population-Level Analysis of Associations Between School Music participation and Academic Achievement. *J Educ Psychol*, 112(2), 308-328. doi:10.1037/edu0000376
- Helmrich, B. H. (2010). Window of Opportunity? Adolescence, Music, and Algebra. *J Adolesc Res*, 25(4), 557-577. doi: 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. doi:10.1037/aca0000112
- Karakus, O., Howard-Jones, P.A. & Jay, T. (2015). Primary and secondary school teachers' Knowledge and misconceptions about the brain in Turkey. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 174, 1933-1940. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.858

- 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. doi:10.1177/0022429408322530
- 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. doi:10.2307/41110431
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22(11), 1425–1433. doi:10.1177/0956797611416999
- Morrison, S. J. (1994). Music students and academic growth. *Music Educators Journal*, 81(2), 33–36. doi: 10.2307/3398812
- 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. doi: 10.3389/fnhum.2013.00926
- Organization for Economic Co-Operation and Development (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. Paris: OECD Publications Service.
- Pei, X., Howard-Jones, P.A., Zhang, S., Liu, X., Jin, Y. (2015). Teachers' understanding about the brain in East China. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 174, 3681-3688. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1091
- Pickering, S. J. & Howard-Jones, P. (2007). Educators' Views on the Role of Neuroscience in Education: Findings from a Study of UK and International Perspectives. *Mind, Brain and Education*, 1, 109-113. doi:10.1080/00131881.2013.844947
- Rato, J. R., Abreu, A. M. & Castro-Caldas, A. (2013). Neuromyths in education: what is fact and what is fiction for Portuguese teachers? *Educational Research*, 55(4), 441-453
- Rauscher, F. H. & Zupan, M. A. (2000). Classroom Keyboard Instruction Improves Kindergarten Children's Spatial-temporal Performance: A Field Experiment. *Early Child Res Q*, 15(2), 215-228. doi: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. <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), 271-2932
- Schellenberg, E. G. (2006). Exposure to music: The truth about the consequences, in *The Child as Musician: A Handbook of Musical Development*, ed G. E. McPherson. Oxford: Oxford University Press, 111-134.
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 219–230. doi: 10.1196/annals.1360.015
- Schneider, T. W., & Klotz, J. (2000). *The impact of music education and athletic participation on academic achievement*. Paper presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association, Bowling Green, KY.
- Southgate, D.E. & Roscigno, V.J. (2009). The impact of music on childhood and adolescent achievement. *Soc. Sci. Quart.* 90. 4-21. doi: 10.1111/j.1540-6237.2009.00598.x
- Tardif, E., Doudin, P. A. & Meylan, N. (2015). Neuromyths Among Teachers and Student Teachers. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 50-59. doi:10.1111/mbe.12070.
- Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 149-166. doi: 10.2307/3333641
- Wetter, O. E., Koerner, F., & Schwaninger, A. (2009). Does musical training improve school performance? *Instructional Science*, 37(4), 365–374. doi: 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. *Scientific Reports*, 4, 5854. <https://doi.org/10.1038/srep05854>

APÊNDICE A

APÊNDICE B

APÊNDICE: Comunicação Oral apresentada no XV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.

Azevedo, S., Rato, J. & Castro-Caldas, A. (2020, 11 de setembro). *Desempenho Matemático em Adolescentes do Ensino Artístico Especializado de Música: Que variáveis podem interferir?* [Comunicação Oral]. XV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Porto, Portugal.

Desempenho Matemático em Adolescentes do Ensino Artístico Especializado de Música: Que variáveis podem interferir?

Susana Azevedo ^{i*}, Joana Rato ⁱⁱ, Alexandre Castro-Caldas ⁱⁱ

ⁱ Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, Portugal

ⁱⁱ Centro de Investigação Interdisciplinar em Saúde (CIIS), Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, Portugal

* E-mail: azevedosusana@gmail.com

Introdução

Atualmente, existem alguns estudos que analisaram os efeitos que **o estudo de música pode exercer no desenvolvimento cognitivo, estrutural e funcional do cérebro e, simultaneamente, no desempenho acadêmico** (Guhn et al., 2019; Hallam e Rogers, 2016; Santos-Luiz et al., 2015; Nutley et al., 2014; Cabanac et al., 2013 ; Vaughn, 2000).

No entanto, os resultados desses estudos têm sido considerados **inconclusivos ou contraditórios** (Sala & Gobet, 2020; Elpus, 2013; Costa-Giomi, 2004).

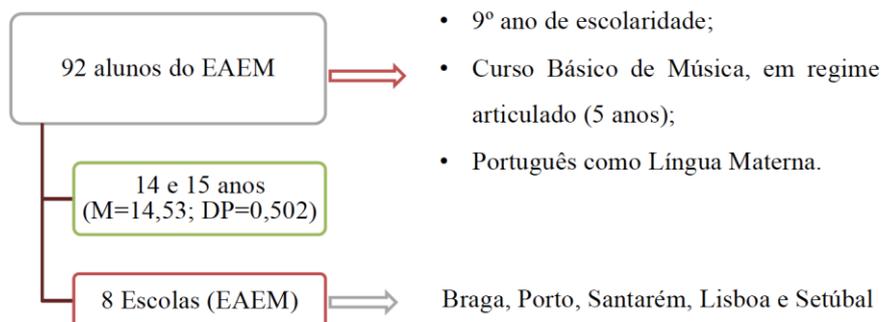
Objetivo do Estudo

Investigar a presença de uma relação dos resultados obtidos na Prova Final de Matemática (PFM) de 9º ano (2018, 1ª Fase) dos alunos do Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM), considerando variáveis que podem ser influentes como:

- o tipo de instrumento em aprendizagem;
- o número de anos de aprendizagem de música;
- o tempo médio de estudo semanal de instrumento;
- classificações finais de 3º período;
- frequência de atividades extracurriculares;
- apoio ou explicação de matemática;
- número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática.

Metodologia

Participantes



Critérios de Exclusão:

- Retenções;
 - Dificuldades Específica de Aprendizagem ou condição clínica sinalizada.
-

Metodologia

Medidas

- Questionário sociodemográfico:
 - 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.
 - Resultados da Prova Final de Matemática (92), 9º ano (1ª fase, IAVE, 2018a,b)
-

Resultados

Existem diferenças significativas nas notas da PFM entre os alunos que tocam instrumentos de teclas, percussão, sopro e cordas?

Tabela 1: 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)		
	M (DP)	M (DP)	M (DP)	M (DP)	F	p
PFM	70.95 (20.314)	66.38 (14.832)	68.05 (20.362)	72.95 (19.137)	0.435	0.728

Não foram encontradas diferenças significativas para $p \leq 0,05$.

Resultados

Existe uma relação significativa entre o número de anos de aprendizagem de música e a nota da Prova Final de Matemática?

Tabela 2: Correlação entre o número de anos de estudo de música e os resultados obtidos na Prova Final de Matemática de 9º ano (n=91).

	PFM	
	Pearson	p
Número de Anos de Aprendizagem Musical	0.084	0.428

Não foi encontrada uma correlação significativa para $p \leq 0,05$.

Resultados

Há uma relação significativa entre o tempo médio de estudo semanal de instrumento e a nota da Prova Final de Matemática?

Tabela 3: 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

Não foi encontrada uma correlação significativa para $p \leq 0,05$.

Resultados

Os alunos do EAEM que frequentavam atividades extracurriculares (Dança, Banda, Desporto, Teatro e Educação Visual) ou que tinham apoio ou explicação de matemática obtiveram melhores resultados na Prova Final de Matemática do que os que não frequentavam?

Tabela 4: 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).

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

Não foram encontradas diferenças significativas para $p \leq 0,05$.

Foram encontradas diferenças significativas para $p \leq 0,05$.

Resultados

Existe uma relação significativa entre o número de horas semanal de apoio ou explicação de matemática e a nota da Prova Final de Matemática?

Tabela 5: 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).

	PFM (0- 100)	
	Pearson	p
Número de Horas Semanal de Apoio ou Explicação de Matemática	-0.142	0.376

Não foi encontrada uma correlação significativa para $p \leq 0,05$.

Resultados

Existe de uma relação significativa entre os resultados (pontuação de 0-100) na Prova Final de Matemática e as notas finais de 3º período das disciplinas estruturais do currículo?

Tabela 6: Correlação entre a Prova Final de Matemática de 9º ano e as notas nas outras disciplinas curriculares.

Nota Final de 3º 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***

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

Resultados

Existe de uma relação significativa entre os resultados (pontuação de 0-100) na Prova Final de Matemática e as notas finais de 3º período das disciplinas estruturais de currículo?

Tabela 7: 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
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

Ao contrário do que vem descrito na literatura, em que é atribuído maioritariamente aos alunos que tocam instrumentos de teclado e piano melhores resultados no desempenho matemático ou no raciocínio espaço-temporal (Catterall & Rauscher, 2008; Zafran, 2004; Rauscher & Zupan, 2000; Rauscher et al., 1997; Cheek & Smith, 1991), os nossos resultados não evidenciaram diferenças entre os alunos que tocam **instrumentos de teclas, percussão, sopro ou cordas**.

Discussão

Os resultados obtidos revelaram 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 participações 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).

Discussão

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 7 anos, esta variável não parece apresentar um peso no desempenho académico.



Este resultado é coincidente com a análise de Costa-Giomi (2004) que diz não existirem diferenças entre os estudantes que estudam música (piano) ao longo de 3 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 (Guhn et al., 2019; Gouzouasis et al., 2007; Schellenberg, 2006; Wetter et al., 2009).

Discussão

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 de **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.



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).

Conclusão

Segundo a nossa amostra, um bom aluno é também um bom aluno a matemática, no entanto, 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.**

Porém, o apoio extra a matemática, sendo que são os alunos 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.

Referências

- 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). doi: 10.3389/fpsyg.2015.02023.
- Cabanac, A., Perlovsky, L. & Bonniot-Cabanac, M. C. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257-260. doi:10.1016/j.bbr.2013.08.023
- Catterall, J. & Rauscher, F.H. (2008). Unpacking the Impact of Music on Intelligence. In Grulm, W. & Rauscher, F. (Eds), *Neurosciences in Music Pedagogy* (pp. 171-201). Nova Science Publishers, Inc.
- Cheek, J. M. & Smith, L. R. (1999). Music Training and Mathematics Achievement. *Adolescence*, 136(34).
- Costa-Gioni, 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.
- 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.
- Eccles, Barber, Stone & Hunt (2003). Extracurricular Activities and Adolescent Development. *Journal of Social Issues*, 59(4), 865-889. doi: 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. doi:10.1177/0022429413485601
- Gouzouasis, P., Guln, 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. doi:10.1080/14613800601127569
- Guln, M., Emerson, S. D. & Gouzouasis, P. (2019). A Population-Level Analysis of Associations Between School Music Participation and Academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*. doi: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. doi:10.1017/S0265051716000371
- IAVE. Instituto de Avaliação Educativa (2018a). Prova Final de Matemática, Prova 92, 1ª Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 1. Ministério da Educação. http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2018/PFC_Mat_92_1F/PF-Mat92-F1-2018-Cad1_net.pdf
- IAVE. Instituto de Avaliação Educativa (2018b). Prova Final de Matemática, Prova 92, 1ª Fase, 3º ciclo de Ensino Básico. Caderno 2. Ministério da Educação. http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2018/PFC_Mat_92_1F/PF-Mat92-F1-2018-Cad2_net.pdf
- 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. doi:10.3389/fnhum.2013.00926
- 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. doi:10.1016/S0885-2006(00)00050-8
- 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.
- Sala, G., & Gobet, F. (2020). Cognitive and academic benefits of music training with children: A multilevel meta-analysis. <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), 271-2932
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
- Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 149-166. doi:10.2307/3333641
- Wetter, O. E., Koerner, F., & Schwaninger (2009). Does musical training improve school performance? *Instructional Science*, 37(4), 365-374. doi:10.1007/s11251-008-9052-y
- Zafrañas, 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. doi: 10.1080/0300443032000153534
-

APÊNDICE C

APÊNDICE: Consentimento informado e questionário para recolha de dados biográficos, académicos e extracurriculares.

PEDIDO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Exmo(a) Sr.(a),

Está a decorrer no Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Católica Portuguesa um trabalho de investigação com o objetivo de analisar o impacto que o estudo da música pode exercer no desenvolvimento do raciocínio matemático dos jovens de 3º ciclo (9º ano).

Este projeto está a ser desenvolvido sob a orientação do Professor Doutor Alexandre Castro Caldas e Doutora Joana Rato, e executado por mim, Susana Azevedo, aluna de Doutoramento, havendo a necessidade de fazer um levantamento dos seguintes elementos: (i) dados pessoais dos alunos (ex.: data de nascimento, género, nacionalidade/língua materna, habilitações profissionais dos pais, retenções e os resultados académicos em geral), com o objetivo de caracterizar a amostra em estudo; (ii) identificação dos instrumentos musicais tocados pelos alunos de 9º ano, com o propósito de analisar a relação entre o tipo de instrumento musical tocado e o desempenho matemático; (iii) resultados do Exame Nacional de Matemática da 1ª fase, de 9º anos, dos alunos de 9º ano e (iv) resultados académicos no geral relativos ao 9º ano, com o intuito de analisar as classificações entre o grupo de música e o grupo sem música.

Todos os direitos dos participantes serão respeitados, pelo que o tratamento dos dados será efetuado de forma a salvaguardar o direito à confidencialidade, garantido o respeito pelo seu anonimato. Por este motivo será adotado um sistema de codificação para os mencionar durante todo o processo de investigação. De ressaltar, que qualquer participante tem o direito de acesso e retificação dos dados e pode desistir a qualquer momento da investigação.

Previamente, foi solicitada junto da Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd) autorização para a realização do estudo, concedida a 7 de março de 2017 (Autorização Nº 2724/2017 - Proc. n.º 7617/2016) e do Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação, do Ministério da Educação, autorização para a realização de inquérito em meio escolar (MIME), obtida a 3 de novembro de 2017 (Autorização Nº 0541100001).

Caso autorize a participação do seu educando na investigação e o seu educando não se oponha à recolha dos seus dados pessoais preencha o questionário que se encontra anexo ao presente documento. Caso não aceite a participação ou o seu educando se oponha ignore esta documentação (não assine o consentimento) e devolva conforme recebeu.

Solicito ainda que, o prazo de entrega do consentimento informado, assim como do questionário, seja feito no prazo máximo de 3 dias após a sua receção.

Para quaisquer esclarecimentos que considere necessários utilize o seguinte endereço de e-mail: azevedosusana@gmail.com.

Agradecemos a sua melhor atenção para este assunto e esperamos poder contar com a sua colaboração para o desenvolvimento do presente estudo.

Melhores cumprimentos,

Susana Azevedo

Código (não preencher): _____

CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, considerando o esclarecimento exposto, declaro que compreendi a informação que me foi fornecida acerca da recolha de dados que irá ser realizada, assim como, tomei conhecimento que os dados serão tratados de forma confidencial e usados para fins meramente pedagógicos e científicos. Por isso, autorizo o meu educando _____ a participar na presente investigação.

Autorizo também que sejam cedidos os resultados académicos do meu educando (de final de ano letivo, de 9º ano e classificação no Exame Nacional de Matemática, de 9º ano), que constam nos sistemas de bases de dados da Escola.

_____, ____/____/____

(O Encarregado de Educação)

QUESTIONÁRIO

Este questionário foi concebido para recolher informação biográfica, académica e extracurricular (atividades que ocorram fora do período letivo, dentro e/ou fora da escola) do seu educando.

A informação obtida será integrada num estudo de investigação acerca da *Influência do Estudo da Música nas Competências Matemáticas*, nos jovens que frequentam o 3º ciclo (9º ano) do Ensino Básico.

O questionário foi elaborado por mim, que me encontro a desenvolver este estudo: Susana Azevedo, Doutoranda no Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Católica Portuguesa de Lisboa, sob a orientação do Professor Doutor Alexandre Castro Caldas e Doutora Joana Rato.

O presente questionário destina-se exclusivamente para fins de investigação, pelo que se encontra garantida a confidencialidade e anonimato dos dados.

Tendo em consideração o explicitado, venho solicitar a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Para responder às questões coloque uma cruz (X) no quadrado correspondente. O seu preenchimento demorará cerca de 10 minutos, que serão de extrema importância para o desenvolvimento deste estudo.

Desde já, agradeço a sua participação e o tempo disponibilizado.

Susana Azevedo

Sob a Orientação:

Professor Doutor Alexandre Castro Caldas

Doutora Joana Rato

I – DADOS BIOGRÁFICOS

1. Género: Masculino
 Feminino

2. Data de Nascimento: ___/___/___

A criança nasceu de quantas semanas de gestação? _____

Tipo de parto: Normal

Cesariana

Fórceps ou Ventosa

3. Nacionalidade: _____

4. Língua Materna: Português Europeu

Outra Qual?

5. Escolaridade dos Pais:

	Pai	Mãe
1º ciclo (1º ao 4º ano)		
2º ciclo (5º e 6º ano)		
3º ciclo (7º, 8º e 9º ano)		
Ensino Secundário (10º, 11º e 12º ano)		
Licenciatura		
Mestrado		
Doutoramento		
Outro grau superior:		

6. O seu educando alguma vez ficou retido num mesmo ano de escolaridade (se reprovou)?

(1) Sim Em que ano? _____

(2) Não

7. O seu educando está diagnosticado com algum tipo de perturbação do desenvolvimento?

(1) Sim Qual? _____

(2) Não

8. O seu educando alguma vez necessitou de apoio educativo especial?

(1) Sim

(2) Não

9. O seu educando é:

- (1) Destro (utiliza a mão direita para escrever, por exemplo)
- (2) Esquerdino (utiliza, por exemplo, a mão esquerda para escrever)

II – DADOS ACADÉMICOS

10. O seu educando frequenta o Ensino Articulado de Música numa escola de Ensino Artístico Especializado?

- (1) Sim Em que escola? _____
- (2) Não (Em caso de resposta negativa, passe à questão 13)

11. O seu educando tem aulas de música desde que idade? _____

12. Qual o instrumento que o seu educando toca? _____

13. O seu educando teve em algum momento aulas de música ou frequentou algum Curso de Música?

- (1) Sim Desde que idade? _____
- (2) Não

14. O seu educando frequentou outro tipo de aulas de ensino artístico (por exemplo, dança, pintura, etc)?

- (1) Sim Qual? _____
- Desde que idade?

- (2) Não

15. Quanto tempo médio semanal despende o seu educando com o estudo das seguintes disciplinas:

	Nenhum	Menos de 1 hora	1 a 2 horas	2 a 3 horas	Mais de 3 horas
Formação Musical					
Instrumento					
Classe de Conjunto					
Matemática					

III- ATIVIDADES EXTRACURRICULARES

16. O seu educando pratica alguma atividade extracurricular relacionada com artes (dentro ou fora da escola)?

(1) Sim

(2) Não (Em caso de resposta negativa, passe à questão 18)

17. Que atividade(s) extracurricular(es) relacionada com artes frequenta o seu educando (dentro ou fora da escola)?

(1) Aulas de Música Desde que idade? _____

(2) Aulas de Instrumento Desde que idade? _____

(3) Aulas/Grupo de Coro Desde que idade? _____

(4) Aulas de Dança Desde que idade? _____

(5) Aulas de Desenho Desde que idade? _____

(6) Aulas de Pintura Desde que idade? _____

(7) Aulas de Escultura Desde que idade? _____

(8) Outra: Desde que idade? _____

Qual? _____

(9) Não frequenta

18. O seu educando frequenta aulas de matemática como atividade extracurricular, por exemplo, apoio ou explicação de matemática (dentro ou fora da escola)?

(1) Sim Quantas horas semanais? _____

(2) Não

Muito obrigada pela sua colaboração!

APÊNDICE D

APÊNDICE: Questionário aplicado a professores de música e pais de alunos do EAEM (baseado no estudo de Düvel et al., 2017).

Ensino formal de música e a sua relação com o atual conhecimento neurocientífico.

No âmbito do trabalho de doutoramento desenvolvido por mim, Susana Azevedo, sob a orientação do Professor Doutor Alexandre Castro Caldas e Doutora Joana Rato, no Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Católica de Lisboa, pedimos a sua colaboração para o preenchimento de um questionário que pretende recolher a perceção dos pais e dos professores de música de alunos do 2º ciclo, 3º ciclo e do ensino secundário sobre a aplicação do conhecimento neurocientífico no ensino formal de música.

O tratamento dos dados será efetuado de forma a salvaguardar o direito à confidencialidade, garantindo o respeito pelo seu anonimato. De ressaltar que tem o direito de desistir de participar a qualquer momento.

Para quaisquer esclarecimentos adicionais utilize o endereço de e-mail:

azevedosusana@gmail.com

Agradecemos a sua colaboração e pedimos a amabilidade de responder individualmente a TODAS as questões. Tempo estimado de resposta: 10 minutos.

***Obrigatório**

Consentimento
Informado

Considerando o esclarecimento exposto, declaro que compreendi a informação que me foi fornecida acerca da recolha de dados, assim como, tomei conhecimento de que os dados serão tratados de forma confidencial e usados para fins meramente pedagógicos e científicos.

1. Aceito participar na investigação: *

Marcar apenas uma oval.

Sim *Avançar para a pergunta 2*

Não *Avançar para a pergunta 29*

Tipo de respondente

2. *

Marcar apenas uma oval.

Respondo como pai *Avançar para a pergunta 3*

Respondo como mãe *Avançar para a pergunta 3*

Respondo como professor *Avançar para a pergunta 10*

Caracterização da Criança

Considerar APENAS os educandos que frequentam o Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM)

3. Idade da(s) criança(s) *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Entre 9 - 12 anos	Entre 13 - 15 anos	Entre 16 - 19 anos	Não se aplica
Filho 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Género da(s) criança(s) *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Masculino	Feminino	Não se aplica
Filho 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Língua Materna da(s) criança(s) *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Português	Outra	Não se aplica
Filho 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Qual o ciclo de escolaridade que o(s) seu(s) educando(s) frequenta(m)? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	2º ciclo	3º ciclo	Ensino Secundário	Não se aplica
Filho 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filho 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Em que distrito ou região se situa a Escola de Música que o(s) seu(s) educando(s) frequenta(m)? *

Marcar apenas uma oval.

- Aveiro
- Beja
- Braga
- Bragança
- Castelo Branco
- Coimbra
- Évora
- Faro
- Guarda
- Leiria
- Lisboa
- Portalegre
- Porto
- Santarém
- Setúbal
- Viana do Castelo
- Vila Real
- Viseu
- Arquipélago dos Açores
- Arquipélago da Madeira

Caracterização dos Pais

8. Idade *

9. Escolaridade dos Pais *

Marcar apenas uma oval.

- 1º ciclo (1º ao 4º ano)
- 2º ciclo (5º e 6º ano)
- 3º ciclo (7º, 8º e 9º ano)
- Ensino Secundário (10º, 11º e 12º ano)
- Licenciatura
- Pós-Graduação
- Mestrado
- Doutoramento
- Outra: _____

Avançar para a pergunta 28

Caracterização do Professor

10. Idade *

11. Género *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino

12. Habilitações Literárias *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino Profissional
- Licenciatura
- Pós-Graduação
- Mestrado
- Doutoramento
- Outro grau superior

13. Em que ano começou a lecionar? *

14. É professor do Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

15. Em que distrito ou região se situa a Escola de Música onde leciona? *

Marcar apenas uma oval.

- Aveiro
- Beja
- Braga
- Bragança
- Castelo Branco
- Coimbra
- Évora
- Faro
- Guarda
- Leiria
- Lisboa
- Portalegre
- Porto
- Santarém
- Setúbal
- Viana do Castelo
- Vila Real
- Viseu
- Arquipélago dos Açores
- Arquipélago da Madeira

16. Que ciclos de escolaridade dos alunos leciona? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- 2º ciclo
- 3º ciclo
- Ensino Secundário

17. Que disciplinas leciona? *

Marcar tudo o que for aplicável.

Formação Musical

Classe de Conjunto

Outra: _____

18. Leciona um instrumento musical? *

Marcar apenas uma oval.

Sim *Avançar para a pergunta 19*

Não *Avançar para a pergunta 20*

19. Que instrumento musical leciona? *

Secção sem título

20. Fatores Genéticos *

Na sua opinião, os fatores genéticos são relevantes para o sucesso na aprendizagem?

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nada	<input type="radio"/>	Muito										

21. Fatores Ambientais *

Na sua opinião, os fatores ambientais são relevantes para o sucesso na aprendizagem?

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nada	<input type="radio"/>	Muito										

22. Tem conhecimentos sobre o estudo do cérebro (neurociências)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não *Avançar para a pergunta 28*

23. Considera o conhecimento das neurociências importante para a prática do ensino de música?
*

Marcar apenas uma oval.

- Nada importante
 Pouco importante
 Alguma importância
 Muito importante

24. Fez alguma formação em neurociências (neurociências cognitivas ou neuroeducação)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não *Avançar para a pergunta 28*

25. Tem conhecimento de abordagens educacionais que indicam ser baseadas nas neurociências (métodos de ensino)? *

Marcar apenas uma oval.

- Não *Avançar para a pergunta 28*
 Poucos *Avançar para a pergunta 26*
 Alguns *Avançar para a pergunta 26*
 Sim *Avançar para a pergunta 26*

Secção sem título

26. Que abordagens educacionais baseadas nas neurociências conhece (métodos de ensino)? *

Secção sem título

27. Como adquiriu esse conhecimento em neurociências? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Debate com colegas, familiares e amigos
- Debate com especialistas
- Leitura de revistas especializadas
- Leitura de revistas não especializadas
- Leitura de estudos realizados na área
- Documentários
- Pesquisa na Internet
- Investigação académica

Outra: _____

Relação entre a aprendizagem formal de música e o conhecimento das neurociências

Identificação de evidência científica

28. Indique, de forma espontânea, o que pensa sobre cada uma das afirmações. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não comprovado cientificamente	Comprovado cientificamente	Não sei
O ensino de música pode aperfeiçoar as competências linguísticas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os músicos podem processar música mais rapidamente, com maior precisão e eficiência do que os não-músicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A estrutura anatômica do cérebro muda através da prática intensiva de um instrumento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os músicos clássicos que primam pela excelência são, em média, mais inteligentes do que os graduados em cursos universitários não relacionados com música.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As capacidades cognitivas, por exemplo, a inteligência em crianças, podem ser efetivamente aperfeiçoadas pela educação musical.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A influência de ouvir música passivamente durante atividades não musicais depende, por exemplo, do grau de sofisticação musical da pessoa, do efeito emocional da música e do estilo musical.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os destros processam a fala no hemisfério esquerdo do cérebro e a música no direito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O ensino de música melhora significativamente o desempenho do cálculo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O processamento de	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

informação auditiva é treinado pela audição de música.

Apesar de não terem problemas de audição, algumas pessoas não conseguem perceber tons, melodias e ritmos.

As pessoas que ouvem música clássica durante certas fases da aprendizagem têm vantagens cognitivas sobre aqueles que não o fazem.

Certos géneros musicais exigem uma forma especial de escuta. Para a música clássica, a única forma apropriada é a intelectual.

A capacidade de improvisar no piano é controlada pelo hemisfério direito. Exercícios especiais podem melhorar o desempenho deste hemisfério.

Os músicos mostram uma forte conexão neurofisiológica entre a audição e o movimento motor. Esta ligação foi desenvolvida pelo treino intensivo.

Muito obrigada pela sua colaboração. Se quiser deixe um contato de email para enviarmos as conclusões do estudo.

29. Email

APÊNDICE E

O ensino de música e o estudo do cérebro

No âmbito do trabalho de doutoramento em Ciências da Cognição e da Linguagem da Universidade Católica de Lisboa, pedimos a tua colaboração no preenchimento deste questionário que pretende perceber a perceção dos alunos de música sobre o conhecimento neurocientífico no ensino de música.

O tratamento dos dados será efetuado de forma a salvaguardar o direito à confidencialidade, garantindo o respeito pelo seu anonimato. De ressaltar que tens o direito de desistir de participar a qualquer momento.

Para quaisquer esclarecimentos adicionais utiliza o endereço de e-mail:

azevedosusana@gmail.com

Agradecemos a colaboração e pedimos que respondas a TODAS as questões. Tempo estimado: 10 minutos.

***Obrigatório**

Consentimento
Informado

Considerando o esclarecimento exposto, declaro que compreendi a informação que me foi fornecida acerca da recolha de dados, assim como, tomei conhecimento de que os dados serão tratados de forma confidencial e usados para fins meramente pedagógicos e científicos.

1. Aceito participar na investigação: *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não *Avançar para a secção 5 (null)*

Caracterização do Aluno

2. Idade *

3. Género *

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

4. Qual o ciclo de escolaridade que frequentas? *

Marcar apenas uma oval.

- 3º Ciclo (7º e 8º ano)
 3º Ciclo (9º ano)
 Ensino Secundário (10º, 11º, 12º ano)

5. Qual o ensino que frequentas? *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino Artístico Especializado de Música (EAEM)
 Ensino regular público
 Ensino regular privado

6. És aluno dessa escola desde que ano de escolaridade? *

7. Em que distrito ou região se situa a Escola que frequentas? *

Marcar apenas uma oval.

- Aveiro
- Beja
- Braga
- Bragança
- Castelo Branco
- Coimbra
- Évora
- Faro
- Guarda
- Leiria
- Lisboa
- Portalegre
- Porto
- Santarém
- Setúbal
- Viana do Castelo
- Vila Real
- Viseu
- Arquipélago dos Açores
- Arquipélago da Madeira

8. Que instrumento musical tocas? *

A aprendizagem de música e o cérebro

9. Indica, de forma espontânea, o que pensas sobre cada uma das afirmações. Se consideras uma evidência, uma crença ou não sabes. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não comprovado cientificamente	Comprovado cientificamente	Não sei
O ensino de música pode aperfeiçoar as competências linguísticas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os músicos podem processar música mais rapidamente, com maior precisão e eficiência do que os não-músicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A estrutura anatómica do cérebro muda através da prática intensiva de um instrumento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os músicos clássicos que primam pela excelência são, em média, mais inteligentes do que os graduados em cursos universitários não relacionados com música.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As capacidades cognitivas, por exemplo, a inteligência em crianças, podem ser efetivamente aperfeiçoadas pela educação musical.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A influência de ouvir música passivamente durante atividades não musicais depende, por exemplo, do grau de sofisticação musical da pessoa, do efeito emocional da música e do estilo musical.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os destros processam a fala no hemisfério esquerdo do cérebro e a música no direito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O ensino de música melhora significativamente o desempenho do cálculo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

O processamento de informação auditiva é treinado pela audição de música.

Apesar de não terem problemas de audição, algumas pessoas não conseguem perceber tons, melodias e ritmos.

As pessoas que ouvem música clássica durante certas fases da aprendizagem têm vantagens cognitivas sobre aqueles que não o fazem.

Certos géneros musicais exigem uma forma especial de escuta. Para a música clássica, a única forma apropriada é a intelectual.

A capacidade de improvisar no piano é controlada pelo hemisfério direito. Exercícios especiais podem melhorar o desempenho deste hemisfério.

Os músicos mostram uma forte conexão neurofisiológica entre a audição e o movimento motor. Esta ligação foi desenvolvida pelo treino intensivo.

Muito obrigada pela tua colaboração.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

ANEXO A

ANEXO: Autorização da Comissão Nacional de Proteção de Dados.

Processo n.º 7617/2016 | 1



AUTORIZAÇÃO N.º 2724 /2017

1 – Pedido

Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo, doutoranda no Instituto de Ciências da saúde da Universidade Católica portuguesa de Lisboa, notificou à Comissão Nacional de Protecção de Dados (CNPD) um tratamento de dados pessoais com a finalidade de realização de um estudo de investigação acerca da "Influência da Educação Musical nas Competências Matemáticas".

O estudo tem como objetivo realizar a relação entre a formação musical e as competências de cálculo.

A amostra é constituída por jovens de ambos os sexos que frequentem o 3º Ciclo (9º ano de escolaridade) de 6 escolas públicas e/ou privadas do Ensino Especializado de Música (EEM) e respetivas Escolas de Referência da Rede de Articulação (RA) do concelho de Lisboa, previamente selecionadas pela doutoranda.

Os participantes serão distribuídos por dois grupos: o grupo experimental constituído por alunos que frequentem o Curso Básico de Música numa escola de música ou conservatório regional ou nacional que englobe as componentes de formação musical, instrumento e classe de conjunto, e o grupo de controlo constituído por alunos sem ensino de música.

A participação no estudo consistirá na realização de um questionário aos encarregados de educação destinado a caracterizar a amostra, a partir de cujas respostas são recolhidos os seguintes dados pessoais: data de nascimento, género, nacionalidade/língua materna, habilitações profissionais dos pais, retenções, dados e resultados académicos em geral (número de anos de estudo da música, instrumento musical tocado, tempo de estudo médio diário, resultados finais das disciplinas no geral, incluindo as disciplinas do ensino articulado do curso básico de música), atividades extracurriculares.

No questionário não há identificação nominal do titular dos dados, sendo este identificado mediante processo de codificação numérica.

A requerente solicitará o consentimento informado ao encarregado de educação nos termos da minuta junta aos autos, na qual o encarregado de educação põe a sua assinatura.

Pretende-se a conservação dos dados pelo prazo máximo de 5 anos.

Rua de São Bento, 148-3º • 1200-821 LISBOA
Tel: 213 928 400 Fax: 213 976 832
www.cnpd.pt

 21 393 00 39
LINHA PRIVACIDADE
Dias úteis das 10 às 13 h
duvidas@cnpd.pt

Os destinatários serão informados sobre a natureza facultativa da sua participação, sendo garantida a confidencialidade do tratamento.

2 – Apreciação

Os dados abrangidos pelo estudo em apreço, porque referentes à vida privada, têm a natureza de sensíveis, razão pela qual o respetivo tratamento só pode basear-se no consentimento expresso, esclarecido e livre dos titulares dos dados, ou dos seus representantes legais, nos termos do disposto no n.º 2 do artigo 7.º da Lei n.º 67/98, de 26 de outubro, alterada pela Lei n.º 103/2015, de 24 de agosto (Lei de Proteção de Dados Pessoais - LPDP).

Por esta razão é necessário o «consentimento expresso do titular», entendendo-se por consentimento qualquer manifestação de vontade, livre, específica e informada, nos termos da qual o titular aceita que os seus dados sejam objeto de tratamento, o qual deve ser obtido através de uma “declaração de consentimento informado” onde seja utilizada uma linguagem clara e acessível.

Nos termos do artigo 10.º da LPDP, a declaração de consentimento tem de conter a identificação do responsável pelo tratamento e a finalidade do tratamento, devendo ainda conter informação sobre a existência e as condições do direito de acesso e de retificação por parte do respetivo titular.

No caso, sendo os participantes menores, o consentimento terá de ser prestado pelos representantes legais. Impõe-se, ainda, que a criança seja ouvida e em função da idade, nos termos da lei, ela própria preste a sua anuência à recolha de dados pessoais para participação no estudo. O estudo deve ter em conta o superior interesse dos menores.

Os encarregados de educação dos titulares dos dados, de acordo com a declaração de consentimento informado junta aos autos, apõem as suas assinaturas na mesma, deste modo satisfazendo as exigências legais.

A informação tratada é recolhida de forma lícita (cf. alínea a) do n.º 1 do artigo 5.º da LPDP), para finalidades determinadas, explícitas e legítimas (cf. alínea b) do mesmo artigo).

Nos termos do artigo 14.º da LPDP o responsável pelo tratamento deve implementar medidas de segurança lógicas e físicas adequadas a garantir a segurança dos dados pessoais. Todavia, independentemente das medidas de segurança adotadas pela entidade responsável



pelo tratamento, é a esta que cabe assegurar o resultado da efetiva segurança da informação e dos dados tratados.

3 - Conclusão

Em face do exposto, a CNPD autoriza o tratamento de dados pessoais supra apreciado, nos termos do n.º 2 do artigo 7.º, da alínea a) do n.º 1 do artigo 28.º e do n.º 1 do artigo 30.º da LPDP, consignando-se o seguinte:

Responsável pelo tratamento: Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo;

Finalidade: estudo de investigação acerca da "Influência da Educação Musical nas Competências Matemáticas";

Categoria de Dados pessoais tratados: código de participante, data de nascimento, género, nacionalidade/língua materna, habilitações profissionais dos pais, retenções, dados e resultados académicos em geral (número de anos de estudo da música, instrumento musical tocado, tempo de estudo médio diário, resultados finais das disciplinas no geral, incluindo as disciplinas do ensino articulado do curso básico de música), atividades extracurriculares;

Entidades a quem podem ser comunicados: Não há.

Formas de exercício do direito de acesso e retificação: Junto da responsável pelo tratamento dos dados;

Interconexões de tratamentos: não há.

Transferência de dados para países terceiros: não há.

Prazo de conservação dos dados: a chave da codificação deve ser destruída um mês após o fim do estudo.

*

Dos termos e condições fixados na presente Autorização decorrem obrigações que a responsável deve cumprir. Deve igualmente dar conhecimento dessas condições a todos os intervenientes no circuito de informação.

Lisboa, 7 de março de 2017

Filipa Calvão (Presidente)

Rua de São Bento, 148-3º • 1200-821 LISBOA
Tel: 213 928 400 Fax: 213 976 832
www.cnpd.pt

21 393 0039
LINHA PRIVACIDADE
Dias úteis das 10 às 13 h
duvidas@cnpd.pt

ANEXO B

ANEXO: Autorização para Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar.



Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar

Início » Consultar inquéritos » **Ficha de inquérito**

Identificação da Entidade / Interlocutor

Nome da entidade:

Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo

Nome do Interlocutor:

Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo

E-mail do interlocutor:

azevedosusana@gmail.com

**Susana Cristina Mendes
Dinis Tavares Azevedo**

Sair

Área reservada

- Dados da entidade
- Consultar inquéritos
- Registar Inquérito
- Instruções

- Início
- Pesquisar inquéritos

Dados do Inquérito

Número de registo:

0541100001

Designação:

Questionário

Descrição:

Para a concretização do projeto foram selecionadas aleatoriamente 6 escolas, públicas e privadas de Ensino Artístico Especializado e respetivas Escolas de Referência da Rede de Articulação.
O estudo consistirá na aplicação de um questionário aos encarregados de educação, destinado a caracterizar a amostra: data de nascimento, género, nacionalidade/língua materna, habilitações profissionais dos pais, retenções, dados e resultados académicos em geral, atividades extracurriculares e instrumentos musicais tocados pelos alunos de 9º ano, com o propósito de tentar perceber se existe uma relação entre o tipo de instrumento musical tocado e o desempenho matemático.
Previamente ao preenchimento do questionário será fornecido um pedido de consentimento informado contendo informação acerca do objetivo do estudo, tratamento de dados e confidencialidade.

Objectivos:

A presente investigação tem como principal objetivo analisar o impacto que a educação musical pode exercer no desenvolvimento do raciocínio matemático dos jovens de 3º ciclo. O desenvolvimento deste projeto poderá validar cientificamente a importância da educação musical no contexto escolar português.

Periodicidade:

Data do início do período de recolha de dados:

01-11-2017

Data do fim do período de recolha de dados:

31-08-2018

Universo:

Unidade de observação:

Método de recolha de dados:

Questionário

Inquérito registado no Sistema Estatístico Nacional:

Não

Inquérito aplicado pela entidade:

Sim

Instrumento de inquirição:

05411_201710141602_Documento1.pdf (PDF - 296,71 KB)

Nota metodológica:

05411_201710141602_Documento2.pdf (PDF - 436,48 KB)

Outros documentos:

05411_201710141602_Documento3.PDF (PDF - 124,49 KB)

Data de registo:

14-10-2017

Versão:

2 (2)

Dados adicionais

Estado:

Aprovado

Avaliação:

Exmo.(a) Senhor(a) Susana Cristina Mendes Dinis Tavares Azevedo
Venho por este meio informar que o pedido de realização de inquérito em meio escolar é autorizado uma vez que, submetido a análise, cumpre os requisitos, devendo atender-se às observações aduzidas.
Com os melhores cumprimentos
José Vitor Pedroso
Diretor-Geral
DGE

Observações:

- a) A realização dos Inquéritos fica sujeita a autorização das Direções dos Agrupamentos de Escolas do ensino público a contactar para a realização do estudo. Merece especial atenção o modo, o momento e condições de aplicação dos instrumentos de recolha de dados em meio escolar, porque sensíveis, devendo fazer-se em estreita articulação com a Direção do Agrupamento.
- b) Devem ser cumpridas as disposições da Autorização da CNPD nº 2724/2017 de 7 de março nos termos e condições fixados, resultando obrigações que o responsável tem de cumprir. Destas deve dar conhecimento a todos os inquiridos e a quem intervenha na recolha e tratamento de dados pessoais.
- c) Informa-se, ainda, que a DGE não é competente para autorizar a realização de estudos/aplicação de inquéritos ou outros instrumentos em estabelecimentos de ensino privados e para autorizar a realização de intervenções educativas/desenvolvimento de projetos e atividades/programas de intervenção/formação em meio escolar junto de alunos em contexto de sala de aula, dado ser competência da Escola/Agrupamento.

Outras observações:

Sem observações.

| Voltar | Versão 1 | Versão 2 |

ANEXO C

ANEXO: Instrumento de Avaliação – Prova Final de Matemática, Prova 92, Caderno 1, 1ª Fase, 3º Ciclo do Ensino Básico (2018).

Rubricas dos professores vigilantes	 REPÚBLICA PORTUGUESA EDUCAÇÃO	IAVE INSTITUTO DE AVALIAÇÃO EDUCATIVA, I.P.
	A PREENCHER PELO ALUNO	
	Nome completo _____	
Documento de identificação  n.º _____		
Assinatura do aluno _____		
		A PREENCHER PELA ESCOLA N.º convencional <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
		N.º convencional <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
		A PREENCHER PELO AGRUPAMENTO N.º confidencial da escola <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Prova Final de Matemática Prova 92 1.ª Fase 3.º Ciclo do Ensino Básico 2018 9.º Ano de Escolaridade Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho		
A PREENCHER PELO PROFESSOR CLASSIFICADOR		
Classificação em percentagem _____ (_____ por cento)		
Correspondente ao nível _____ (_____) Data: ____/____/____ Código do professor classificador _____		
Observações _____		
Caderno 1: 8 Páginas		

Caderno 1: 35 minutos. Tolerância: 10 minutos.
É permitido o uso de calculadora.

-
- Todas as respostas são dadas no enunciado da prova.
 - Utiliza apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.
 - Só é permitido o uso de calculadora no Caderno 1.
 - Não é permitido o uso de corretor. Rasca aquilo que pretendes que não seja classificado.
 - Apresenta apenas uma resposta para cada item.
 - Apresenta as tuas respostas de forma legível.
 - Se o espaço reservado a uma resposta não for suficiente, podes utilizar o espaço que se encontra no final de cada caderno. Neste caso, deves identificar claramente o item a que se refere a tua resposta.
 - Nas respostas aos itens de escolha múltipla, assinala com X a opção correta.
 - As cotações dos itens de cada caderno encontram-se no final do respetivo caderno.
-

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

Formulário

Números e Operações

Valor aproximado de π (pi): 3,14159

Geometria e Medida

Áreas

Losango: $\frac{\text{Diagonal maior} \times \text{Diagonal menor}}{2}$

Trapézio: $\frac{\text{Base maior} + \text{Base menor}}{2} \times \text{Altura}$

Superfície esférica: $4 \pi r^2$, sendo r o raio da esfera

Volumes

Prisma e cilindro: $\text{Área da base} \times \text{Altura}$

Pirâmide e cone: $\frac{\text{Área da base} \times \text{Altura}}{3}$

Esfera: $\frac{4}{3} \pi r^3$, sendo r o raio da esfera

Trigonometria

Fórmula fundamental: $\text{sen}^2 x + \text{cos}^2 x = 1$

Relação da tangente com o seno e o cosseno: $\text{tg} x = \frac{\text{sen} x}{\text{cos} x}$

Tabela Trigonométrica

Graus	Seno	Cosseno	Tangente	Graus	Seno	Cosseno	Tangente
1	0,0175	0,9998	0,0175	46	0,7193	0,6947	1,0355
2	0,0349	0,9994	0,0349	47	0,7314	0,6820	1,0724
3	0,0523	0,9986	0,0524	48	0,7431	0,6691	1,1106
4	0,0698	0,9976	0,0699	49	0,7547	0,6561	1,1504
5	0,0872	0,9962	0,0875	50	0,7660	0,6428	1,1918
6	0,1045	0,9945	0,1051	51	0,7771	0,6293	1,2349
7	0,1219	0,9925	0,1228	52	0,7880	0,6157	1,2799
8	0,1392	0,9903	0,1405	53	0,7986	0,6018	1,3270
9	0,1564	0,9877	0,1584	54	0,8090	0,5878	1,3764
10	0,1736	0,9848	0,1763	55	0,8192	0,5736	1,4281
11	0,1908	0,9816	0,1944	56	0,8290	0,5592	1,4826
12	0,2079	0,9781	0,2126	57	0,8387	0,5446	1,5399
13	0,2250	0,9744	0,2309	58	0,8480	0,5299	1,6003
14	0,2419	0,9703	0,2493	59	0,8572	0,5150	1,6643
15	0,2588	0,9659	0,2679	60	0,8660	0,5000	1,7321
16	0,2756	0,9613	0,2867	61	0,8746	0,4848	1,8040
17	0,2924	0,9563	0,3057	62	0,8829	0,4695	1,8807
18	0,3090	0,9511	0,3249	63	0,8910	0,4540	1,9626
19	0,3256	0,9455	0,3443	64	0,8988	0,4384	2,0503
20	0,3420	0,9397	0,3640	65	0,9063	0,4226	2,1445
21	0,3584	0,9336	0,3839	66	0,9135	0,4067	2,2460
22	0,3746	0,9272	0,4040	67	0,9205	0,3907	2,3559
23	0,3907	0,9205	0,4245	68	0,9272	0,3746	2,4751
24	0,4067	0,9135	0,4452	69	0,9336	0,3584	2,6051
25	0,4226	0,9063	0,4663	70	0,9397	0,3420	2,7475
26	0,4384	0,8988	0,4877	71	0,9455	0,3256	2,9042
27	0,4540	0,8910	0,5095	72	0,9511	0,3090	3,0777
28	0,4695	0,8829	0,5317	73	0,9563	0,2924	3,2709
29	0,4848	0,8746	0,5543	74	0,9613	0,2756	3,4874
30	0,5000	0,8660	0,5774	75	0,9659	0,2588	3,7321
31	0,5150	0,8572	0,6009	76	0,9703	0,2419	4,0108
32	0,5299	0,8480	0,6249	77	0,9744	0,2250	4,3315
33	0,5446	0,8387	0,6494	78	0,9781	0,2079	4,7046
34	0,5592	0,8290	0,6745	79	0,9816	0,1908	5,1446
35	0,5736	0,8192	0,7002	80	0,9848	0,1736	5,6713
36	0,5878	0,8090	0,7265	81	0,9877	0,1564	6,3138
37	0,6018	0,7986	0,7536	82	0,9903	0,1392	7,1154
38	0,6157	0,7880	0,7813	83	0,9925	0,1219	8,1443
39	0,6293	0,7771	0,8098	84	0,9945	0,1045	9,5144
40	0,6428	0,7660	0,8391	85	0,9962	0,0872	11,4301
41	0,6561	0,7547	0,8693	86	0,9976	0,0698	14,3007
42	0,6691	0,7431	0,9004	87	0,9986	0,0523	19,0811
43	0,6820	0,7314	0,9325	88	0,9994	0,0349	28,6363
44	0,6947	0,7193	0,9657	89	0,9998	0,0175	57,2900
45	0,7071	0,7071	1,0000				

1. A tabela seguinte apresenta o número de veículos totalmente elétricos vendidos em Portugal, de 2010 a 2015.

Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Número de veículos totalmente elétricos vendidos em Portugal	18	203	85	166	189	645

Qual é a mediana deste conjunto de dados?

- A 177,5 B 166 C 125,5 D 85

2. Seja r o erro cometido quando se toma 3 como aproximação de $\sqrt{7}$.

Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- A $0,1 < r < 0,2$ B $0,2 < r < 0,3$
C $0,3 < r < 0,4$ D $0,4 < r < 0,5$

3. Segundo um estudo, em 2016, foram vendidos 87 milhões de veículos novos em todo o mundo. De todos os veículos novos vendidos nesse ano, 99% eram veículos não elétricos.

Determina o número de veículos novos não elétricos que, em 2016, foram vendidos no mundo.

Apresenta o resultado em notação científica.

Mostra como chegaste à tua resposta.

4. Algumas camas são articuladas, ou seja, têm uma secção que pode ser inclinada.

No esquema da Figura 2, está representada a vista lateral de uma cama articulada, com o topo encostado a uma das paredes de um quarto. Nesse esquema, o trapézio $[ABCD]$ representa a secção inclinada da cama e o retângulo $[FGHI]$ representa a base da cama.



Figura 1 – Cama articulada com uma secção inclinada

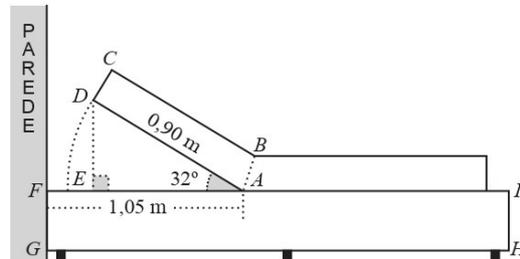


Figura 2

Relativamente ao esquema, que não está à escala, sabe-se que:

- os pontos A e E pertencem ao segmento de reta $[FI]$;
- o triângulo $[ADE]$ é retângulo no vértice E ;
- $\overline{AD} = 0,90$ m e $\overline{AF} = 1,05$ m;
- $\widehat{DAE} = 32^\circ$.

Determina a distância do vértice D à parede do quarto, na posição representada no esquema da Figura 2.

Apresenta o resultado em metros, arredondado às centésimas. Se procederes a arredondamentos nos cálculos intermédios, conserva, pelo menos, três casas decimais.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

Sugestão: Começa por determinar \overline{AE} .

5. Na Figura 3, está representado o prisma reto $[STUVWXYZ]$, que é o esquema da secção inclinada de uma cama articulada. As bases do prisma são trapézios.

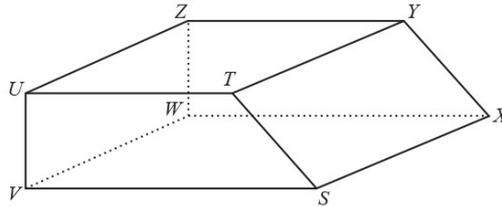


Figura 3

Relativamente ao prisma, sabe-se que:

- $[STUV]$ é um trapézio de bases $[VS]$ e $[UT]$, retângulo no vértice V ;
- $[SXWV]$ é um quadrado cujos lados têm 15 cm de comprimento;
- $\overline{UV} = 7$ cm.

- 5.1. Identifica, usando letras da Figura 3, a reta de intersecção do plano que contém a face $[SXWV]$ com o plano que contém a face $[SXYT]$.

- 5.2. Determina \overline{US} .

Apresenta o resultado em centímetros, arredondado às décimas.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

Transporte

5.3. Admite que o volume do prisma $[STUVWXYZ]$ é 1250 cm^3 .

Determina \overline{UT} .

Apresenta o valor pedido em centímetros, arredondado às décimas. Se procederes a arredondamentos nos cálculos intermédios, conserva, pelo menos, duas casas decimais.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

6. Seja n o menor número natural tal que $]-\infty, \sqrt{n}[\cup]41, +\infty[= \mathbb{R}$, sendo \mathbb{R} o conjunto dos números reais.

Qual é o valor de n ?

A transportar

Transporte

Se quiseres completar ou emendar alguma resposta, utiliza este espaço.

Caso o utilizes, não te esqueças de identificar claramente o item a que se refere cada uma das respostas completadas ou emendadas.

FIM DO CADERNO 1

COTAÇÕES (Caderno 1)

Item								
Cotação (em pontos)								
1.	2.	3.	4.	5.1.	5.2.	5.3.	6.	
3	3	6	6	4	6	6	4	38

A transportar

ANEXO D

ANEXO: Instrumento de Avaliação – Prova Final de Matemática, Prova 92, Caderno 2, 1ª Fase, 3º Ciclo do Ensino Básico (2018)

Rubricas dos professores vigilantes	 REPÚBLICA PORTUGUESA EDUCAÇÃO	IAVE INSTITUTO DE AVALIAÇÃO EDUCATIVA, I.P.
	A PREENCHER PELO ALUNO	
	Nome completo _____	
Documento de identificação  n.º _____		
Assinatura do aluno _____		
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		
Prova Final de Matemática Prova 92 1.ª Fase 3.º Ciclo do Ensino Básico 2018 9.º Ano de Escolaridade Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho		A PREENCHER PELA ESCOLA N.º convencional <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> N.º convencional <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
A PREENCHER PELO PROFESSOR CLASSIFICADOR		A PREENCHER PELO AGRUPAMENTO N.º confidencial da escola <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Classificação em percentagem _____ (_____) por cento		
Correspondente ao nível _____ (_____) Data: ____/____/____ Código do professor classificador _____		
Observações _____		
Duração da Prova (Caderno 1 + Caderno 2): 90 minutos. Tolerância: 30 minutos.		Caderno 2: 8 Páginas

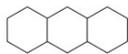
Caderno 2: 55 minutos. Tolerância: 20 minutos.
Não é permitido o uso de calculadora.

8. Representam-se a seguir os quatro primeiros termos de uma sucessão de figuras constituídas por hexágonos regulares geometricamente iguais. Com exceção do primeiro, cada termo da sucessão tem mais um hexágono do que o termo anterior.

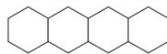
Em cada termo da sucessão, dois hexágonos adjacentes têm um lado comum.



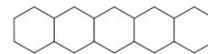
1.º termo



2.º termo



3.º termo



4.º termo

Qual das seguintes expressões dá o número total de segmentos de reta do termo de ordem n da sucessão?

- A $5n$ B $6n$ C $5n + 6$ D $6n + 5$

9. No referencial ortogonal e monométrico, de origem no ponto O , da Figura 4, está representada a reta r .

Os pontos de coordenadas $(-4, 6)$ e $(2, 3)$ pertencem à reta r .

Determina uma equação da reta r .

Apresenta a equação na forma $y = ax + b$, em que a e b são números reais.

Mostra como chegaste à tua resposta.

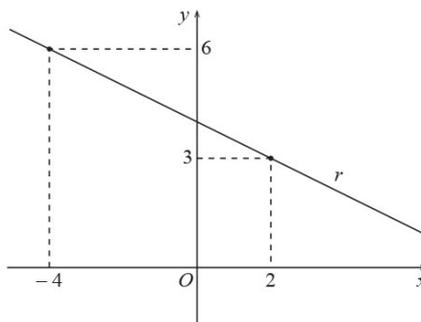


Figura 4

10. Qual dos seguintes polinómios é equivalente à expressão $(x - 4)^2$?

- A $x^2 - 8x + 16$ B $x^2 - 16$
 C $x^2 + 8x + 16$ D $x^2 + 16$

Transporte

11. Resolva a equação seguinte.

$$15x^2 - 2x - 1 = 0$$

Apresenta as soluções na forma de fração irredutível.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

12. Resolva a inequação seguinte.

$$\frac{2(1-x)}{3} < \frac{1}{2}x + 2$$

Apresenta o conjunto solução na forma de um intervalo de números reais.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

A transportar

13. No referencial cartesiano, de origem no ponto O , da Figura 5, estão representadas a função quadrática f e a função de proporcionalidade inversa g .

Sabe-se que:

- a função f é definida por $f(x) = \frac{4}{3}x^2$;
- a função g é dada por uma expressão da forma $g(x) = \frac{a}{x}$, com $a > 0$ e $x > 0$;
- os gráficos das funções f e g intersectam-se no ponto P , de abcissa 3.

Determina o valor de a .

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

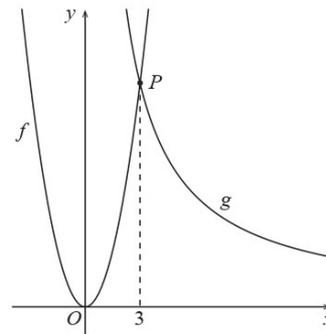


Figura 5

14. Escreve o número $\frac{(4^5)^2}{4^{15}} \times 2^{-5}$ na forma de uma potência de base $\frac{1}{8}$.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

15. Numa visita de estudo a um parque natural, participaram alunos dos 2.º e 3.º ciclos de uma escola.

O número de alunos do 2.º ciclo foi o triplo do número de alunos do 3.º ciclo.

Cada aluno do 2.º ciclo pagou um bilhete de 9 euros, e cada aluno do 3.º ciclo pagou um bilhete de 12 euros, tendo os bilhetes custado 507 euros no total.

Sejam x o número de alunos do 2.º ciclo e y o número de alunos do 3.º ciclo que participaram na visita de estudo.

Escreve um sistema de equações, com incógnitas x e y , que permita determinar o número de alunos do 2.º ciclo e o número de alunos do 3.º ciclo que participaram na visita de estudo.

Não resolves o sistema.

16. Na Figura 6, está representado o hexágono regular $[ABCDEF]$.

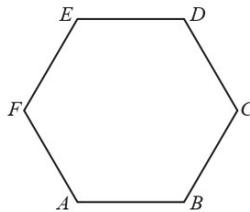


Figura 6

Qual dos seguintes vetores é igual ao vetor soma $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{FE}$?

A \overrightarrow{CA}

B \overrightarrow{DA}

C \overrightarrow{AD}

D \overrightarrow{AC}

17. Na Figura 7, está representada uma semicircunferência de diâmetro $[AB]$ e centro no ponto O .

Sabe-se que:

- os pontos C e D pertencem à semicircunferência;
- a amplitude do arco AD é 56° ;
- os segmentos de reta $[BD]$ e $[OC]$ intersectam-se no ponto E ;
- $\widehat{B\hat{E}C} = 72^\circ$.

Determina, em graus, $\widehat{B\hat{O}E}$.

Apresenta todos os cálculos que efetuares.

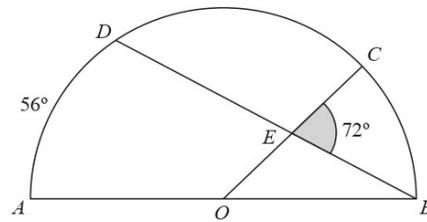


Figura 7

18. Na Figura 8, estão representadas as retas concorrentes AD e BC e as retas paralelas AB e CD .

Sabe-se que:

- as retas AD e BC se intersectam no ponto I ;
- os triângulos $[ABI]$ e $[CDI]$ são escalenos e não são geometricamente iguais.

Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- A $\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}} = \frac{\overline{IB}}{\overline{ID}}$ B $\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}} = \frac{\overline{ID}}{\overline{IA}}$
- C $\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}} = \frac{\overline{IA}}{\overline{ID}}$ D $\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}} = \frac{\overline{ID}}{\overline{IB}}$

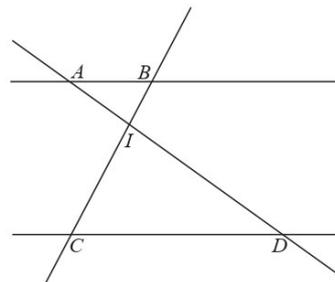


Figura 8

Transporte

Se quiseres completar ou emendar alguma resposta, utiliza este espaço.

Caso o utilizes, não te esqueças de identificar claramente o item a que se refere cada uma das respostas completadas ou emendadas.

FIM DA PROVA

COTAÇÕES (Caderno 2)

Item													
Cotação (em pontos)													
7.1.	7.2.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
4	6	3	6	3	6	6	6	6	4	3	6	3	62
TOTAL (Caderno 1 + Caderno 2)													100

TOTAL