

UNIVERSIDADE DE ÉVORA | ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA

O IMPACTO DA APRENDIZAGEM MUSICAL NO DESEMPENHO DE HABILIDADES COGNITIVAS IMPLICADAS NA MATEMÁTICA

Teresa Raquel Rodrigues

Orientação: Professora Doutora Gina Cláudia Lemos

Mestrado em Psicologia

Área de especialização: Psicologia Clínica e da Saúde

Agradecimentos

Quero agradecer a todos os que me apoiaram neste percurso, tornando possível a concretização deste trabalho.

À minha Orientadora, Professora Doutora Gina Lemos, pela disponibilidade, compreensão, rigor e profissionalismo. Quero acrescentar que foi para mim um privilégio ser orientada pela Professora e, sem dúvida, a opção mais acertada.

À Professora Doutora Madalena Melo agradeço sinceramente todo o apoio e a oportunidade que me conduziu até aqui.

A todos os directores, professores, alunos e encarregados de educação das escolas participantes, imprescindíveis neste projecto, o meu profundo agradecimento.

Aos meus queridos pais, Emília e João, os meus grandes amigos a quem dedico este trabalho. As palavras são minúsculas para exprimir a minha gratidão.

Ao meu querido irmão, João Miguel, que sempre me presenteou com o seu sorriso e boa disposição.

À minha querida avó, Francelina, por me transmitir a sua “garra” e inculcar em nós a vontade de saber mais.

Aos meus amigos, Vanessa, Nadine, Ana Margarida, Verónica e Peter por estarem comigo na “hora certa” e um especial agradecimento aos “*camaradas da 17*”.

Ao Patrick, com quem partilhei esta caminhada...

...Onde as palavras falham, a música é a linguagem da alma (*William Shakespeare*).

Resumo

Este trabalho tem como objectivo estudar o impacto da aprendizagem musical ao nível das habilidades cognitivas e correspondência com o desempenho académico na matemática. Neste sentido, o presente propõe-se analisar a relação entre a aptidão musical, a aptidão matemática e o raciocínio espacial-temporal. Posto isto, recorrer-se-á à aplicação das sub-escalas de Aritmética e Composição de Objectos da Escala da Inteligência de Weschler para Crianças - 3ª Edição (WISC-III), com crianças do 1º ciclo do Ensino Básico: um grupo que frequenta o ensino vocacional de música e um segundo grupo sem treino musical. Serão também consideradas medidas de desempenho académico e de desempenho musical recolhidos através de um questionário. Os resultados indicam que os participantes com treino musical apresentam *scores* significativamente mais elevados no subteste de aritmética e classificações significativamente superiores na disciplina de matemática. A relação entre a aptidão musical e as habilidades espaciais-temporais implicadas na matemática não se revestiu de significado.

PALAVRAS-CHAVE: habilidades cognitivas; aprendizagem musical; desempenho académico; matemática; raciocínio espacial-temporal.

Abstract

The impact of learning music on cognitive skills involved in mathematics

The main aim of this work is to study the impact of music training in terms of cognitive skills and correspondence with academic performance in mathematics. One proposes to analyse the relationship between musical skills, mathematics abilities' and spatial-temporal reasoning. According to this, the Arithmetic and Object Assembly subscales from the Weschler Intelligence Scale for Children – 3rd. Edition (WISC-III) are applied to children from the 1st. (Primary) Cycle of basic education: a group that attends vocational music education and a second group with no musical training. In addition, measures of academic achievement and musical performance will be considered through the use of a short questionnaire. Results indicate that the participants with musical training present significantly higher scores in the arithmetic subtest as well as in mathematics. However, the relationship between musical skills and spatial-temporal reasoning involved in mathematics did not show significance at all.

KEYWORDS: cognitive skills; musical training; academic achievement; mathematics; spatial-temporal reasoning.

ÍNDICE

	Pág.
Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice.....	iv
Lista de Anexos.....	v
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Figuras.....	vii

INTRODUÇÃO.....1

CAPÍTULO 1.....5

1.1 Introdução	5
1.2 Habilidades cognitivas e aptidão musical.....	5
1.2.1 Habilidades musicais.....	8
1.2.2 Estudos relacionados com a aptidão musical e outras habilidades cognitivas	11
1.3 Música e desempenho académico.....	14
1.3.1 Música e Matemática.....	17
1.3.2 Raciocínio espacial-temporal	21

CAPÍTULO 2.....25

2.1 Introdução	25
2.2 Objectivos e questões da investigação.....	25
2.3 Participantes	28
2.4 Instrumentos	29
2.4.1 Escala de Inteligência de Weschler para Crianças - 3ª Edição (WISC-III; Simões et al., 2003)	30
2.4.2 Fidelidade	32
2.4.5 Validade.....	33
2.4.6 Subteste de Aritmética	33
2.4.7 Subteste de Composição de Objectos	34
2.5 Procedimentos.....	35

CAPÍTULO 3.....37

3.1 Introdução	37
3.2 Precisão e validade dos resultados.....	37
3.3 Resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos.....	38
3.3.1 Análise descritiva.....	38
3.3.2 Análise inferencial	38
3.4 Resultados em função do desempenho académico na disciplina de Matemática.....	40
3.4.1 Análise descritiva.....	40
3.4.2 Análise inferencial	41
3.5 Resultados em função do NSE por referência à profissão do pai.....	42
3.5.1 Análise descritiva.....	42
3.5.2 Análise inferencial	43
3.6 Resultados em função do treino e desempenho musical	49
3.6.1 Análise descritiva.....	49
3.6.2 Análise inferencial	50
3.7 Discussão e síntese	51

CONCLUSÃO	55
------------------------	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
---	-----------

LISTA DE ANEXOS.....	65
-----------------------------	-----------

Anexo A – Questionários aos encarregados de educação dos alunos.....	67
Anexo B – Valores do <i>Alpha de Cronbach</i> dos subtestes aritmética e composição de objectos da WISC-III (SPSS).....	71
Anexo C – Distribuição dos resultados médios nos subtestes de aritmética e composição de objectos (SPSS).....	75
Anexo D – Análise inferencial dos resultados médios nos subtestes de aritmética e composição de objectos em função da frequência do ensino vocacional de música (grupo experimental) e do ensino regular (grupo de controlo) (SPSS).....	77
Anexo E – Distribuição das classificações médias na disciplina de matemática (SPSS).....	79
Anexo F – Análise inferencial dos resultados académicos na disciplina de Matemática em função da frequência do ensino vocacional de música (grupo experimental) e do ensino regular (grupo de controlo)....	81
Anexo G – Coeficientes de correlação entre o desempenho académico e os subtestes da WISC-III (SPSS).....	83
Anexo H – Distribuição das classificações dos participantes no ensino vocacional de música (SPSS).....	85
Anexo I Distribuição dos participantes em função da idade de entrada no ensino vocacional de música, do nº de anos de treino musical e do nº de horas de treino semanal de música (SPSS).....	87
Anexo J – Correlação entre o desempenho musical e os resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos (SPSS).....	89
Anexo K – Correlação entre o desempenho musical e o desempenho académico na disciplina de Matemática (SPSS).....	91
Anexo L – Correlação entre o desempenho musical e o número de anos e o número de horas semanal de treino musical (SPSS).....	93
Anexo M – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência do NSE na frequência do ensino vocacional de música (SPSS).....	95
Anexo N – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência do NSE nos resultados do subteste de aritmética e composição de objectos (SPSS).....	97
Anexo O – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência de três categorias sócio-profissionais nos resultados do subteste de aritmética (SPSS).....	107
Anexo P – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência do NSE no desempenho académico na disciplina de matemática (SPSS).....	109
Anexo Q – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência de três categorias sócio-profissionais no desempenho académico na disciplina de matemática (SPSS).....	115

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1.1 – Áreas cerebrais de músicos implicadas em tarefas de aritmética.....	11
Tabela 1.2 – Associação genérica entre as disciplinas de matemática e música.....	18
Tabela 1.3 – Associação entre as disciplinas de matemática e música em idades pré-escolares.....	18
Tabela 2.1 – Distribuição da amostra em função do género e tipo de ensino.....	28
Tabela 2.2 – Descrição dos subtestes da WISC-III em função da subescala e dos índices Factoriais.....	31
Tabela 2.3 – Idade cronológica de um dos participantes (exemplo 1).....	31
Tabela 2.4 – Idade cronológica de um dos participantes (exemplo 2)	31
Tabela 2.5 – Cálculo do resultado bruto no subteste Composição de Objectos.....	34
Tabela 2.6 – Resultado bruto no subteste composição de objectos tendo em conta o tempo despendido.....	34
Tabela 3.1 – Valores do <i>Alpha de Cronbach</i> dos subtestes aritmética e composição de objectos da WISC-III.....	37
Tabela 3.2 - Distribuição dos resultados médios nos subtestes de Aritmética e Composição de Objectos....	38
Tabela 3.3 – Distribuição dos resultados nas disciplinas de Matemática.....	40
Tabela 3.4 – Distribuição dos participantes em função da profissão do pai e tipo de ensino.....	42
Tabela 3.5 – Distribuição da classificação dos participantes no ensino vocacional de música.....	49
Tabela 3.6 – Distribuição dos participantes em função da idade de entrada no ensino vocacional de música, do nº de anos de treino musical e do nº de horas de treino semanal de música.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Distribuição dos resultados médios no subteste de Aritmética em função do grupo experimental e do grupo de controlo.....	39
Figura 3.2 – Distribuição dos resultados médios no subteste de Composição de Objectos em função do grupo experimental e do grupo de controlo.....	40
Figura 3.3 – Diagrama de extremos e quartis do desempenho na disciplina de matemática dos participantes do grupo experimental (n=34) e do grupo de controlo (n=63).....	41
Figura 3.4 – Distribuição dos participantes do grupo experimental e do grupo de controlo em função da profissão do pai.....	43
Figura 3.5 – Distribuição dos resultados no subteste de aritmética em função da profissão do pai.....	44
Figura 3.6 – Distribuição dos resultados no subteste de objectos em função da profissão do pai.....	45
Figura 3.7 – Distribuição dos resultados médios no subteste de aritmética em função da frequência no ensino vocacional de música.....	46
Figura 3.8 – Distribuição dos resultados no subteste de aritmética em função das categorias sócio-profissionais do grupo experimental e do grupo de controlo.....	46
Figura 3.9 – Distribuição dos resultados na disciplina de Matemática em função da profissão do pai (N=68).....	47
Figura 3.10 – Diagrama de extremos e quartis do desempenho na disciplina de Matemática em função do grupo experimental (n=30) e do grupo de controlo (n=38).....	48
Figura 3.11 – Distribuição dos resultados na disciplina de Matemática em função das categorias sócio-profissionais em estudo.....	48

INTRODUÇÃO

"A música oferece à alma uma verdadeira cultura íntima e deve fazer parte da educação do povo."

François Guizot

O presente estudo surge da conjugação de interesses do orientador e orientando no que toca, respectivamente, às habilidades cognitivas no domínio do raciocínio lógico-matemático e à música. Neste sentido, a orientanda foi explorando a Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner (Gardner, 1993), debruçando-se especificamente sobre a inteligência musical, a inteligência lógico-matemática e a inteligência espacial. Neste percurso estabeleceram-se elos entre a disciplina de matemática e a disciplina de música, através de uma série de estudos transversais a diversas áreas do conhecimento, nomeadamente nas neurociências, matemática, informática, educação e música.

De facto, a relação entre Música e Matemática tem suscitado diversos estudos, sendo representativo a este nível a criação de publicações periódicas como o "*Journal of Mathematics and Music*". Podemos verificar que diversas áreas da matemática estão associadas à música, nomeadamente a aritmética, a geometria e a trigonometria. A literatura diz-nos também que a música estimula os processos cognitivos ao nível do raciocínio abstracto, lógico, espacial-temporal e proporcional. De facto, ambas as áreas do conhecimento aparecem interligadas desde a Antiguidade Clássica, sendo a Escola Pitagórica um exemplo disso mesmo (Dias, 2005). Mesmo no período clássico verificamos que as peças de Mozart são imbuídas de elementos matemáticos. Contudo, não sabemos até que ponto esses elementos foram deliberadamente introduzidos pelo compositor. Actualmente, diversos compositores contemporâneos explicitam os princípios matemáticos subjacentes a técnicas de composição moderna, desde estruturas complexas às mais simples (Albuquerque & Oliveira, 2005; Dias, 2005; Lima, 2005; Martins, 2005; Patriarca, 2005; Rafael, 2005; Simões, 2005). Entre esses, alguns salientam a importância da matemática na criação do sistema da escala temperada ocidental e outros princípios relacionados com a acústica musical (Matos & Tavares, 2005).

Também, muitos matemáticos interessam-se por música, analisando diversas obras musicais e colaborando com vários compositores e músicos. A "*alta matemática*" está associada à música contemporânea, bem como cerca de 11% dos licenciados em matemática têm cursos de música (Beer, 1998; Matos & Tavares, 2005). Um exemplo disso mesmo é o modelo matemático de periodicidade rítmica de Vuza que foi inclusive aplicado no famoso *jazz standard* "*Well You Needn't*", de Georges Bloch e Thelonius Monk. Aqui as linhas melódicas e conteúdo harmónico são adaptados de modo a serem conduzidos por uma grelha rítmica dos diferentes cânones de Vuza. Este modelo relaciona-se particularmente com a composição de estruturas modais e sua interpretação de acordo com o domínio temporal, possibilitando a "transferência de estruturas" do universo modal para o domínio rítmico. Entre os elementos matemáticos utilizados por Vuza destacamos a

Transformada discreta de Fourier, uma das mais significativas contribuições matemáticas para a musicologia. Para além de implicações musicais, este modelo matemático pode ajudar a resolver determinados problemas matemáticos, nomeadamente, questões relacionadas com a conjectura espectral de Fuglede (Andreatta & Agon, 2009).

Têm também surgido inúmeras aplicações no domínio da computação, relacionando o processo cognitivo na improvisação e na música em geral com a construção de *software* musical (Dias, 2005). Estes programas no domínio da Inteligência Artificial partem de pressupostos relacionados com o processamento convergente e princípios lógico-aritméticos (Caspurro, 2006; Johnson-Laird, 2002). Paralelamente, Michels, (2001) refere o entusiasmo do público em geral no domínio das neurociências relativamente à união das ciências com a arte, merecendo destaque a obra "*Music, the brain, and ecstasy*", um *best-seller* na Alemanha (Altenmuller, 2000).

Várias investigações têm sido conduzidas no âmbito da relação entre a aprendizagem musical e o desempenho académico, focando-se, sobretudo na disciplina de matemática (cf. Gouzouasis, Guhnand, & Kishor, 2007). Existem dados empíricos que estabelecem pontes entre o desempenho académico e a aprendizagem musical, desde crianças do ensino pré-escolar com treino musical a estudantes de licenciatura de música. No entanto, existem autores que salientam a necessidade de realização de mais estudos no sentido de explicar os resultados contraditórios da investigação actual (Vaughn, 2000).

Com efeito, a comunidade neurocientífica e educativa tem demonstrado um interesse crescente no sentido de compreender as estruturas neurológicas envolvidas no processamento de informação musical e, por outro lado, desenvolver programas artísticos que promovam o desempenho académico. Estudos com crianças evidenciam a associação entre o raciocínio espacial-temporal e a aprendizagem musical como sendo mais significativa (Gouzouasis et al., 2007). Uma das ideias que sustenta esta relação é que a notação musical é essencialmente espacial e está associada à dimensão de tempo e ritmo (Hetland, 2000). Assim, as crianças que apresentam dificuldades na conceptualização da linguagem analítica implícita à matemática podem ter aqui uma vantagem. O programa "*Spatial Temporal Math + Musik*" (*M+M*), do Instituto de Educação "*Music Intelligence Neural Development*" na Universidade de Irvine, Califórnia conjuga a aprendizagem da matemática com alguns exercícios de raciocínio espacial-temporal e o treino musical num teclado (MIND Institute, 2004). Este programa acrescenta o treino em problemas de raciocínio espacial-temporal gerados a partir de um jogo de computador. Podemos ainda destacar programas semelhantes, nomeadamente, o "*Kindermusik for the Young Child*" e, posteriormente, o "*ABC, Music & Me*" (Kells, 2008). Por outro lado, programas como o "*Spark the Mind*" introduziram a aprendizagem de canções de hip-hop na sala de aula como uma espécie de mnemónica na memorização da tabuada. Smith e Nesmith (2008) vão mais além ao afirmar que este programa é um sucesso, pois as crianças associam que "aprender e ser inteligente é ser fixe" (cit. Barker, 2008). Deste modo, por intermédio do hip-hop, a matemática ganha novo significado para estes alunos.

Com efeito, parece-nos importante perceber até que ponto a aprendizagem musical se relaciona com o

desempenho na matemática e, de um modo geral, com o sucesso académico. A investigação poderia sustentar a integração de uma aprendizagem musical mais especializada nas escolas públicas portuguesas, com o objectivo de combater o insucesso escolar e promover o acesso ao ensino artístico. As classes economicamente mais desfavorecidas, bem como as crianças com dificuldades de aprendizagem ou insucesso escolar, beneficiariam com uma intervenção deste tipo, à semelhança do que acontece na Escola Básica do 2º Ciclo do Ensino Básico Luís António Verney, em Lisboa.

Dando continuidade à literatura nesta área, o nosso estudo empírico propõe-se analisar a relação entre a aptidão musical e a aptidão matemática e apreciar a relação entre tais aptidões e o desempenho académico na disciplina de Matemática. Com efeito, recorrer-se-á à aplicação das sub-escalas de Aritmética e Composição de Objectos da Escala da Inteligência de Weschler para Crianças - 3ª Edição (WISC-III; Wechsler, 2003). A escala será aplicada a um grupo de crianças entre os 9 e os 10 anos de idade do quarto ano do 1º ciclo do Ensino Básico com treino musical e a um segundo grupo sem treino musical. A um nível macro, comparamos os participantes do ensino vocacional de música com os participantes do ensino regular. Numa análise mais micro, focamo-nos nos participantes do ensino vocacional de música, tendo em conta alguns parâmetros associados, designadamente, o desempenho musical e o nº de anos e horas semanais de treino musical.

O primeiro capítulo deste trabalho começa por descrever as habilidades cognitivas implicadas neste estudo, designadamente, a Inteligência Musical, a Inteligência Lógico-Matemática e a Inteligência Espacial, segundo a Teoria das Inteligências Múltiplas. Passamos depois a uma exposição dos principais estudos internacionais relacionados com o impacto da aprendizagem musical ao nível das habilidades cognitivas e no desempenho académico na matemática. O segundo capítulo debruça-se sobre a descrição do estudo empírico e metodologias associadas. No terceiro capítulo expomos e discutimos os resultados da investigação. Por último, apresentamos os pontos-chave da análise empírica, bem como procedemos a uma reflexão crítica do trabalho.

CAPÍTULO 1

MÚSICA, HABILIDADES COGNITIVAS E DESEMPENHO ACADÊMICO

1.1 Introdução

Se é verdade que muitas especulações têm sido elaboradas a propósito da relação entre música e inteligência, o certo é que o estudo sobre a relação entre a habilidade musical e a inteligência geral ou aptidões mentais específicas tem também suscitado particular interesse na comunidade científica (Helmbold et al., 2005). Por um lado, argumenta-se que a inteligência geral e o sucesso académico estariam implicados no desenvolvimento de habilidades musicais, por outro, as competências musicais promoveriam o sucesso académico e o desenvolvimento de outras habilidades cognitivas. Michels (2001) refere que a educação musical e a prática de um instrumento podem influenciar e potenciar muitos processos cognitivos ao nível da inteligência humana, nomeadamente o processamento de informação e memorização em termos de memória a curto e a longo prazo. Ademais, o interesse pela compreensão dos processos cognitivos subjacentes à aprendizagem musical é um tópico explorado pela Psicologia da Música, por exemplo relacionando a percepção e processamento de informação sonora e musical, mas um campo também particularmente querido de muitos profissionais da área da educação musical (Cunha, 2007).

No âmbito das teorias da inteligência, uma quantidade significativa de investigação debruça-se sobre a associação entre o QI, a habilidade musical, os efeitos musicais/efeito Mozart e o desempenho académico (Gouzouasis et al., 2007). Este capítulo começa por definir o conceito de habilidades cognitivas relacionando-o com o constructo de inteligência, raciocínio e Teoria das Inteligências Múltiplas. Posteriormente aprofundamos a teoria de Howard Gardner, mencionando estudos em que esta teoria encontra eco. Continuamos a nossa exposição com a associação entre desempenho académico e aprendizagem musical, realçando os estudos que dão conta desta interacção.

1.2 Habilidades cognitivas e aptidão musical

Podemos dizer que a inteligência é um constructo que abarca um conjunto de habilidades cognitivas que têm vindo a ser frequentemente associadas ao termo raciocínio (Almeida, 1988; cit. Lemos, 2007). Por seu turno, o raciocínio tem sido considerado um dos pilares comuns às diferentes abordagens conceptuais da inteligência, presidindo à construção de testes de inteligência numa abordagem psicométrica, desenvolvimental

e cognitiva. Qual ponto de toque na rica amplitude de conceptualizações do termo inteligência, o raciocínio tem vindo a ser consensualmente aceite como uma função cognitiva superior muito próxima do factor *g* e da aptidão fluída (*gf*), associada à capacidade de operar em tarefas caracterizadas pela novidade, designadamente na resolução de problemas novos, relacionamento de ideias, indução de conceitos, apreensão e aplicação de relações, independentemente do seu conteúdo (Lemos, 2007). Daí que possa estar presente tanto em actividades puramente intelectuais como em situações do quotidiano de aprendizagem e na resolução de problemas.

A Teoria das Inteligências Múltiplas (Gardner, 1993) explica o constructo inteligência a partir de uma abordagem cognitivista, associando a inteligência aos modelos computacionais implícitos à teoria do processamento da informação. Para além disso, o autor insere a inteligência no seu contexto social, em vez de a encarar como um constructo monolítico. A inteligência é definida como a capacidade para resolver problemas ou criar produtos, valorizados dentro de um ou mais contextos culturais (Gardner, 1993, 1997). O componente cultural da inteligência reflecte-se na capacidade para resolver problemas quotidianos, confrontar-se e solucionar novos problemas e oferecer serviços validados num determinado contexto (Michels, 2001). Com efeito, a teoria das inteligências múltiplas está associada a um modelo cognitivo de inteligência que se debruça sobre a forma como os indivíduos utilizam as inteligências para resolverem problemas e criar produtos.

Gardner começa assim por analisar o estilo do pensamento criativo de diversos pensadores e artistas (Caspurro, 2006). Segundo a sua teoria, a inteligência é constituída por diferentes habilidades e atitudes incluindo, actualmente, nove tipos de inteligência, a saber: a inteligência musical, a inteligência linguística, a inteligência lógico-matemática, a inteligência espacial, a inteligência interpessoal, a inteligência intrapessoal, a inteligência corporal-cinestésica, a inteligência natural e a inteligência existencial (Akbari & Hosseini, 2008; Gardner, 1993). A este respeito, Gardner (1993) destaca o impacto que o desenvolvimento de uma determinada inteligência pode ter no desenvolvimento de outra área. Gardner acredita que todos os indivíduos têm o potencial para desenvolver essas inteligências a um nível elevado de *performance*, dependendo da instrução e encorajamento que recebem. Com efeito, refere três factores principais no desenvolvimento destas inteligências, nomeadamente, factores genéticos/hereditários e neurológicos, as experiências pessoais e o contexto histórico e cultural.

Para além disso, esta teoria apoia-se em determinados critérios para delimitar os diferentes tipos de inteligência propostos. Um desses critérios invoca os efeitos de lesões cerebrais em doentes neurológicos e a existência de crianças sobredotadas, excepcionais ou os "*idiot savants*" (Gardner, 1993). Complementarmente, apoia-se nos mecanismos de processamento de informação subjacentes e na história desenvolvimental e filogenética do ser humano. Também se sustenta nas teorias cognitivas que envolvem o processamento da linguagem e o processamento espacial e na possibilidade das inteligências poderem ser codificadas num sistema simbólico como acontece na matemática e na linguagem (Gardner, 1993).

Passamos agora a uma descrição sumária de algumas das inteligências propostas por Gardner,

implicadas neste trabalho. Começamos pela inteligência lógico-matemática que é a inteligência mais valorizada culturalmente na sociedade ocidental, estando associada ao pensamento científico e à inteligência dita pura. Esta inteligência caracteriza-se pela capacidade de compreensão e estabelecimento de relações entre números, princípios, quantidades ou símbolos. A nível hemisférico, os lobos parietais esquerdos e lobos contíguos desempenham uma função dominante a este nível (Gardner, 1993, 1997).

A inteligência musical pode ser entendida como uma competência para criar e comunicar através da melodia, ritmo e timbre (Gardner, 1993, 1997). Gardner (1997) acrescenta que a música pode ser uma forma de organizar os processos cognitivos, especialmente nas crianças mais pequenas. Apesar de alguns autores afirmarem que o hemisfério direito seria o hemisfério dominante na música, outros referem uma assimetria hemisférica e a importância do hemisfério esquerdo no desempenho musical (cf. Bradshaw, 1989; Gates & Bradshaw, 1977). No mesmo sentido, Michels (2001) afirma que apesar do talento musical estar associado ao hemisfério direito, se o hemisfério esquerdo não for estimulado acaba por limitar o desempenho musical.

Por outro lado, a inteligência espacial está ligada a competências relacionadas com a informação visual e espacial, à capacidade para transformar e modificar essa informação e proceder a representações espaciais de problemas ou situações (Gardner, 1993; Kells, 2008). O processamento da informação espacial envolve o hemisfério direito, uma vez que lesões nos lobos parietal e temporal do hemisfério direito causam dificuldades na atenção visual, na representação e orientação espacial, bem como na produção de imagens mentais e na memória. Contudo, existe alguma dificuldade em precisar a sua localização exacta, dada a diversidade de actividades envolvidas neste tipo de inteligência (Gardner, 1993). Com efeito, o raciocínio espacial está presente quando os sujeitos jogam xadrez, desenvolvem projectos de arquitectura e *design*, resolvem problemas de matemática, escrevem e tocam música (Kells, 2008).

A inteligência corporal-cinestésica está associada à destreza em actividades que envolvem o corpo ou objectos ao nível da motricidade fina e grossa. Esta aptidão está envolvida no controlo e coordenação motora, solucionando problemas e construindo produtos a este nível, localizando-se o controlo dos movimentos corporais no córtex motor, sendo que nos dextros tais competências estão por norma alocadas no hemisfério esquerdo (Gardner, 1993).

Se analisarmos a relação entre estas inteligências, dados sugerem que a inteligência lógico-matemática está correlacionada com a inteligência espacial, enquanto a inteligência linguística se associa à inteligência intrapessoal. Nessa investigação utilizou-se o "*Multiple Intelligence Profiling Questionnaire III*" (MIPQ-III), verificando-se ainda que a escala linguística e intrapessoal apareciam correlacionadas com a inteligência espiritual e natural. Relativamente ao género, concluiu-se que os homens apresentavam uma inteligência lógico-matemática superior às mulheres e que a inteligência linguística era mais elevada nas mulheres (Tirri & Nokelainen, 2008).

1.2.1 Habilidades musicais

Vamos agora focar-nos essencialmente nas habilidades musicais, recorrendo, posteriormente, ao contributo das neurociências. De um ponto de vista ocidental, a inteligência musical tem subjacentes três formas integradas de conhecimento, envolvendo diferentes habilidades cognitivas. Por exemplo, a percepção, quando fazemos discriminações ao ouvir música; a produção, o pensamento musical expresso na composição e *performance*; e a reflexão, envolvendo o pensamento crítico que conduz à composição e interpretação musical (Matare, 2009). A cognição musical depende assim do desenvolvimento de processos de percepção, armazenamento e organização dos materiais musicais (Slodoba, 2000). As experiências culturais conseguem desenvolver estes processos até um determinado ponto, embora outros contextos de suporte devam estar presentes para se atingirem determinados níveis de excelência. A técnica musical é importante, mas a capacidade de interpretação e expressão é também fundamental. Por outro lado, não podemos esquecer os factores motivacionais, que são determinantes na aquisição destas competências. Vários autores referem o comprometimento dos músicos profissionais com os seus objectivos. Um estudo de Costa-Giomi (2005) concluiu que os alunos que desistiam mais facilmente das aulas de música eram aqueles que necessitavam de mais aprovação dos seus professores, contrariamente aos alunos mais persistentes. Os autores sugerem que um dos principais motivos pelos quais as crianças desistem de aprender música está relacionado com pouca motivação e fraco desempenho. Apesar de pouco significativos, os resultados indicam que as crianças que desistem das aulas de música procuram mais aprovação dos professores. No entanto, os mesmos alunos recebem menos elogios e pistas verbais que os alunos que completam três anos de instrução. Para além disso, Costa-Giomi (2004) concluiu, num outro estudo, que a frequência de aulas de piano parecia estar associada ao aumento da auto-estima comparativamente com um grupo de crianças sem treino musical.

Sloboda (2004) salienta que existem um conjunto de habilidades musicais pré-existent e comuns a todos os indivíduos, pelo que existem aspectos também comuns na aquisição desta habilidade dependendo da interacção que se estabelece com o ambiente musical. Slodoba (2000) pretende desmistificar a excelência musical, contrapondo as ideias que defendem o talento inato. Também Demorest e Morrison (2000) criticam esta visão e salientam que, em determinadas áreas do conhecimento como a matemática, a excelência académica é atribuída ao empenho, persistência e inteligência. A investigação refere que todos os seres humanos são musicais e podem desenvolver a sua musicalidade. Esta perspectiva suporta outras ideias que consideram que o desempenho musical está directamente associado à qualidade da educação musical e empenho do aluno (Demorest & Morrison, 2000). Por outro lado, Ruthsatz e Detterman (2003) apresentam um estudo de caso que se debruça sobre o processo de aprendizagem musical de uma criança prodígio de 6 anos de idade. Os autores centram-se nos elementos cognitivos, musicais e de prática necessários a um músico excepcional. Os resultados demonstram que o coeficiente geral de inteligência e o domínio de habilidades específicas são determinantes nestes casos, dado o pouco tempo de aprendizagem destas crianças.

Por outro lado, Michels (2001) começa por comparar as estruturas neurofisiológicas envolvidas no

processamento do ritmo e da melodia. O ritmo implica as estruturas ao nível do sistema vestibular, enquanto a melodia está relacionada com as estruturas auditivas do córtex, tendo influência, por exemplo, na fluência do pensamento. Deste modo, a música, combinando ritmo e melodia, estimula o sistema vestibular e coclear (Michels, 2001). A aprendizagem de padrões rítmicos está localizada no hemisfério direito do cérebro ou hemisfério da Gestalt, a par com outras actividades que se prendem com a imagem, as emoções, a cor, o tacto, a cinestesia, a espontaneidade e a intuitividade, enquanto o hemisfério lógico ou esquerdo estaria associado às operações lógicas, nomeadamente, à matemática, linguagem, pensamento abstracto e à noção de tempo e notas musicais (Hannaford, 1997; cit. Michels, 2001). A designação de hemisfério gestalt e hemisfério lógico prende-se com o mesmo conjunto de funções estarem presentes tanto no hemisfério direito ou esquerdo consoante as pessoas (Michels, 2001). Ambos os hemisférios comunicam através do corpo caloso, sendo que uma boa comunicação entre ambos seja determinante para a integração do pensamento (Michels, 2001). Hannaford (1997; cit. Michels, 2001) sustenta que ambos os hemisférios apresentam todas as funções, até que a especialização comece. Por outro lado, Altenmuller (2000) refere que as estruturas de tempo são processadas no lobo temporal esquerdo, ao passo que as estruturas tonais são processadas ao nível do lobo temporal direito. No entanto, Bradshaw (1997) defende que o hemisfério direito não deve ser conceptualizado como o hemisfério dominante na música, defendendo uma assimetria inter-hemisférica, dependendo da forma como a informação musical for processada, de acordo com o tipo de aprendizagem e seu impacto ao nível das estruturas cerebrais. Por outras palavras, a forma como a informação musical é processada pode ser determinante na mediação hemisférica, podendo cada hemisfério operar de acordo com a sua especialização.

Com efeito, verificam-se modificações da neuroquímica e neuroanatomia do cérebro, isto é, determinadas áreas cerebrais envolvidas no processamento e tarefas musicais são maiores e mais activas numa amostra de músicos, comparativamente a uma amostra de adultos sem treino musical (Santos-Luiz, 2007). Por exemplo, o corpo caloso anterior dos músicos é significativamente maior num grupo de músicos comparativamente a um grupo de não-músicos (Lee, Chen, & Schlaug, 2003; Schlaug, Jancke, Huang, & Steinmetz, 1995). Por outras palavras, podemos dizer que as conexões inter-hemisféricas são superiores nos músicos, sobretudo quando estes iniciam o treino musical antes dos 7 anos (Stewart, 2008). Vários autores referem que a actividade musical implica a activação do hemisfério direito e esquerdo simultaneamente, o que não acontece noutras actividades (Foundation For Universal Music Literacy, *s.d.*). Esta activação facilitaria a aprendizagem de disciplinas como a matemática, a leitura e a escrita (Roehmann, 1988).

Han e sua equipa (2009) realizaram um estudo através de técnicas de neuro-imagem (fMRI) que evidenciou um aumento da densidade da substância cinzenta (córtex sensório-motor esquerdo) e a integridade da substância branca (limbo posterior da cápsula interna direita) num grupo de músicos profissionais comparativamente a um grupo sem treino musical. As áreas cerebrais envolvidas incluem as áreas sensório-motoras do córtex cerebral esquerdo e o cerebelo. Estes resultados indicam que a aprendizagem de piano a longo-prazo pode conduzir a uma adaptação da substância cinzenta e da substância branca nas regiões

cerebrais circundantes. Han e seus colaboradores (2009) demonstraram ainda uma redução da densidade de substância cinzenta no córtex cingular anterior e na região orbital direita do córtex frontal. Esta diminuição da substância cinzenta nos músicos não tinha sido ainda reportada adiantando-se uma hipótese que considera que os pianistas se envolvem menos em actividades não-musicais. Também outros dois estudos demonstraram de forma consistente um aumento da densidade da substância cinzenta no córtex sensorio-motor bilateral primário e no cerebelo bilateral de músicos profissionais (Gaser & Schlaug, 2003; Schlaug, Norton & Overy, 2005). Stewart (2008) localiza o aumento da substância cinzenta no giro anterior medial de Heschl.

Quando um músico actua existem, pelo menos, três funções básicas de controlo motor que são requeridos: o tempo, a sequenciação e a organização espacial do movimento. O estudo da produção musical requer que estes sistemas sejam estudados de forma integrada, sendo disso exemplo o modelo sistemático de integração sensorio-motora (Zatorre, Chen, & Penhune, 2007). Alguns estudos sugerem que a actividade do cerebelo e a gânglia basal possam estar implicadas em tarefas perceptivas e motoras que envolvem o tempo. A sequenciação tem sido estudada em contexto musical, sendo demonstrado que tarefas mais complexas requerem a actividade da gânglia basal, do córtex dorsal pré-motor (dPMC) e do cerebelo (Zatorre et al., 2007). Por outro lado, a actuação de um músico profissional requer precisão na organização espacial de movimentos. A interacção entre o sistema auditivo e motor pode ser conceptualizada por dois tipos de processamento: *feedforward* (e.g. doença de Parkinson) e *feedback* (e.g. tocar violino). Por exemplo, os estímulos auditivos rítmicos têm sido eficazes em estimular a locomoção em doentes com Parkinson e após acidentes cardiovasculares (*feedforward*). Estudos a partir de neuro-imagem funcional evidenciam a coactivação das áreas auditivas e motoras durante a audição passiva e activa de música – activação do córtex motor primário (Azizi, 2009; Stewart, 2008).

Por outro lado, a *performance* musical é sensível à idade de início do treino musical. Assim, podemos afirmar que existem determinados períodos que facilitam a aprendizagem de habilidades musicais, com implicações positivas noutras áreas de aprendizagem. Para além disso, Stewart (2008) menciona a existência de diferenças significativas entre as estruturas cerebrais de músicos profissionais que iniciam a sua aprendizagem antes dos 7 anos e depois dos 7 anos. Paralelamente, podemos afirmar que a cada instrumento corresponde um domínio de especialização cerebral, assim como as habilidades num instrumento específico não parecem ser determinadas por capacidades inatas mas adquiridas com a prática (Stewart, 2008). Por outro lado, os pianistas apresentam uma maior sensibilidade táctil, comparativamente com adultos sem treino musical, quando tida em conta a duração do treino diário.

O modelo triónico de Leng e Shaw (1991) defende que ouvir e aprender música podem potenciar o funcionamento cerebral. O modelo triónico e outras teorias neurocientíficas vão mais além ao salientarem que existe uma interacção especial entre a música e a actividade cerebral. As teorias da transferência proximal são mais modestas pois referem que a aptidão musical e o raciocínio espacial-temporal implicam habilidades cognitivas semelhantes, desacreditando que a aptidão musical seja o factor único no desempenho superior de

habilidades visuo-espaciais (Crnec, Wilson, & Prior, 2006; Rauscher, 2002; Schellenberg, 2001). Leng e Shaw (1991) demonstram que o desenvolvimento neuronal é potenciado pela experiência musical quando esta ocorre numa fase precoce da vida. Partindo do modelo triónico, Rauscher e seus colaboradores (1998) sugerem que a música e a matemática estão interligadas, especialmente no que toca aos processos cognitivos espaciais, partindo de estudos empíricos que se debruçam sobre o raciocínio espacial-temporal. Com efeito, já que a notação musical é essencialmente espacial, a prática musical promoveria o desempenho ao nível do raciocínio espacial-temporal. Os teclistas ao apresentarem uma capacidade visuo-motora mais desenvolvida na leitura vertical e horizontal das peças transfeririam essa habilidade para outras áreas (Rauscher et al., 1995, 1997). A capacidade para ler música parece localizar-se no córtex frontal inferior esquerdo, partindo de estudos com músicos e não músicos, em que os primeiros apresentam uma maior quantidade de substância cinzenta nesta área, para além de activarem esta zona noutras tarefas que envolvem sequências (Stewart, 2008). Para além disso, existem outras áreas cerebrais envolvidas na leitura de peças musicais, designadamente, o córtex parietal superior (e.g. melodia) e o córtex temporal (e.g. ritmo).

Por outro lado, os estudos de Schmithorst e Holland (2004) demonstraram uma associação entre a aprendizagem musical e o desempenho na matemática, sobretudo na optimização da memória a curto-prazo e da representação abstracta das quantidades numéricas, através das técnicas de Ressonância Magnética Funcional (fMRI). A Tabela 1.1 apresenta as estruturas cerebrais de intersecção implicadas em tarefas musicais e matemáticas.

Tabela 1.1 – Áreas cerebrais de músicos implicadas em tarefas de aritmética (Schmithorst & Holland, 2004)

Matemática	Implicações
Aumento da activação do córtex prefrontal e giro fusiforme esquerdo.	Melhor performance da memória de trabalho semântica implicada na resolução de conflitos. Proficiência no processamento das informações relacionadas com a forma (experiência na leitura e interpretação da notação musical).
Diminuição da activação das áreas associativas do córtex visual e do lóbulo parietal inferior esquerdo.	Representação dos números e das fracções mais abstracta – estratégias visuais de cálculo mental (menos estratégias verbais ou procedimentos de cálculo habituais).

Com efeito, se compararmos um grupo de crianças com e sem treino musical, verificamos que, no primeiro grupo: (i) as áreas motoras apresentam uma actividade superior; (ii) o corpo caloso é maior; e (iii) a região auditiva primária direita é também superior, comparativamente ao segundo grupo (Olson, 2010). As diferenças entre as crianças do grupo músicos são mais pronunciadas em função do número de horas de treino semanal, designadamente, entre os que praticam pouco (e.g. uma a duas horas) e os que praticam mais tempo (e.g. três a cinco horas) (Olson, 2010).

1.2.2 Estudos relacionados com a aptidão musical e outras habilidades cognitivas

Quando Gordon criou os testes de aptidão musical “*Musical Aptitude Profile*” e “*Primary Measures of Music Audiation*” estava interessado em estabelecer a validade de constructo destas medidas. Ele encarava a música como uma aptidão sem qualquer relação com a inteligência geral e o desempenho acadêmico. A correlação encontrada entre a aptidão musical, o QI e as habilidades acadêmicas demonstrou ser fraca ($r^2=.16$; Gordon, 1987), enquanto a correlação entre a aptidão musical e as competências acadêmicas básicas foi apenas moderadamente mais elevada ($r^2=.31$; Gordon, 1965).

Contudo, Doxey e Wright (1990) vêm contradizer estes resultados defendendo que a audiação, criatividade e habilidades cognitivas estão correlacionadas, sendo que o desenvolvimento de uma destas aptidões potencia o desenvolvimento de outras. Também, Demorest e Morrison (2000) afirmam que tem havido resultados positivos que associam a música ao desenvolvimento da inteligência geral. Schellenberg (2004) quis comprovar se as aulas de música potenciavam a inteligência geral. Para isso constituiu uma amostra de crianças com seis anos de idade distribuídas por 4 grupos de formação: aulas de teclado, aulas de voz, aulas de teatro e outro grupo sem aulas. As aulas foram leccionadas em grupo por um período de 36 semanas. Foi utilizada a Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças, 3ª Edição (WISC-III; Wechsler, 1991), sendo que os resultados do QI aumentaram do período pré-teste para o pós-teste em todos os grupos. Contudo, o autor verificou que o grupo músicos conseguiu um aumento mais significativo na pontuação do QI comparativamente ao grupo de teatro e ao grupo sem aulas. A dimensão do efeito foi média ($d=.35$). Crnec e colaboradores (2006) consideram que o autor não foi muito correcto quando desvalorizou o impacto das aulas de teatro comparativamente às aulas de música, uma vez que ambos os grupos apresentaram resultados semelhantes (aumento de cerca de 5.1 e 6.1 pontos no QI, respectivamente). O autor sugere que as aulas de música melhoram o QI, uma vez que proporcionam aos participantes experiências educativas adicionais.

Schellenberg (2001) havia sugerido anteriormente que o impacto da aprendizagem musical dependia de alguns factores, nomeadamente, as horas de prática individual, a atenção e a motivação. Esses factores eram capazes de possibilitar uma maior transferência ao nível do conhecimento e motivação para outras áreas. Schellenberg (2004) acrescenta ainda que as aulas de música podem potenciar determinados domínios cognitivos como a linguagem, a matemática e as habilidades visuo-espaciais. A formação musical pode ainda impulsionar habilidades do sistema auditivo, maior sensibilidade a sinais e informações do tipo gestálticas e habilidades motoras finas que, por sua vez, podem ser transferidas para domínios cognitivos não-musicais. A aprendizagem musical parece também potenciar determinados domínios cognitivos na infância que se pensa terem repercussões ao longo da vida (Cunha, 2007). Entre esses domínios destacamos a capacidade de manter a atenção focada por períodos de tempo longos, a prática diária, a leitura de notação musical, a memorização de trechos musicais extensos e a perícia técnica e motora (Schellenberg, 2004). Billhartz, Bruhn e Olson (1999) defendem ainda a possibilidade de existir uma associação significativa entre a idade de início dos estudos em música e o desenvolvimento cognitivo em habilidades não-musicais em crianças.

Ruthsatz, Detterman, Griscom e Cirullo (2007) estudaram o impacto dos factores ambientais e o talento musical em estudantes de música. Os autores compararam os níveis das provas auditivas e da performance instrumental com a escala de avaliação da aptidão musical, a *Advanced Measures of Music Audiation* (AMMA, Edwin Gordon) e o Teste das Matrizes Progressivas de Raven. A partir deste estudo, os autores concluíram que os alunos com um número de anos de treino musical superior apresentavam índices de inteligência geral mais elevados. No entanto, os factores de inteligência e audição musical eram mais preponderantes no grupo de alunos que actuava comparativamente aos alunos que praticavam isoladamente o seu instrumento. A perspectiva multifactorial é considerada por estes autores a melhor forma de explicar a aquisição de conhecimentos musicais.

Cunha (2007) desenvolveu um estudo relativamente a um instrumento para a avaliação da capacidade do processamento auditivo com estímulos musicais, tendo por base os pressupostos teóricos da inteligência de Cattell-Horn-Carroll. A inteligência fluida, a inteligência cristalizada e o processamento auditivo foram avaliados partindo de tarefas de raciocínio indutivo com conteúdo musical. A autora concluiu que existiam diferenças significativas entre os grupos de músicos amadores e leigos. Contudo, não foi possível verificar se esses resultados se referiam ao investimento actual em estudos de música (nº de horas semanais) ou a um investimento mais a longo prazo (nº anos de estudo e idade de início). Contudo, a associação entre o desempenho nas provas e o nível de conhecimento dos participantes pode ser considerado bastante representativo.

Helmbold e colaboradores (2005) realizaram um estudo em que compararam a inteligência geral num grupo de músicos e não-músicos a partir do teste t de Student. Os músicos apresentavam um desempenho superior em apenas dois testes, designadamente, a flexibilidade de fechamento e a velocidade perceptual (testes que medem a habilidade visuo-espacial (Gv)). Estes resultados colocam a hipótese que estas duas habilidades possam representar aspectos cruciais do processamento de informação musical, tais como o reconhecimento rápido de símbolos musicais ou estruturas. Por outro lado, a comparação entre subgrupos da amostra de músicos evidenciou que os resultados mais elevados nos subtestes não correspondem apenas ao envolvimento em actividades musicais, mas a alguns pré-requisitos ou até mesmo a componentes da habilidade musical. Paralelamente, realizou-se uma análise comparativa entre dois subgrupos da amostra de músicos relativamente ao tipo de instrumento musical de formação. Helmbold e a sua equipa (2005) concluíram que não existiam diferenças entre pessoas que tocam um instrumento de teclado e as pessoas que tocam outro tipo de instrumento.

O estudo de Bilhartz e seus colaboradores (1999) debruçou-se sobre a relação entre o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a participação no ensino musical com crianças entre os 4 e os 6 anos (N=71). Para isso, recorreu-se a seis subtestes da Escala de Inteligência Stanford-Binet (SB; 4ª Edição) e ao *Young Child Music Skills Assessment* (MSA). Metade dos sujeitos participaram em sessões de treino musical, que envolviam os pais, durante um período de 30 semanas. Ambas as escalas revelam uma correlação significativa entre os

resultados nos testes e o treino musical. Para além disso, o treino musical influenciou os resultados num subteste de memória da escala SB, quando controlados alguns parâmetros como o género, a etnia, as habilitações académicas dos pais e o nível sócio-económico (NSE). O estudo sugere ainda uma correspondência entre o treino musical precoce e as habilidades de raciocínio espacial-temporal.

1.3 Música e desempenho académico

Existem cada vez mais evidências que sugerem que a música e a arte não são meros vestígios evolucionários de comunicação dos primatas, mas desempenham um papel significativo na aceleração e evolução cultural e cerebral (Azizi, 2009). A música é um mecanismo estimulante do sistema nervoso que não tem apenas a capacidade para evocar um espectro de emoções e promover a comunicação e acção de indivíduos e grupos como também pode deixar uma marca no sistema nervoso dos indivíduos (Azizi, 2009). No entanto, Gardner destaca a desvalorização cultural a que é votada a música, especialmente se considerarmos a preponderância e ênfase na aquisição e desenvolvimento de habilidades linguísticas e lógico-matemáticas (Cunha, 2007). Há várias décadas, países como a Hungria, Holanda e Japão apostaram na educação musical, instrumental e vocal, no ensino primário e básico. Estes países estão no topo mundial da realização científica, pondo em causa a aposta exclusiva em disciplinas como a matemática, a ciência, o vocabulário e a tecnologia em sistemas educativos como o americano (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IAEEA) Test, 1988; cit. Foundation For Universal Music Literacy, s.d.*). Gasta-se cerca de 29 vezes mais na ciência do que na arte, o que segundo Paul Harvey conduz ao embaraço intelectual universal (cf. *Foundation For Universal Music Literacy, s.d.*).

Hodges e O'Connell (2005) salientam a presença de determinadas circunstâncias para que a aprendizagem musical tenha um impacto mais pronunciado no desempenho académico. Alguns autores destacam a necessidade de se realizarem mais estudos que sustentem a correspondência entre treino musical e sucesso académico (Demorest & Morrison, 2000; Gouzouasis et al., 2007; Hodges e O'Connell, 2005). Na prática profissional, os professores de música observam que os alunos com melhores resultados académicos são também os melhores na música (Demorest & Morrison, 2000). Para além disso, estes professores verificam que, acima de tudo, a participação musical não interfere com o desempenho académico. Pelo contrário, os alunos que frequentam o ensino vocacional artístico há mais tempo apresentam um desempenho académico médio superior. O percurso até à excelência académica parece assim envolver múltiplos caminhos (Demorest, & Morrison, 2000). Gouzouasis e a sua equipa (2007) demonstraram também que o tempo dedicado à aprendizagem musical não prejudica o desempenho escolar, podendo inclusive conduzir à excelência académica. Tocar um instrumento numa banda envolve a aquisição de habilidades cognitivas complexas e competências sociais e emocionais determinantes na vida social como a cooperação, persistência e motivação.

Os sujeitos que se envolvem em actividades musicais em grupo aprendem assim a apoiarem-se uns nos outros, mantendo um compromisso dirigido aos objectivos do grupo. Verificamos que, se considerarmos apenas o grupo de músicos, os alunos do ensino básico e secundário envolvidos em bandas musicais apresentam resultados superiores em testes estandardizados. É consensual considerar-se que a participação em bandas promove a auto-estima, auto-confiança e sentido de realização (Foundation For Universal Music Literacy, *s.d.*). Paralelamente, é interessante notar a este nível algumas diferenças entre os alunos ocidentais e africanos quando improvisam, isto é, enquanto os primeiros são movidos por uma atitude mais individualista, os segundos têm uma tendência mais cooperante (Matare, 2009).

Acima de tudo, os estudantes do ensino vocacional de música podem ter uma atitude mais positiva para com a escola e a aprendizagem em geral. Tocar um instrumento pode ainda atrair os estudantes de sucesso. Estudos evidenciam que o envolvimento na música e nas artes em geral apresentam benefícios pessoais, sociais e motivacionais, nomeadamente o aumento da auto-estima, a diminuição da agressividade e do comportamento anti-social e um aumento de comportamentos pro-sociais (Costa-Giomi, 2004). O estudo de Costa-Gomi (1999) demonstrou que a frequência de três anos de piano aumentava a auto-estima, sendo que estes resultados não estavam associados à proveniência da família, ao sexo, estrutura familiar ou tipo de emprego parental. Também, a Foundation For Universal Music Literacy (*s.d.*) referem que os estudantes do ensino vocacional de música são emocionalmente mais saudáveis, mais seguros e têm ainda menos problemas com o álcool, comparativamente a um grupo sem treino musical.

Gouzouasis e a sua equipa (2007) estudaram a relação entre a aprendizagem musical e o desempenho académico de estudantes do ensino complementar e secundário, respectivamente. As disciplinas consideradas neste estudo foram o inglês, a matemática e a biologia. As correlações entre a frequência do ensino musical e o desempenho na matemática e biologia apresentaram uma dimensão do efeito média ($r=.22$; $r=.26$, respectivamente). A correlação entre a música e o inglês apresentou uma dimensão do efeito pequena ($r=.16$). Os autores utilizaram o teste t-Student para amostras independentes, evidenciando um padrão consistente de diferenças entre o grupo músicos e não-músicos. Na disciplina de matemática esta diferença apresentou mais 10 pontos percentuais comparativamente a outras disciplinas com uma dimensão de efeito substancial ($d=.38$ a $.61$). Este estudo sugere que existem habilidades comuns especificamente associadas ao desempenho na matemática e biologia, contrariamente à tendência evidenciada no inglês.

Outros estudos destacam ainda os resultados superiores de alunos do ensino vocacional de música, nos subtestes verbais (51 pontos) e de matemática (41 pontos) da escala “*Scholastic Assessment Test*” (SAT) (cf. Demorest & Morrison, 2000). Podemos afirmar que a presença de resultados superiores no SAT dos alunos com treino musical tomou em consideração o nível sócio-económico (NSE) (Foundation For Universal Music Literacy, *s.d.*). Por outro lado, quanto maior o número de anos de frequência do ensino vocacional de música, melhor o desempenho nestes subtestes para a mesma escala. Do mesmo modo, alguns estudos conduzidos pela Universidade da Geórgia e Texas concluíram que existiam correlações positivas e significativas entre o

número de anos de treino musical e o desempenho académico na matemática, ciência e escrita (Foundation For Universal Music Literacy, s.d). Mais uma vez, podemos apontar aqui a importância de características pessoais, em vez de considerarmos apenas o factor música *per se*. Para além disso, a atitude e encorajamento dos pais relativamente à aprendizagem musical está significativamente associada às habilidades cognitivas e criativas da criança (Gouzouasis et al., 2007).

Gouzouasis e colaboradores (2007) alertam para que as diferenças entre grupos possam ser atribuídas a um fenómeno de auto-selecção. Por outras palavras, seriam os alunos de maior sucesso académico a disponibilizarem-se a realizar os exames implicados na participação destes estudos. Contudo, o padrão de resultados dos alunos de música é diferente do padrão evidenciado pelos alunos de artes visuais, sugerindo que as diferenças entre grupos sejam atribuídas especificamente à frequência do ensino vocacional de música. Para além disso, o padrão de resultados evidenciado neste estudo é semelhante a outros (cf. Butzlaff, 2000; Vaughn 2000).

Por outro lado, Crncec e colaboradores (2006) salientam que existem poucas evidências que consideram as aulas de música como uma vantagem sobre outros tipos de educação extracurricular. A supremacia da música pode ter ocupado uma posição injusta na investigação das últimas décadas face a outros domínios artísticos e não-artísticos. Há semelhança do que acontece no ensino vocacional de música foram encontrados resultados semelhantes noutras áreas artísticas, nomeadamente, o Teatro (cf. Demorest & Morrison, 2000). Tendo por referência a escala "*Scholastic Assessment Test*" (SAT), os resultados nos subtestes verbal e numérico foram inclusive superiores aos resultados no grupo de Música. Para além disso, os alunos que frequentavam aulas de língua estrangeira por um período de tempo maior apresentavam melhores resultados comparativamente a ambos os grupos de artes (cf. Demorest & Morrison, 2000). Butzlaff (2000) salienta ainda uma associação entre a música e os resultados de subtestes verbais e de leitura standardizados.

Sob outro ponto de vista, Hedden (1982) demonstrou que o desempenho académico era o melhor preditor do desempenho na música, através de uma análise de regressão múltipla ($R^2=0.25$, $n=79$ numa escola; $R^2=0.41$, $n=65$ noutra escola). No entanto, a relação entre música e desempenho académico parece ser simétrica, pelo que compreende também a influência da aprendizagem musical no desempenho académico. Catterall e sua equipa (1999) e Burton e seus colaboradores (1999) encontraram evidências que consideraram o ensino artístico como um aliado do desempenho académico. Neste sentido, as crianças que frequentavam o ensino artístico durante, pelo menos, 5 anos, apresentavam resultados académicos superiores (Catterall et al., 1999). O sucesso académico é mais pronunciado quanto maior o tempo de frequência deste tipo de ensino (Catterall et al., 1999).

Com efeito, os estudos indicam que os alunos que frequentam o ensino vocacional de música ou outro tipo de ensino artístico de uma forma continuada no tempo apresentam melhores resultados académicos. Assim, os alunos de maior sucesso académico valorizariam a aprendizagem musical, sendo os mais bem sucedidos aqueles que despendiam mais tempo nesta actividade (Demorest, & Morrison, 2000).

Por outro lado, podemos ainda acrescentar que a utilização de música na sala de aula não demonstrou ser eficaz no desempenho cognitivo e académico. Contudo existem resultados contraditórios, uma vez que programas como o *“Spark the mind”* promoveram a aprendizagem dos conceitos matemáticos, sobretudo, a tabuada, através da criação de canções hip-hop. A Universidade de Toledo, no Ohio, concluiu que as canções *“Smart Shorties”* não só promoviam a aprendizagem da tabuada tendo em conta um grupo de controlo, como essa aprendizagem era mais rápida (Barker, 2008). O estudo foi realizado em escolas elementares desfavorecidas da cidade de Washington (Barker, 2008). Também, a audição de música mais calma parece facilitar a concentração e redução da ansiedade em crianças do ensino especial. Podemos ainda mencionar um outro estudo em que os alunos com pior desempenho académico apresentaram melhores resultados num teste estandardizado após setes meses de aulas de música e arte. Este grupo conseguiu alcançar os restantes alunos na leitura, ultrapassando em 22% os colegas na disciplina de matemática. Estes resultados foram superiores no segundo ano do projecto. Para além disso, os professores assinalaram melhorias na atitude e comportamento dos alunos na sala de aula (Foundation For Universal Music Literacy, s.d.).

Por outro lado, não nos podemos esquecer de outras variáveis como o tamanho das turmas e a especialização dos professores que certamente contribuirão para o desempenho académico dos alunos nas diferentes disciplinas (Crncec et al., 2006).

Apesar de tudo, além das disciplinas convencionais como a aritmética, a leitura e a escrita, faria sentido integrar uma componente de ensino artístico mais especializado nas escolas públicas portuguesas, designadamente aulas de instrumento musical. As aulas de instrumento poderiam ser leccionadas em conjunto à semelhança do que acontece numa escola da região de Lisboa e Vale do Tejo, a Escola EB 2/3 Luís António Verney. Esta solução constituía uma mais-valia especialmente nos alunos com mais dificuldades económicas e de aprendizagem.

1.3.1 Música e Matemática

“A música é um exercício oculto de aritmética de uma alma inconsciente que lida com números”.

Leibniz (1701; cit. Francisco Rodrigues, 2005)

A literatura é unânime nas afinidades que se estabelecem entre a matemática e a música como promotoras do sucesso académico. No período helénico, a música fazia parte dos programas da escola de Pitágoras e era ensinada a partir de conceitos matemáticos, nomeadamente a relação entre números, rácios e proporções, estando a par com as disciplinas de aritmética, geometria e astronomia (Beer, 2005). Para além da influência da matemática na afinação e criação da escala temperada ocidental com J. S. Bach no período

Barroco, a importância desta disciplina na música manifesta-se especialmente ao nível do ritmo e da melodia, ou seja, na forma como as notas se sucedem na sua relação com o tempo. Aqui, podemos observar a partir de algumas obras musicais a presença de conceitos matemáticos, aritméticos e geométricos, nomeadamente a sequência de Fibonacci e a secção dourada utilizadas para criar mudanças rítmicas e desenvolver linhas melódicas. Este fenómeno está patente na peça *“Music for Strings, Percussion and Celeste”*, de Béla Bartók, no terceiro andamento intitulado *“Aleluia”* da oratória *“Messias”* de Handel, e em grande parte das sonatas de Mozart para citar alguns exemplos (Beer, 2005).

De acordo com o *“National Council of Teachers of Mathematics” (NCTM)*, podemos verificar que a música aparece associada à matemática, sobretudo no que toca à aritmética, à geometria e à trigonometria. A Tabela 1.2 e 1.3 explicitam as relações que podemos estabelecer entre a matemática e a música (Beer, 2005; Kells, 2008; Santos-Luiz, 2007).

Tabela 1.2 – Associação genérica entre as disciplinas de matemática e música (Beer, 2005; Santos-Luiz, 2007).

Matemática	Música
Conceitos matemáticos	Melodia e ritmo
Operações aritméticas (divisão, multiplicação, adição, funções algébricas), trigonometria e geometria.	Notação musical: conceito de tempo (duração das notas, tipo de compasso), ritmo (pulsação, compassos), altura (claves, frequência do som), dinâmicas - geometria da música.
Padrões matemáticos, motivos, “frisos” (tipo de simetrias), ideias geométricas	Composições: Non vos relinquam orphanos, Byrd; fugas de J.S. Bach; le courlis cendré from the Catalogue d’oiseaux, Messian;
A sequência de Fibonacci e a secção dourada	Composições: sonatas de Mozart, para piano.
Proporções, relações numéricas, integrais, algoritmos	Notas, intervalos, escalas, harmonia (consonante e dissonante), afinação, escala temperada.

Tabela 1.3 – Associação entre as disciplinas de matemática e música em idades pré-escolares (NCTM; cit. Kells, 2008)

Matemática	Música
Números e operações: compreensão de números inteiros, incluindo conceitos como o de correspondência, cálculo, cardinais e comparação.	Relacionada com a dimensão temporal na música (padrões rítmicos e pulsações; contagem de tempos)
Geometria: identificação de formas e análise de relações espaciais.	Relacionada com as diferentes alturas das notas e organização de padrões melódicos.
Medida: identificar atributos de medida, comparando objectos a partir desses atributos.	Tonalidade Dinâmicas

Segundo a *Foundation For Universal Music Literacy* (s.d.), os alunos de piano estão melhor preparados para compreenderem os conceitos matemáticos e científicos. A música facilita o processamento cognitivo ao nível do raciocínio abstracto, lógico e espacial, mas também o raciocínio proporcional. O raciocínio proporcional aparece associado a operações matemáticas como as fracções, conhecimentos que estão na base de algumas dificuldades nos pré-requisitos ao ensino superior de matemática. Contudo, estudos salientam que os alunos

que aprendiam esses conceitos matemáticos a partir da notação rítmica musical apresentavam resultados 100% superiores nos testes de frações do que aqueles que adquiriam essas competências de um forma convencional (Foundation For Universal Music Literacy, s.d.).

Santos-Luiz (2007) pretende contribuir para a compreensão da relação entre matemática e música, debruçando-se especificamente sobre o impacto da aprendizagem musical no desempenho a matemática. O autor reporta-se à literatura em três subtemas, nomeadamente: (i) música e matemática; (ii) música, raciocínio espacial-temporal e desempenho na matemática; e (iii) música e cérebro. Segundo Santos-Luiz (2007), a música potencia o desenvolvimento de habilidades implicadas na matemática, desde pequenas adições até funções mais complexas, já que os conceitos matemáticos estão relacionados com a sintaxe musical de acordo com a designação atribuída por Edwin Gordon.

Shaw (2000) vai mais além ao afirmar que a música é uma porta de acesso a funções cerebrais superiores. No “*Musical Intelligence Neural Development Institute*” (MIND, 2004), os investigadores exploram as relações entre a aprendizagem musical e a inteligência ao nível do pensamento matemático. Também o “*National Institute on Early Childhood Development and Education*” refere que ouvir e produzir música estimulam e activam o cérebro da pessoa a um nível superior, da mesma forma que a resolução de problemas na matemática aumenta a activação cerebral (Goodrum, 2003).

Se considerarmos alguns estudos ao nível da aritmética, deparamo-nos com resultados contraditórios. Por exemplo, o estudo longitudinal de Rauscher e LeMieux (2003) com crianças com dificuldades económicas concluiu que os alunos que recebiam lições de teclado apresentavam melhores resultados num exame estandardizado de matemática. Por outro lado, Costa-Gioni (2004) concluiu que a frequência de três aulas semanais de piano em crianças não afectava o desempenho no mesmo tipo de provas.

Contudo, vários estudos demonstram que a matemática e a música apresentam uma correlação positiva ao nível do raciocínio espacial-temporal implicado na aprendizagem de conceitos matemáticos e sugerem que aprender um instrumento potencia o desempenho na matemática (cf. Santos-Luiz, 2007). Estudos muito anteriores confirmam a associação entre matemática e música (cf. Beer, 2005). Henle (1996) salientou que mais de 11% dos licenciados em matemática tinham um curso de música. Também Catterall et al. (1999) referia que os alunos com níveis de *performance* instrumental superiores apresentavam resultados superiores na disciplina de matemática comparativamente com os pares não-músicos.

O programa “*Spatial Temporal Math + Musik*” (*M+M*), do Instituto de Educação “*Music Intelligence Neural Development*” na Universidade de Irvine, Califórnia (MIND Institute, 2004) conjuga a aprendizagem da matemática com alguns exercícios de raciocínio espacial-temporal e o treino musical num teclado. Uma das grandes dificuldades dos alunos prende-se em relacionar as representações da linguagem analítica com os problemas espaciais e temporais. Este programa concebeu um jogo de computador que introduziu a linguagem analítica às crianças. Martinez e colaboradores (2005) estudaram o impacto do programa *M+M* do Instituto *MIND*, a partir do teste Stanford 9 e “*Computerised adaptive testing*” (CAT 6). A utilização de testes

psicométricos como o Stanford-Binet, o SAT 9 e o CAT 6 é comum nos estudos que relacionam o desempenho acadêmico na matemática com a aprendizagem musical. Estudos comprovam a correlação da Escala de Inteligência de Stanford-Binet com a WISC-III (Luckens & Hurrell, 1998). Em primeiro lugar, foram introduzidos às crianças exercícios de raciocínio espacial-temporal. Posteriormente, as crianças aprenderam os conceitos matemáticos nas aulas, estabelecendo uma interligação entre o raciocínio espacial-temporal e a linguagem analítica matemática. Com efeito, os estudos no âmbito da integração do programa MIND demonstraram que o grupo experimental apresentou resultados mais elevados no subteste de Matemática de Stanford-Binet comparativamente ao grupo de controle. Martinez e sua equipa (2005) concluíram que este programa permitia otimizar o desempenho na matemática. Podemos destacar outros programas semelhantes, nomeadamente, o “*Kindermusik for the Young Child*” e o “*ABC, Music & Me*” (Kells, 2008). A aprendizagem da notação musical é essencialmente espacial, pelo que as crianças que apresentam dificuldades na conceptualização da linguagem analítica implícita à matemática podem ter aqui uma vantagem. As correlações mais significativas encontradas estão relacionadas com o desempenho acadêmico na matemática, sobretudo se considerarmos a implicação do raciocínio espacial temporal (Hetland, 2000).

Com efeito, a aprendizagem musical aparece também associada à optimização do desempenho ao nível do raciocínio espaço-temporal e matemático em crianças e adolescentes (Santos-Luiz, 2007). Gouzouasis e colaboradores (2007) vêm também confirmar a associação entre as competências musicais e as habilidades presentes na matemática. No entanto, uma meta-análise sugere a realização de mais estudos, já que se verifica um impacto médio na associação destas habilidades noutros estudos (Crncec et al., 2006; Vaughn, 2000).

A *American Music Conference* anunciou, em 1997, que o treino musical no teclado tinha um impacto superior relativamente ao treino de determinadas habilidades cognitivas através do computador. O raciocínio espacial temporal envolve funções cerebrais superiores implicadas na resolução de problemas de matemática e científicos complexos. Os resultados apontam um desempenho 48% superior nos alunos com treino musical mas, apenas, em tarefas que envolvem o raciocínio espacial. Assim, o grupo de músicos que recebeu instrução musical no teclado demonstrou resultados superiores apenas numa tarefa de composição de objectos. Os resultados devem então ser interpretados com cuidado, uma vez que completar puzzles não é necessariamente o mesmo que ser bom a matemática (Demorest & Morrison, 2000).

1.3.2 Raciocínio espacial-temporal

"Music is a manifestation of hidden mathematics". Goldbach (1690–1764; cit. Karatsuba, 2009)

Entre as habilidades cognitivas implicadas na matemática destacamos o raciocínio espacial e temporal dada a sua inter-relação com a aprendizagem musical (Hetland, 2000). O raciocínio espacial-temporal é basicamente um raciocínio proporcional (fracções, rácios, proporções, espaço e tempo), considerado um obstáculo no ensino elementar de matemática e ciência (Foundation For Universal Music Literacy, s.d.).

Parece assim existir uma correspondência entre a inteligência musical e o raciocínio espacial. As competências espaciais-temporais adquiridas na aprendizagem musical beneficiam aparentemente as tarefas espaciais-temporais na matemática (Costa-Giomi, 1999; Rauscher, 2003). Bilhartz e sua equipa (1999) estudaram a relação do raciocínio espacial com as habilidades musicais, definindo o primeiro constructo como a habilidade para manter imagens mentais sem a ajuda de um modelo físico e combinar ou organizar essas imagens mentalmente. Este processo estaria envolvido em actividades mentais complexas e na performance de tarefas musicais (cit. Cunha, 2007). Tocar uma música envolve a reestruturação de um padrão espaço-temporal em que os elementos não são peças de um *puzzle*, mas notas de diferentes alturas e duração (Santos-Luiz, 2007). Podemos verificar a importância do raciocínio espaço-temporal numa série de operações matemáticas referenciadas em diversos estudos (Costa-Giomi, 1999; Graziano et al., 1999; Hetland, 2000; Martinez et al., 2005; Rauscher & Zupan, 2000; Santos-Luiz, 2007; Vaughn 2000). Também Deasy (2002) põe em evidência que o desempenho na matemática está relacionado com o desenvolvimento do raciocínio espacial-temporal. O subteste Composição de Objectos da Escala de Inteligência de Wechsler para Idade Pré-Escolar e Primária, Edição Revista (WPPSI-R) foi considerado um bom exemplo de uma prova de raciocínio espaço-temporal (Hetland, 2002). Outro estudo a este nível demonstrou que as crianças que tinham aulas de piano apresentavam um desempenho 34% superior nos testes que medem o raciocínio espacial-temporal comparativamente aos que têm aulas de canto e aulas privadas de computador (Foundation For Universal Music Literacy, s.d.).

Por outro lado, estes estudos da Universidade de Irvine na Califórnia conduziram a resultados como o designado *"efeito Mozart"* (Rauscher, Shaw, & Ky, 1993). Outros estudos (e.g. Rauscher, Shaw, & Ky, 1993; Rauscher, Shaw, Ky, & Wright, 1994), partindo de uma amostra de 10 crianças com 10 anos de idade, sustentam que as competências em tarefas espaciais-temporais melhoram após a audição de 10 a 15 minutos de uma sonata de Mozart para piano ou outra peça musical semelhante. Com efeito, Rauscher e sua equipa (1995) concluíram que as crianças apresentavam, a curto-prazo, um desempenho superior em actividades espaciais depois da audição de um determinado trecho de música. Noutro estudo, o treino de piano tinha um impacto significativo e positivo na aquisição de habilidades espaciais numa amostra de crianças do ensino pré-

primário num único teste (Rauscher et al., 1997). Muitos destes estudos utilizaram a Escala *Stanford-Binet Intelligence Scale* (4ª edição) que avalia o raciocínio espacial temporal ou outras tarefas muito semelhantes. Posteriormente, um estudo piloto com crianças de 3 e 4 anos de idade, verificou que o grupo experimental com treino musical apresentava melhores resultados no subteste Composição de Objectos da *Escala de Inteligência de Wechsler para Idade Pré-Escolar e Primária*, Edição Revista (WPPSI-R) (Rauscher et al., 1997). Rauscher e colaboradores (1997) chegaram mesmo a demonstrar que o designado “efeito Mozart” podia estender-se por meses ou anos, ao contrário dos efeitos a curto-prazo evidenciados em estudos anteriores. Com base nestes estudos, o “efeito Mozart” foi considerado como tendo implicações educativas significativas.

Contudo, os estudos relacionados com o raciocínio espacial-temporal têm sido amplamente criticados especialmente por apresentarem diversas limitações metodológicas (Crnec et al., 2006; Demorest & Morrison, 2000). Estudos posteriores não conseguiram replicar os resultados de Rauscher e colaboradores nos estudos de 1993 e 1995 (cf. Demorest & Morrison, 2000). Por outro lado, estudos posteriores mais rigorosos não encontraram resultados significativos (cf. Crnec et al., 2006). Para além disso, estes estudos não permitem fazer generalizações, uma vez que se focam em aspectos muito particulares da aptidão musical e matemática (Hodges, 1999). De facto, o “efeito Mozart” encontra-se muito dependente de apenas uma tarefa, designadamente um subteste que mede o raciocínio espacial-temporal. Para além disso, passam uma mensagem que atribuiu benefícios a um estilo de música particular, quando não existem evidências contundentes nesse sentido. Alguns estudos consideraram que o efeito Mozart é influenciado pela intensificação de emoções associada à audição das peças musicais (Husain, Thompson, & Schellenberg, 2002; Steele, Bass, & Crook, 1999; Steele, Dalla Bella, et al., 1999; Thompson, Schellenberg, & Husain, 2001; cit. Crnec et al., 2006). Costa-Giomi (1999) demonstra também que as competências espaciais-temporais adquiridas são uma vantagem desenvolvimental a curto-prazo, remetendo após um período de dois anos de treino musical. Também a correspondência entre o *efeito Mozart* e determinadas estruturas cerebrais parece ser ténue. Relativamente ao *efeito Mozart*, Chabris (1999) encontrou uma dimensão de efeito pequena ($d=.14$). Hetland (2000) referiu uma dimensão do efeito de $r=.29$ para os estudos publicados e $r=.44$ para os estudos não-publicados, que combinados apresentariam uma dimensão do efeito média de $r=.39$. Por outro lado, os estudos de Hallam (2000) e McKelvie e Low (2002) também não encontraram evidências a favor do efeito de Mozart em crianças.

Apesar de existirem poucas evidências neste campo, este fenómeno tem ainda hoje uma popularidade surpreendente. Schellenberg (2001) sugere que esta pode ter sido a mais mediática falácia de toda a investigação em Psicologia. Crnec e seus colaboradores (2006) mencionam que Campbell (1997) utilizou a designação de efeito Mozart para divulgar os benefícios da música em vários domínios como a saúde, a criatividade e a inteligência, promovendo cd's e livros que não estão fundamentados na investigação.

Por outro lado, Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis e Newcomb (1997) estudaram 78 crianças entre os 3 e os 4 anos de idade divididas por três grupos (34 piano; 20 computador; 24 grupo controlo: 10 aulas de canto e 14 sem treino), por um período de 6 meses. Os resultados apontam para um desempenho superior

apenas no grupo de piano (pós-tratamento). Os autores sugeriram que o desempenho associado ao raciocínio espacial-temporal estaria relacionado com o design espacial do teclado. O estudo de Graziano e colaboradores (1999) foi constituído por uma amostra de 136 crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 8 anos de idade distribuídos por três grupos. O primeiro grupo frequentou aulas de piano e teve formação ao nível de habilidades espaciais-temporais. O segundo grupo frequentou aulas de inglês e treino de habilidades espaciais temporais. O terceiro grupo não recebeu formação complementar. Os autores concluíram que os grupos com aulas de piano e inglês, ambos com treino em habilidades visuo-espaciais apresentavam um desempenho superior num teste de aritmética, comparativamente ao terceiro grupo. No entanto, o grupo com música apresentava um desempenho 15% superior ao grupo de inglês.

Na mesma linha de estudo, Hetland (2000) concluiu que os programas de música designados por "*Kindermusik*" promoviam o raciocínio espacial-temporal em crianças com idades pré-escolares. Posteriormente, conduziu uma meta-análise de quinze estudos, que confirmaram os estudos anteriores, no sentido de uma correlação efectiva entre a prática musical e o desempenho em tarefas que envolviam o raciocínio espaciotemporal. Numa terceira meta-análise de cinco estudos, Hetland verificou que as aulas de música não beneficiavam o desempenho em provas verbais que avaliam o raciocínio lógico do conjunto de provas das Matrizes Progressivas de Raven ($r=.03$; $n=694$). Assim, os benefícios da música estariam limitados ao raciocínio espacial-temporal (Crnec et al., 2006). Deste conjunto de estudos Hetland (2000) concluiu que as aulas de música parecem aumentar as competências espaciais-temporais nas crianças quando a aprendizagem musical é continuada por um período de, pelo menos, dois anos. Esses benefícios são independentes do tipo e estilo de ensino musical, embora as aulas individuais tenham um impacto mais significativo do que as aulas de grupo ($r = .48$ e $r=.32$, respectivamente). O desenvolvimento de competências espaciais temporais é mais provável que ocorra quando a aprendizagem musical é iniciada mais cedo (cerca dos 3 a 5 anos de idade). Muftuler e sua equipa (2004) debruçaram-se sobre o desempenho cognitivo e musical utilizando a Escala de Stanford-Binet e testes de desempenho musical propositadamente elaborados para este estudo. Os testes relacionados com a aptidão musical incluíam habilidades como manter a pulsação, recordar e reproduzir padrões rítmicos e tons vocais. Os resultados do pós-teste demonstraram resultados positivos no grupo experimental relativamente aos testes musicais e ao subteste da Memória de Peças da Escala de Stanford-Binet para crianças. Este subteste consiste em recordar e reorganizar sequências de peças com cores e formas diferentes, numa tarefa que envolve o raciocínio espacial-temporal, nomeadamente a capacidade de análise visual, a imagética visual, a memória visual, sequências, agrupamento por conjuntos, a atenção, a flexibilidade e a destreza manual. Também Bilhartz, Bruhn e Olson, (2000), Rauscher (2002) e Rauscher e LeMieux (2003) asseguraram o impacto da instrução musical no desenvolvimento de competências espaciais-temporais, especialmente se a aprendizagem musical for iniciada aos 5 anos de idade. Paralelamente, a instrução em notação musical convencional parece beneficiar o funcionamento espacial temporal (Crnec et al., 2006). Pelo contrário, Vaughn (2000) defende que a aprendizagem da notação musical não está associada ao desempenho na matemática.

Vaughn fez uma meta-análise de seis estudos com crianças dos 3 aos 12 anos, sendo que três desses estudos não foram publicados. A dimensão do efeito dos resultados foi de $r=.10$ e $r=.16$ para os estudos publicados e não-publicados, respectivamente. Vaughn defende a realização de mais investigação, uma vez que apenas três estudos demonstraram resultados positivos.

Crncec e a sua equipa (2006) sugerem também a realização de uma investigação mais consistente nesta área. Ainda assim podemos afirmar que os resultados mais robustos relacionados com o impacto da aprendizagem musical prendem-se com o desempenho de habilidades espaciais temporais adiantando-se uma explicação baseada nas teorias da transferência proximal (Crncec et al., 2006). Aprender a ler a notação musical e compreender as relações espaciais no teclado requerem competências visuo-espaciais. Praticar essas habilidades pode potenciar o desenvolvimento de competências visuo-espaciais noutros contextos. Contudo, muitos estudos não têm considerado a presença de outro tipo de formação adicional ao nível destas habilidades para além da música (Crncec et al., 2006). De facto não podemos ocultar que a formação complementar em habilidades matemáticas específicas, sobretudo num contexto de um para um, pode revelar-se mais vantajosa que o treino em habilidades musicais (Crncec et al., 2006).

Tendo por base estudos estrangeiros, apresentamos seguidamente o nosso estudo empírico que pretende contribuir para esclarecer a natureza da associação entre a aptidão musical e a aptidão matemática, utilizando para o efeito uma amostra de alunos de escolas nacionais. Deste modo, tentamos replicar os estudos que, por um lado, associam a aptidão musical ao desenvolvimento de determinadas habilidades cognitivas e que, por outro lado, relacionam a mesma aptidão com o sucesso académico na disciplina de matemática.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

2.1 Introdução

Neste capítulo propomo-nos, em primeiro lugar, apresentar os objectivos e questões inerentes ao nosso estudo. Num segundo momento, descrevemos os participantes, não só esclarecendo sobre os critérios de selecção dos grupos e sua distribuição como também procedendo a uma apresentação da amostra em função de algumas variáveis importantes para as questões da investigação. Posteriormente, avançamos na descrição dos instrumentos utilizados, a saber: (a) um questionário elaborado propositadamente para o efeito, com recolha de dados que se prendem com informações pessoais, sócio-culturais e académicas; e (b) os subtestes de Aritmética e Composição de Objectos da WISC-III. Com efeito, a este respeito, apostamos na conciliação da natureza quantitativa e qualitativa dos dados. Se, por um lado, os testes no âmbito da inteligência constituem um dos principais contributos científicos da psicologia e uma das melhores ferramentas disponíveis para avaliar pessoas (Lemos, 2007), por referência a normas, imprimindo objectividade à avaliação, por outro, a sua exclusividade não parece apropriada no estudo do comportamento humano, conduzindo a posições reducionistas ou mecanicistas do funcionamento e desenvolvimento psicológico (Almeida & Freire, 2008). Neste sentido, como ademais Simões e seus colaboradores (2003) alertam, importa usar uma análise qualitativa no complemento à análise quantitativa (e.g. história de vida, desempenho escolar, entre outros). Daí que tenhamos investido na recolha de dados de índole mais qualitativa (no questionário) e de cariz mais quantitativo (nos subtestes em análise). Por fim, encerramos este capítulo com a descrição pormenorizada dos procedimentos e cuidados envolvidos ao longo deste estudo empírico.

2.2 Objectivos e questões da investigação

A presente investigação tem como objectivos norteadores contribuir para a análise da relação entre a aptidão musical e a aptidão matemática, e apreciar a relação entre tais aptidões e o desempenho académico na disciplina de Matemática junto de crianças entre os 9 e os 10 anos de idade, do 4º ano do 1º Ciclo do Ensino Básico.

Numa análise mais macro, que engloba toda a amostra, considerando tanto os alunos que frequentam o ensino vocacional de música (grupo experimental) como os que frequentam o ensino dito regular (grupo controlo), tomaremos como medida da aptidão musical a frequência do ensino vocacional de música e como medida da aptidão matemática os resultados dos alunos nos subtestes de aritmética e composição de objectos

da WISC-III. Para o desempenho académico na disciplina de Matemática será tido em consideração a classificação que os alunos obtiveram àquela disciplina, tendo em conta uma escala que varia entre a classificação máxima Muito Bom, passando pelo Bom, Suficiente e a classificação mínima de Insuficiente. Paralelamente, pretendemos verificar se o nível sócio-económico (NSE) poderá estar implicado na frequência do ensino vocacional de música e nas diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo quanto às habilidades cognitivas em análise e ao desempenho na disciplina de Matemática. Numa análise mais micro, centrada no nicho do grupo experimental, tomaremos como medida da aptidão musical o nível de desempenho musical, que corresponde à média aritmética das disciplinas de Instrumento, Formação Musical e Classe de Conjunto do Ensino Preparatório de Música, cuja escala varia entre um nível máximo de Excelente, passando por Muito Bom, Bom, Suficiente e um nível mínimo de Insuficiente.

Assim, e partindo dos estudos que defendem que a frequência de um ensino vocacional musical conduz a um desempenho cognitivo superior em medidas de aptidão matemática (e.g. Bilhartz et al., 1999; Garland & Kahn, 1995; Gouzouasis et al., 2007; Graziano et al., 1999; Kells, 2008; Martinez et al., 2005; Muftuler et al., 2004; Schellenberg, 2004, 2006; Schmithorst, & Holland, 2004), pretendemos responder à questão: Em que medida a frequência do ensino vocacional de música interfere nos desempenhos cognitivos dos alunos nos subtestes de aritmética e composição de objectos? Posto isto, a nossa **primeira hipótese (H1)** foi a de que os resultados dos alunos nos subtestes de aritmética e/ou composição de objectos diferem em função da frequência (ou não) do ensino vocacional de música. A este respeito, espera-se que o grupo que frequenta o ensino vocacional de música (grupo experimental) apresente um desempenho cognitivo superior no subteste aritmética e/ou no subteste composição de objectos face ao grupo que não frequenta esse tipo de ensino (grupo de controlo).

Por outro lado, e tendo em conta a literatura que sustenta a ideia que a frequência de um ensino vocacional musical poderá interferir no desempenho académico na disciplina de Matemática (e.g. Crncec et al., 2006; Demorest & Morrison, 2000; Gouzouasis et al., 2007; Foundation For Universal Music Literacy, s.d.), procuraremos dar resposta à pergunta: Em que medida a frequência do ensino vocacional de música influencia o desempenho académico dos alunos na disciplina de Matemática? Assim a nossa **segunda hipótese (H2)** foi a de que os resultados dos alunos na disciplina de Matemática diferem em função da frequência (ou não) do ensino vocacional de música. Espera-se que o grupo que frequenta o ensino vocacional de música (grupo experimental) apresente um desempenho académico na disciplina de Matemática superior face ao grupo que não frequenta esse tipo de ensino (grupo de controlo).

São vários os estudos que suportam uma relação significativa entre medidas de aptidão cognitiva e medidas de desempenho académico (e.g. Lemos, 2007; OECD, 2003; Wong, 2000). Também no nosso estudo gostaríamos de saber: Em que medida os desempenhos cognitivos dos alunos nos subtestes de aritmética e composição de objectos e o desempenho académico na disciplina de Matemática se relacionam? A nossa **terceira hipótese (H3)** foi a de que os resultados dos alunos nos subtestes de aritmética e/ou composição de

objectos diferem em função do desempenho académico na disciplina de Matemática. Assim, espera-se que os alunos com resultados médios mais elevados nos subtestes de aritmética e/ou composição de objectos obtenham também os resultados médios mais elevados na disciplina de Matemática.

Por outro lado, estudos referem que o nível sócio-económico (NSE) estaria implicado nas diferenças encontradas entre o grupo experimental, participantes que frequentam o ensino vocacional de música, e o grupo de controlo, participantes que apenas frequentam o ensino regular, relativamente às habilidades cognitivas em estudo e ao desempenho académico a matemática (Bilhartz et al., 1999). Com efeito, procuramos responder à seguinte questão: Em que medida o NSE dos participantes poderá estar a influenciar os resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos e no desempenho académico na disciplina de Matemática? A nossa **quarta hipótese (H4)** foi a de que o NSE influencia os resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos e no desempenho académico na disciplina de Matemática, pois existem diferenças no grupo experimental e no grupo de controlo quanto a este critério (**H4**). A este respeito espera-se que o NSE influencie: (a) a participação no ensino vocacional de música (**H4a**); (b) os resultados do grupo experimental e do grupo de controlo no subteste de aritmética (**H4b**), (c) no subteste de composição de objectos (**H4c**); e (d) o desempenho na disciplina de Matemática (**H4d**).

Tomando apenas o grupo de alunos que frequenta o ensino vocacional de música (grupo experimental), pretendemos responder a três perguntas: (a) Em que medida o nível de desempenho musical interfere com os desempenhos cognitivos dos alunos nos subtestes de aritmética e composição de objectos? (b) Em que medida o nível de desempenho musical interfere com o desempenho académico na disciplina de Matemática? (c) Em que medida o nível de desempenho musical se relaciona com a idade de início e o número de anos de treino musical e o número de horas de treino semanal. A nossa **quinta hipótese** foi a de que a classificação musical dos alunos que frequentam o ensino vocacional de música varia em função (a) dos resultados médios nos subtestes de aritmética e composição de objectos (**H5a**); (b) do desempenho médio na disciplina de Matemática (**H5b**); (c) da idade de início e do número de anos de treino musical e/ou (c) do número de horas de treino semanal (**H5c**). A este respeito, espera-se que os alunos do ensino vocacional de música com um nível de desempenho musical mais elevado (a) apresentem resultados médios superiores nos subtestes de aritmética e composição de objectos; (b) uma classificação superior na disciplina de Matemática; (c) tenham iniciado os estudos musicais mais cedo e apresentem mais anos de treino musical do que aqueles que apresentam um desempenho musical mais baixo (d) contem com mais horas de treino semanal do que aqueles que apresentam um desempenho musical mais baixo.

2.3 Participantes

Neste estudo recorreremos a uma amostra constituída por crianças entre os 9 e os 10 anos de idade, que frequentavam o quarto ano do 1º Ciclo do Ensino Básico de escolas nacionais (N=105). Tendo em conta limitações de tempo e custo, optámos por um procedimento de amostragem por conveniência (Maroco, 2007). As crianças foram distribuídas por dois grupos, grupo experimental e grupo de controlo, atendendo ao critério frequência (ou não) do ensino vocacional de música, respectivamente. Assim, o grupo experimental era constituído pelos alunos que frequentavam o ensino vocacional de música (N= 41) e o grupo de controlo, pelos alunos que não frequentavam o ensino vocacional de música (N= 64). De salientar que todos os alunos do grupo experimental frequentavam o nível preparatório daquele tipo de ensino.

Na recolha da amostra procurámos atender a variáveis tidas em linha de conta para a constituição da amostra do estudo de aferição e validação da WISC-III, designadamente: o género (masculino/feminino), a tipologia de áreas urbanas (áreas predominantemente urbanas, áreas moderadamente urbanas, áreas predominantemente rurais), a região geográfica (Norte, Lisboa e vale do Tejo, Alentejo), a zona geográfica (interior/litoral) e a profissão do pai (directores e quadros dirigentes, profissionais intelectuais e científicos, profissionais técnicos e intermédios, empregados administrativos, empregados do comércio e serviços pessoais, trabalhadores da indústria e dos transportes, trabalhadores não qualificados e forças armadas).

Seguidamente passamos a analisar a amostra em função do género e tipo de ensino (regular/música). A Tabela 2.1 apresenta a distribuição dos participantes tendo em conta o género e o tipo de ensino.

Tabela 2.1 – Distribuição da amostra em função do género e tipo de ensino.

Tipo de ensino	Género	n	%
Música	M	16	39.00
	F	25	61.00
	T	41	100.00
Regular	M	37	57.80
	F	27	42.20
	T	64	100.00

Podemos então salientar que o número de participantes do ensino regular (n= 64) é superior ao número de participantes do ensino de música (n= 41). Conforme se observa, em ambos os tipos de ensino as percentagens relativas à distribuição da amostra por género tendem a apresentar uma proporção de cerca de 40 vs 60% aproximadamente. Assim, por um lado, as raparigas são em número superior no ensino de música (género feminino n= 25 vs género masculino n= 16), por outro lado, o género masculino encontra-se em maioria no ensino regular (género masculino n= 37 vs género feminino n= 27).

2.4 Instrumentos

Vamos agora passar a apresentar os instrumentos utilizados neste trabalho. Em primeiro lugar, começamos pelo questionário (**Anexo A**), que elaborámos no sentido de recolher dados sócio-demográficos e informação relativa ao desempenho académico e, complementarmente, para o grupo experimental, informação relativa à aptidão musical. Segue-se a escala de inteligência utilizada neste trabalho, descrevendo especificamente os subtestes que aplicámos.

Questionário

No sentido de complementar a análise dos dados quantitativos, procedemos à elaboração de um questionário que visa recolher informação potencialmente útil para analisar, apreciar e/ou explicar a realização cognitiva dos alunos nos subtestes da WISC-III considerados. Assim, todos os questionários foram entregues nas escolas colaborantes e, posteriormente, endereçados aos encarregados de educação dos alunos. O questionário é composto por três secções distintas, a saber: dados sócio-demográficos, desempenho académico e formação musical (esta última a aplicar exclusivamente ao grupo experimental). Na primeira secção, incluem-se parâmetros que foram utilizados no estudo de adaptação e aferição portuguesa da Escala de Inteligência da WISC-III, nomeadamente, a idade, o género, a tipologia de áreas urbanas, a região e zona geográfica e a profissão do pai (Wechsler, 2003). Na segunda, encontramos dados relacionados com o desempenho escolar dos educandos nas disciplinas de Matemática. Ademais, a literatura é consensual a respeito da representatividade do desempenho do aluno nesta disciplina para o seu sucesso académico (OECD, 2003; Wong, 2000). O desempenho académico foi classificado em quatro categorias que passamos a expôr em ordem descendente: (i) Muito bom, (ii) Bom, (iii) Suficiente e (iv) Insuficiente. Por outro lado, alguns autores apontam a aprendizagem musical como potenciadora do desempenho escolar, sobretudo no que diz respeito à Matemática (Santos-Luiz, 2007). Com efeito, na mesma linha de investigação, achamos pertinente incluir estas informações para, eventualmente, poder explicar e corroborar as diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo, de acordo com as nossas hipóteses de investigação. Neste sentido, e para o grupo experimental, é incluída adicionalmente uma secção com questões que colocam o foco sobre: (i) a idade de início e número de anos de treino musical; (ii) o instrumento principal e secundário do educando; (iii) o desempenho académico no ensino vocacional de música; e (iv) o número de horas semanal de treino musical. Alguns autores mencionam estas variáveis em estudos na mesma linha (Bilhartz et al., 2000; Ruthsatz et al., 2007; Slodoba, 2000).

Para garantir a pertinência e eficácia das perguntas que constavam do questionário, recorreu-se ao uso de termos simples, claros, compreensíveis, que não suscitasse ambiguidade e fossem ao encontro da

informação desejada. De forma complementar, tornámos explícita a nossa disponibilidade para qualquer esclarecimento que o encarregado de educação considerasse importante.

2.4.1 Escala de Inteligência de Weschler para Crianças - 3ª Edição (WISC-III; Weschler, 2003).

A inteligência pode manifestar-se sob diversas formas, por isso Wechsler concebeu esta escala para avaliar “a capacidade global do indivíduo para actuar finalizadamente, pensar racionalmente e proceder com eficiência em relação ao meio” (Weschler, 1994; cit. Wechsler, 2003). Os subtestes abrangem várias aptidões mentais relacionadas com o raciocínio abstracto, a memória e determinadas capacidades perceptivas, entre outras, que reflectem o funcionamento intelectual global do indivíduo. A WISC foi a primeira escala de inteligência de Weschler a ser adaptada e aferida para Portugal (Marques, 1969, 1970; cit. Wechsler, 2003). Em 1998 foram iniciados os trabalhos de investigação que conduziram à adaptação e aferição portuguesas da Escala de Inteligência de Weschler para Crianças- 3ª Edição (WISC-III).

A WISC-III é um instrumento clínico de administração individual que permite avaliar a capacidade intelectual de crianças, com idades compreendidas entre os 6 e os 16 anos de idade e 11 meses. No âmbito escolar, a escala permite fazer o prognóstico do desempenho académico, o diagnóstico de casos que requerem educação especial e a identificação de alunos excepcionais e sobredotados. A WISC-III é também utilizada no âmbito clínico (e.g. diagnóstico diferencial e investigação clínica), na avaliação neuropsicológica e diagnóstico de atraso mental. No que toca ao desempenho, este pode ser apresentado em três resultados compósitos, designadamente, o QI Verbal, o QI de Realização e o QI da Escala Completa. Estes coeficientes permitem determinar a qualidade do desempenho dos indivíduos relativamente a um conjunto de aptidões intelectuais. Na versão portuguesa da WISC-III é também possível obter três índices complementares, os Índices Factoriais, nomeadamente, a Compreensão Verbal, a Organização Perceptiva e a Velocidade de Processamento. A WISC-III inclui doze subtestes agrupados na Tabela 2.2 por subescala e índice factorial respectivo. Após a conversão dos resultados brutos de cada subteste em resultados padronizados é possível calcular os resultados compósitos da subescala verbal e de realização. Por sua vez, a soma dos resultados de ambas as subescalas permite calcular um resultado para a Escala Completa. Após o cálculo destas somas, os resultados deverão ser convertidos em QI. Quanto aos índices construídos a partir de análises factoriais, temos o Factor I, a Compreensão Verbal, o Factor II, a Organização Perceptiva e o Factor III, a Velocidade de Processamento. A Tabela 2.2 indica os subtestes que permitem calcular os respectivos índices factoriais.

Tabela 2.2 – Descrição dos subtestes da WISC-III em função da subescala e dos índices Factoriais.

Subescala Verbal	Índices Factoriais	Subescala de Realização	Índices Factoriais
2. Informação	Factor I	1. Completamento de Gravuras	Factor II
4. Semelhanças	Factor I	3. Código	Factor III
6. Aritmética		5. Disposição de Gravuras	Factor II
8. Vocabulário	Factor I	7. Cubos	Factor II
10. Compreensão	Factor I	9. Composição de Objectos	Factor II
12. Memória de Dígitos (opcionais)		11. Pesquisa de Símbolos (apenas substitui o subteste código)	Factor III
		13. Labirintos (opcionais)	

Para obter os resultados padronizados há que determinar, primeiro, a idade cronológica do sujeito, que consiste em subtrair a data de nascimento à data de avaliação. Para isso considera-se que todos os meses têm 30 dias. Os dias de idade não são arredondados para o mês mais próximo. A Tabela 2.3 exemplifica como determinar a idade cronológica, partindo de um sujeito retirado da nossa amostra.

Tabela 2.3 – Idade cronológica de um dos participantes (exemplo 1).

	Ano	Mês	Dia
Data de avaliação	2010	5	15
Data de nascimento	2000	3	13
IDADE	10	2	2

Se considerarmos o exemplo na Tabela 2.4, temos que somar 30 dias à data de avaliação e subtrair um mês à data de avaliação, para podermos então subtrair a data de nascimento à data de avaliação.

Tabela 2.4 – Idade cronológica de um dos participantes (exemplo 2)

	Ano	Mês	Dia
Data de avaliação	2010	4	23
Data de nascimento	2000	3	28
IDADE	10	0	25

O manual da WISC-III contém tabelas que permitem transformar os resultados brutos de cada subteste em resultados padronizados, de acordo com a idade cronológica do participante. Para além disso, constam ainda tabelas que permitem converter os resultados brutos em idade-teste. Deste modo, através do resultado bruto de um determinado subteste, podemos saber a idade-teste média correspondente.

2.4.2 Fidelidade

Podemos dizer que a WISC-III apresenta elevados índices de fidelidade, sobretudo ao nível dos QIs e Índices Factoriais, ou seja, as inferências decorrentes a partir destes resultados apresentam mais confiança do que aqueles obtidos nos subtestes individuais. Relativamente à estabilidade do teste-reteste verificamos que a WISC-III apresenta uma estabilidade temporal adequada, apesar de observarmos um aumento no QI da Escala Completa quando existe um intervalo de tempo reduzido entre a primeira e a segunda avaliação. Os efeitos de aprendizagem são muito maiores para os QI de realização comparativamente ao QI verbal. Contudo, à medida que o intervalo do teste-reteste aumenta, estas tendências diminuem. Os coeficientes de estabilidade temporal são superiores nos QIs e Índices Factoriais em relação aos subtestes, podendo, a este nível, conferir mais confiança nos primeiros. Para além disto, podemos dizer que a maior parte dos subtestes são cotados de forma objectiva, sendo a fidelidade interavaliadores superior a .90 e a .95 (Wechsler, 1992, 1996; cit. Wechsler, 2003). Os subtestes verbais suscitam uma maior variedade de respostas, pelo que estão associados a maior erro dada a implicação de juízos subjectivos da parte do examinador.

No que toca à interpretação do resultado padronizado obtido num subteste como excepcionalmente elevado ou baixo, devemos proceder à comparação desse resultado com a média de resultados em conjuntos de subtestes. Um resultado significativamente superior à média dos resultados representa um ponto forte relativo, enquanto um resultado significativamente inferior representa um ponto relativamente fraco. Os pontos fortes e fracos desta comparação dizem apenas respeito ao nível de desempenho do sujeito. Podemos então dizer que uma diferença igual ou superior a 2.93 e 4.03 entre, respectivamente, o resultado padronizado do subteste de Aritmética e de Composição de Objectos com a média dos cinco subtestes de realização, é considerada estatisticamente significativa a um nível de confiança de .05. Se um sujeito alcançar um resultado significativamente mais baixo num dos subtestes comparativamente com a média, esta diferença não é necessariamente significativa, devendo ter-se em consideração a frequência dessa diferença na amostra de aferição. De um modo geral, uma diferença de 3 ou 4 pontos padronizados entre dois subtestes é significativa, tendo como referência os níveis de significância de .15 e .05. Estes resultados evidenciam uma diferença real entre as aptidões avaliadas nesses subtestes. Relativamente à frequência da dispersão dos resultados, o psicólogo deverá analisar de que forma o valor da diferença encontrada é ou não frequente na amostra de aferição. Geralmente, as diferenças entre os resultados compósitos são mais fidedignas do que as diferenças entre subtestes.

Outro aspecto importante na interpretação dos resultados relaciona-se com as informações suplementares, designadamente a história de vida, o desempenho escolar e resultados obtidos pelos sujeitos noutros instrumentos de avaliação.

2.4.3 Validade

Existem vários estudos que reuniram argumentos a favor da validade dos resultados e interpretações decorrentes da WISC-III. A validade dos resultados na escala poderá ser determinada através da significância das correlações existentes entre os subtestes, e entre estes e cada uma das escalas compósitas. Os resultados dos estudos de adaptação e aferição da WISC-III portuguesa evidenciam correlações elevadas entre os subtestes dentro de cada subescala, verbal e de realização, bem como a relativa independência entre os subtestes que pertencem a diferentes subescalas. Estes resultados sugerem então que cada subteste avalia aspectos cognitivos e intelectuais específicos. De um modo geral, podemos dizer que os resultados das intercorrelações salientam que a dimensão verbal e de realização partilham componentes de variância comum e componentes de variância específicas a cada uma das dimensões. Esta ideia enfatiza o contributo da interpretação dos resultados a partir dos subtestes e das escalas compósitas.

No que diz respeito às análises factoriais, os resultados apontam uma solução de três factores para a WISC-III, versão portuguesa, nomeadamente a Compreensão Verbal, a Organização Perceptiva e o Índice de Velocidade de Processamento. O subteste de Composição de Objectos integra o factor Organização Perceptiva. Quanto ao subteste de Aritmética, a versão revista da WISC integra este subteste no Índice de Velocidade de Processamento, mas o mesmo já não acontece nos estudos de aferição e adaptação da WISC-III. Para a versão portuguesa da WISC-III a solução de dois ou três factores parecem ser mais significativas, sendo que a versão portuguesa apresenta a mesma distribuição dos subtestes em termos de factores que a versão francesa e belga.

Das análise factoriais exploratórias podemos também acrescentar que foi encontrada a presença de um factor global dominante na amostra de aferição da WISC-III, confirmando a presença do factor g, já identificado em investigações anteriores e que legitimam a utilização do QI da escala completa na interpretação dos resultados da escala (Kaufman, 1975; cit Simões et al., 2003). Os QIs da Escala Verbal e de Realização aparecem claramente validados em diversos estudos com diferentes tipos de população (Wechsler, 2003). Contudo, podemos dizer que existe investigação contraditória acerca da análise factorial, nomeadamente, nos modelos relacionados com um factor geral, dois, três e quatro factores, bem como na forma como os subtestes se distribuem por estes factores (Wechsler, 2003).

2.4.4 Subteste de Aritmética

O subteste de Aritmética consiste na resolução mental de um conjunto de 24 problemas numéricos a que a criança responde oralmente. Este subteste avalia a capacidade de cálculo mental, a compreensão de enunciados verbais de uma certa complexidade e a capacidade de raciocínio. É também um teste sensível ao défice de atenção e à falta de controlo de impulsos, envolvendo a memória de trabalho que mantém presente

todos os elementos do problema (Simões, 2002).

O subteste de Aritmética para idades entre 9 e 12 anos inicia-se no item 12. Se o sujeito errar num dos dois primeiros itens procede-se à aplicação dos itens anteriores até que se obtenha dois sucessos consecutivos. O subteste apresenta 24 itens-problema. Após três erros consecutivos é interrompida a aplicação do subteste. A pontuação atribuída para cada item tem em conta o tempo despendido pelo sujeito nesse item. O manual da WISC-III discrimina para cada item o tempo limite: (i) 30 segundos do item 1 ao 15; (ii) 45 segundos no item 16; (iii) 75 segundos do item 17 ao 24. A pontuação atribuída em cada item varia entre 0 e 1 que correspondem, respectivamente, a insucesso e sucesso. No entanto, os itens 19 a 24 apresentam uma pontuação de bonificação caso o sujeito dê a resposta correcta em 10 segundos (2 pontos). A cotação máxima corresponde a 30 pontos. O examinador lê os problemas em voz alta até ao item 16. Nos itens 17-24, o examinador dá ao sujeito um cartão onde está escrito o problema e pede-lhe que leia em voz alta.

2.4.5 Subteste de Composição de Objectos

O subteste Composição de Objectos é constituído por um conjunto de *puzzles* de objectos comuns, apresentados de forma estandardizada que a criança organiza para formar um todo coerente. Este subteste composto por 6 itens avalia a capacidade de organizar os elementos de forma coerente, apelando à capacidade de integração perceptiva. É um teste sensível à dispraxia de construção e proporciona uma oportunidade para observar directamente as estratégias de resolução de problemas (Simões, 2002). Este subteste é ainda um bom exemplo de uma prova que avalia o raciocínio espacial-temporal (Kells, 2008).

No subteste Composição de Objectos aplicamos todos os itens. Em primeiro lugar, o examinador demonstra ao sujeito em que consiste a prova, partindo de um item exemplo que não é cotado (maçã). Nas Tabela 2.5 e 2.6 apresentamos os itens do subteste Composição de Objectos, com o respectivo tempo limite, número de justaposições correctas do objecto e cálculo da pontuação.

Tabela 2.5 – Cálculo do resultado bruto no subteste Composição de Objectos

Item	Tempo limite	Número de Justaposições	Multiplicar por*
			(quando os participantes erram pelo menos uma justaposição)
1. Menina	120	6	1
2. Carro	150	9	½
3. Cavalo	150	5	1
4. Bola	180	7	1
5. Face	180	13	½

* arredondar para o número inteiro superior.

Tabela 2.6 – Resultado bruto no subteste composição de objectos tendo em conta o tempo despendido.

Item	Tempo despendido					
1. Menina			1-15	16-25	26-120	
2. Carro			1-20	21-25	26-35	36-150
3. Cavalo			1-15	16-20	21-30	31-150
4. Bola	1-25	26-35	36-60	61-180		
5. Face	1-40	41-55	56-80	81-180		
Pontuação final	10	9	8	7	6	5

2.5 Procedimentos

Inicialmente, estabelecemos contacto com membros dos Conselhos Executivos das escolas participantes, seis escolas públicas e privadas, designadamente três escolas privadas do ensino vocacional de música, uma escola privada e duas escolas públicas do 1º Ciclo do Ensino Básico regular. A todas foram prestados esclarecimentos quanto aos objectivos gerais da investigação, instrumentos a utilizar, procedimentos envolvidos na recolha e tratamento dos dados (desde quem seria responsável pela aplicação dos instrumentos, passando pela informação quanto aos momentos de administração dos instrumentos, modo como estes seriam aplicados e analisados), bem como cuidado éticos a propósito da confidencialidade dos dados. Por intermédio das escolas, funcionários e professores, enviámos uma carta aos encarregados de educação dos alunos, pedindo a autorização da participação dos seus educandos. Juntamente com a carta, seguia um documento comprovativo do consentimento informado aos encarregados de educação e o questionário. Esses documentos foram entregues nas escolas e encaminhados para os encarregados de educação que, novamente, os reencaminharam às escolas, indicando a sua disponibilidade em colaborar. Estes procedimentos decorreram entre Janeiro e Maio de 2010.

A aplicação dos subtestes de Aritmética e de Composição de Objectos decorreu entre Abril e Junho de 2010. A nível do espaço físico, as aplicações tiveram lugar numa sala devidamente equipada para o efeito cedida por cada escola participante. Ambos os subtestes foram aplicados individualmente, ocupando tempos lectivos e não lectivos, previamente acordados com a instituição e os encarregados de educação. A aplicação dos subtestes esteve a cargo de uma psicóloga treinada para o efeito. Os subtestes foram aplicados na seguinte ordem: Aritmética e Composição de Objectos, num período total de cerca de 20 minutos. Foram ainda dispensados cerca de 5 minutos na apresentação entre o examinador e cada participante e instruções relacionadas com cada subteste. Não existiram grandes dificuldades na compreensão dos subtestes. O subteste de Aritmética envolveu uma explicação mais demorada do que o subteste de Composição de Objectos, já que não é constituído por um item exemplo como este último.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Introdução

Neste capítulo vamos começar por apresentar os resultados do estudo empírico, seguindo-se a sua discussão e síntese. Para tal dividimos o capítulo em quatro partes, sendo que a primeira é dedicada à apresentação dos valores da precisão e validade dos subtestes em estudo. Na segunda parte, iniciamos a apresentação dos resultados numa perspectiva macro, focando-nos na primeira (H1), segunda (H2) terceira (H3) e quarta (H4) hipóteses em estudo, que incidem sobre os alunos que participam em ambos os tipos de ensino (regular/música). Numa terceira secção, apresentamos os resultados numa perspectiva micro, procurando dar resposta às nossas últimas hipóteses (H5a, H5b, H5c), que se prendem exclusivamente com os alunos que frequentam o ensino vocacional de música.

Finalizamos este capítulo com a discussão dos resultados e sua síntese, onde revemos os pontos essenciais desta análise.

3.2 Precisão e validade dos resultados

A investigação produzida refere que existem poucos testes médicos e psicológicos capazes de rivalizarem com a WISC-III relativamente à fiabilidade e precisão dos resultados (Caspi, Harkness, Moffitt, & Silva, 1996; cit. Wechsler, 2003). A Tabela 3.1 apresenta os coeficientes de fidelidade de ambos os subtestes, pelo método da consistência interna (Alpha de Cronbach).

Tabela 3.1 - Valores do *Alpha de Cronbach* dos subtestes aritmética e composição de objectos da WISC-III.

Sub-testes WISC-III	9 anos	10 anos	Amostra total
	Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach
Aritmética (nº itens = 24)	0,788	0,841	0,816
Composição de Objectos (nº itens = 5)	0,576	0,563	0,568

Podemos verificar que os valores da consistência interna dos itens de ambos os subtestes aproximam-se dos coeficientes encontrados nos estudos de validação da WISC-III. De igual modo, regista-se que os valores do subteste de aritmética são superiores aos valores do subteste de composição de objectos (**Anexo B**).

3.3 Resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos

3.3.1 Análise descritiva

Em primeiro lugar vamos começar por apresentar a distribuição dos resultados nos subtestes de Aritmética e Composição de Objectos em função do grupo experimental e do grupo de controlo. A Tabela 3.2 apresenta a média e o desvio-padrão dos resultados nos subtestes de Aritmética e Composição de Objectos, tendo em conta o grupo experimental, o grupo de controlo e a amostra total.

Tabela 3.2- Distribuição dos resultados médios nos subtestes de Aritmética e Composição de Objectos.

Subteste	Amostra	N	M	DP	SEM	K-S	Assimetria (g1)	Kurtose (g2)	Levene
Aritmética	GE	41 (39.05)	12.39	2.76	.43	.000	-.145 (-0.99, 0.70)	-.532 (-1.37, 0.31)	.013
	GC	64 (60.95)	11.06	3.91	.49	.000	.587 (-0.37, 1.55)	-.655 (-1.62, 0.31)	.298
	T	105 (100)	11.58	3.55	.35	.001	.281 (-0.41, 0.97)	-.738 (-1.42, -0.05)	.023
Composição de Objectos	GE	41 (39.05)	11.32	3.06	.48	.020	.041 (-0.90, 0.98)	-.433 (-1.37, 0.51)	.067
	GC	64 (60.95)	10.25	3.36	.42	.020	-.219 (-1.04, 0.60)	-.685 (-1.51, 0.14)	.886
	T	105 (100)	10.67	3.27	.32	.006	-.171 (-0.80, 0.46)	-.505 (-1.13, 0.12)	.443

Podemos verificar que o grupo experimental apresenta um resultado médio ligeiramente superior ao grupo de controlo em ambos os subtestes. Os resultados médios do grupo experimental são também ligeiramente superiores aos resultados médios da amostra total (**Anexo C**).

3.3.2 Análise inferencial

A significância da diferença entre os resultados médios dos subtestes de aritmética e de composição de objectos do grupo experimental (GE) e do grupo de controlo (GC) foi avaliada com o teste t-student para amostras independentes (**H1**). Os pressupostos deste método estatístico, nomeadamente as normalidades das distribuições foram avaliadas com o teste de Kolmogorov-Smirnov com a correcção de Lilliefors (Tabela 3.2). Tendo-se observado um desvio à normalidade no recurso a este teste, procedeu-se ao cálculo dos coeficientes de assimetria e curtose. Estes coeficientes permitem assumir a distribuição normal dos resultados nos subtestes quer no grupo experimental, quer no grupo de controlo (Tabela 3.2). A homogeneidade das variâncias de ambos os subtestes foram avaliadas com o teste de Levene. Verificamos que apenas o grupo experimental apresenta um desvio ao pressuposto da homogeneidade das variâncias se considerarmos o subteste de Aritmética.

Apesar disso, alguns autores defendem que podemos utilizar os testes paramétricos quando a amostra é superior a 30 sujeitos, independentemente da validação dos pressupostos requeridos (Gravetter & Wallnau, 2000; Pallant, 2001). Consideraram-se estatisticamente significativas as diferenças entre médias cujo p-value do teste foi inferior ou igual a 0.05. O *d* de Cohen é apresentado como a medida de dimensão do efeito como descrito em Maroco (2007) (**Anexo D**).

De acordo com o teste t-student verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo apenas no subteste de Aritmética ($t(101.934) = -2.036$; $p = .044$; $d = .39$). Pelo contrário, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas se considerarmos o subteste Composição de Objectos ($t(103) = -1.642$; $p = .104$; $d = .33$). A dimensão do efeito é média. As Figuras 3.1 e 3.2 ilustram as diferenças na distribuição dos resultados médios entre o grupo experimental e o grupo de controlo em ambos os subtestes.

Figura 3.1 – Distribuição dos resultados médios no subteste de Aritmética em função do grupo experimental e do grupo de controlo.

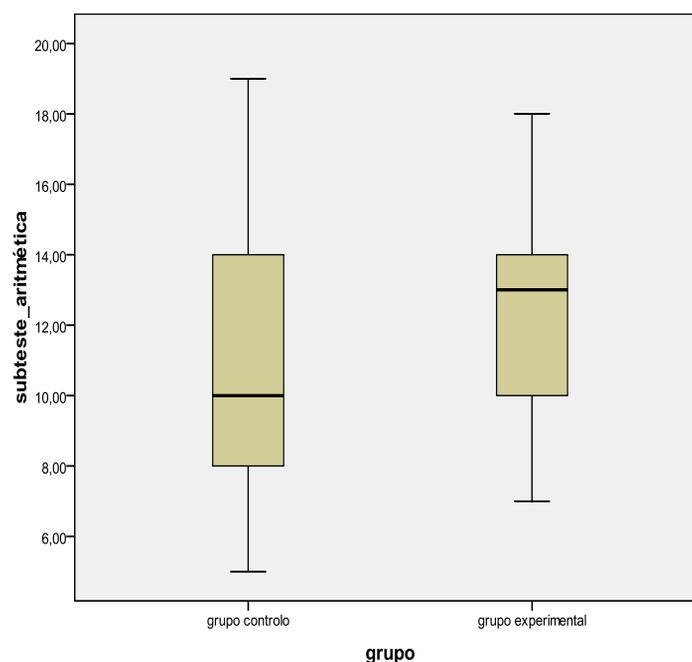
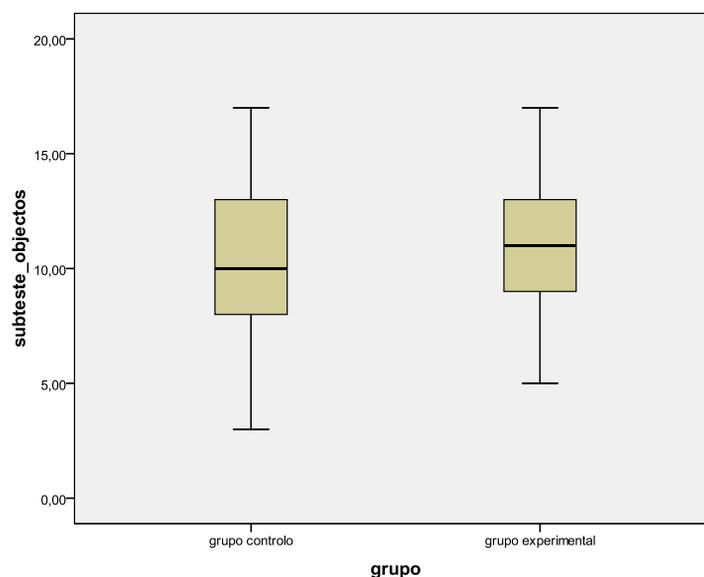


Figura 3.2 - Distribuição dos resultados médios no subteste de Composição de Objectos em função do grupo experimental e do grupo de controlo.



3.4 Resultados em função do desempenho académico na disciplina de Matemática

3.4.1 Análise descritiva

Passamos agora à exposição dos resultados nas disciplinas de Matemática, tendo em conta a amostra global e, especificamente, o grupo experimental e o grupo de controlo. Na Tabela 3.3 apresentamos a distribuição do desempenho académico na disciplina de Matemática.

Tabela 3.3 - Distribuição dos resultados na disciplina de Matemática.

Disciplina	Amostra	N (%)	Me	Quartis			Classificação							
				25	50	75	Muito bom		Bom		Suficiente		Insuficiente	
							N	%	n	%	n	%	n	%
	GE	34 (35,15)	Muito bom	3	4	4	22	64,7	8	23,5	4	11,8	0	–
Matemática	GC	63 (64,95)	Bom	3	3	4	19	30,2	33	52,4	8	12,7	3	4,8
	T	97 (100)	Bom	3	3	4	41	42,3	41	42,3	12	12,4	3	3,1

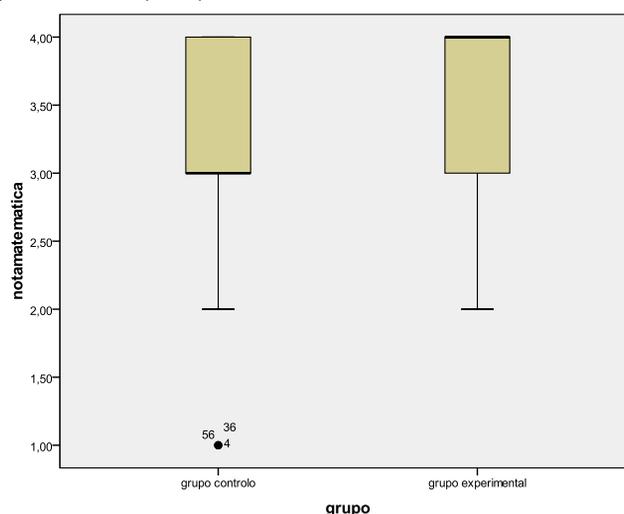
Na leitura da Tabela verificamos que a mediana da classificação na disciplina de Matemática é Bom. Comparativamente, o grupo experimental apresenta uma classificação superior na disciplina de Matemática,

observando-se neste grupo uma percentagem superior relativamente à classificação “Muito bom” e ausência de classificação “Insuficiente” (**Anexo E**).

3.4.2 Análise inferencial

Para testar se o grupo experimental apresenta um desempenho superior na disciplina de Matemática (variável medida numa escala tipo 1 — Insuficiente; a 4 — Muito bom) recorremos ao teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney (**H2**). A análise estatística foi efectuada com o recurso ao *software* SPSS (v.17, SPSS Inc. Chicago, IL) para $\alpha=0.05$ (**Anexo F**). Os participantes do grupo experimental apresentam um desempenho superior na disciplina de Matemática e as diferenças observadas são estatisticamente significativas ($U=717$; $W=2733$; $p=.002$). A Figura 3.3 ilustra a distribuição dos resultados nos dois grupos.

Figura 3.3 – Diagrama de extremos e quartis do desempenho na disciplina de Matemática dos participantes do grupo experimental ($n=34$) e do grupo de controlo ($n=63$).



3.4.3 Coeficientes de correlação entre o desempenho académico e os subtestes da WISC-III

Após termos analisado os resultados nos subtestes da WISC-III e os resultados académicos isoladamente, recorremos aos coeficientes de correlação de Pearson para testar se o desempenho académico está significativamente correlacionado com os resultados nos subtestes da WISC-III. Verificamos que existe uma correlação positiva, de forte intensidade e estatisticamente significativa entre o desempenho na disciplina de Matemática e os resultados nos subtestes de aritmética ($r=.547$; $p<.001$; $N=97$). Por outro lado, verificamos que existe uma correlação igualmente significativa entre o desempenho na disciplina de Matemática e os resultados no subteste de composição de objectos ($r=.341$; $p=.001$; $N=97$) (**Anexo G**).

3.5 Resultados em função do NSE por referência à profissão do pai

3.5.1 Análise descritiva

Passamos assim a analisar a amostra em função do NSE tomando como referência a profissão do pai (Wechsler, 2003). A Tabela 3.4 apresenta a distribuição dos participantes em função da profissão do pai e do tipo de ensino.

Tabela 3.4 – Distribuição dos participantes em função da profissão do pai e tipo de ensino.

Tipo de ensino	Código Profissão do pai	Profissão do pai	n	%
Música	a	directores e quadros dirigentes	8	22.20
	b	profissionais intelectuais e científicos	19	52.80
	c	profissionais técnicos e intermédios	4	11.10
	d	empregados administrativos	3	8.30
	f	trabalhadores da indústria e dos transportes	1	2.80
	h	forças armadas	1	2.80
	T		36	100.00
Regular	a	directores e quadros dirigentes	8	12.90
	b	profissionais intelectuais e científicos	15	24.20
	c	profissionais técnicos e intermédios	15	24.20
	d	empregados administrativos	1	1.60
	e	empregados do comércio e serviços pessoais	7	11.30
	f	trabalhadores da indústria e dos transportes	7	11.30
	g	trabalhadores não qualificados	6	9.70
	h	forças armadas	3	4.80
T		62	100.00	

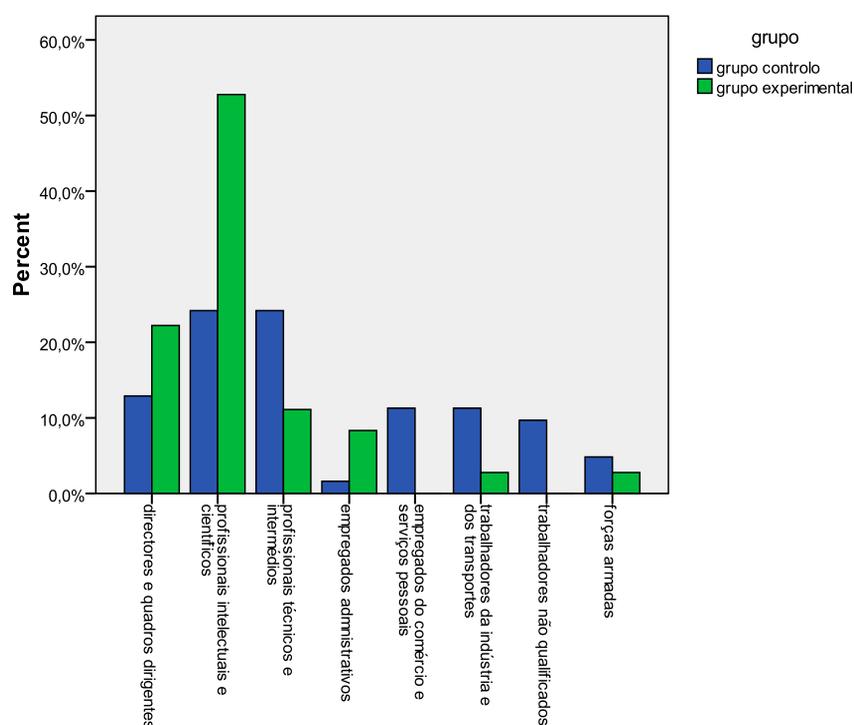
Podemos verificar que a maioria dos participantes que frequenta o ensino vocacional de música se insere na categoria socioprofissional “*profissionais intelectuais e científicos*”. Por outro lado, a grande fatia dos participantes que frequentam o ensino regular dividem-se equitativamente pelas categorias socioprofissionais “*profissionais intelectuais e científicos*” e “*profissionais técnicos e intermédios*”. Verificamos que determinadas categorias socioprofissionais não estão representadas pelos participantes do ensino vocacional de música, designadamente: (i) as categorias “*empregados do comércio e serviços pessoais*”; e (ii) “*trabalhadores não qualificados*”. Por outro lado, verificamos que as categorias com menos expressão no grupo do ensino de

música são os “trabalhadores da indústria e dos transportes” e as “forças armadas”, enquanto que no grupo do ensino regular essa posição é ocupada pelos “empregados administrativos”.

3.5.2 Análise inferencial

Para testar se frequentar o ensino vocacional de música depende do NSE, recorremos ao teste do Qui-quadrado. Note-se que se utilizou os resultados do teste exacto de acordo com a Simulação de Monte-Carlo, uma vez que as condições de aproximação da distribuição do teste à distribuição do Qui-quadrado não se verificaram (Maroco, 2007). Assim, podemos concluir, com mais confiança, que frequentar o ensino vocacional de música depende do NSE ($\chi^2_{8} = 20.913$; $p = .002$; $N = 98$) (H4a) (ANEXO M). A Figura 3.4 apresenta a distribuição da amostra em função da profissão do pai.

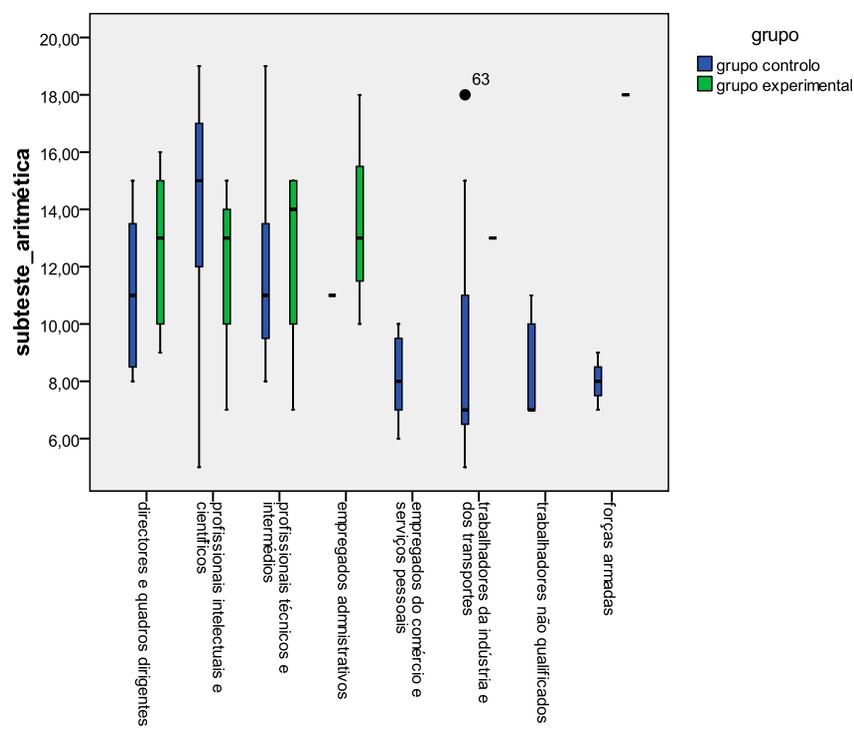
Figura 3.4 – Distribuição dos participantes do grupo experimental e do grupo de controlo em função da profissão do pai.



Para testar se o NSE estaria a influenciar os resultados do grupo experimental e do grupo de controlo relativamente aos subtestes de aritmética e composição de objectos recorremos à ANOVA *oneway* seguida do teste post hoc de Scheffé. Relativamente aos resultados no subteste de aritmética, verificamos que, tomando como referência a profissão do pai, o NSE dos sujeitos apresenta um efeito estatisticamente significativo sobre os resultados no subteste de aritmética [$F_{7, 90} = 3.762$; $p < .01$; $\eta^2_p = .226$; potência = .970]. De acordo com o teste post hoc LSD, as diferenças estatisticamente significativas entre grupos socioeconómicos verificam-se

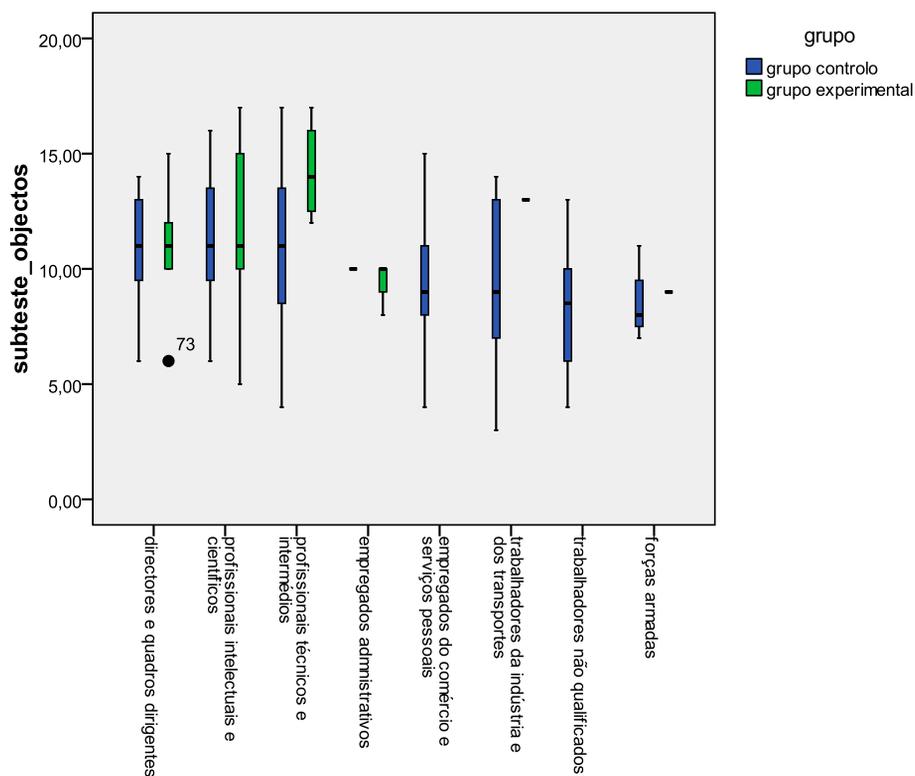
entre: (i) $a > e$; (ii) $a > g$; (iii) $b > e$; (iv) $b > f$; (v) $b > g$; (vi) $c > e$; (vii) $c > g$; (viii) $d > e$; (ix) $d > g$ (**H4b**) (**ANEXO N**). A Figura 3.5 apresenta a distribuição dos resultados no subteste de aritmética em função da profissão do pai.

Figura 3.5 – Distribuição dos resultados no subteste de aritmética em função da profissão do pai.



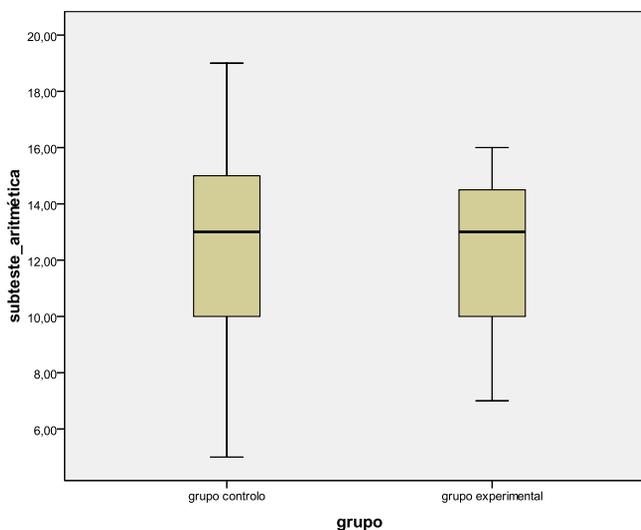
Quanto aos resultados no subteste de composição de objectos, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas em função da profissão do pai [$F_{7, 90} = 1.614$; $p = .142$; $\eta^2_p = .142$; potência = .638] (**H4c**) (**ANEXO N**). A Figura 3.6 apresenta a distribuição dos resultados no subteste de composição de objectos em função da profissão do pai.

Figura 3.6 – Distribuição dos resultados no subteste de objectos em função da profissão do pai.



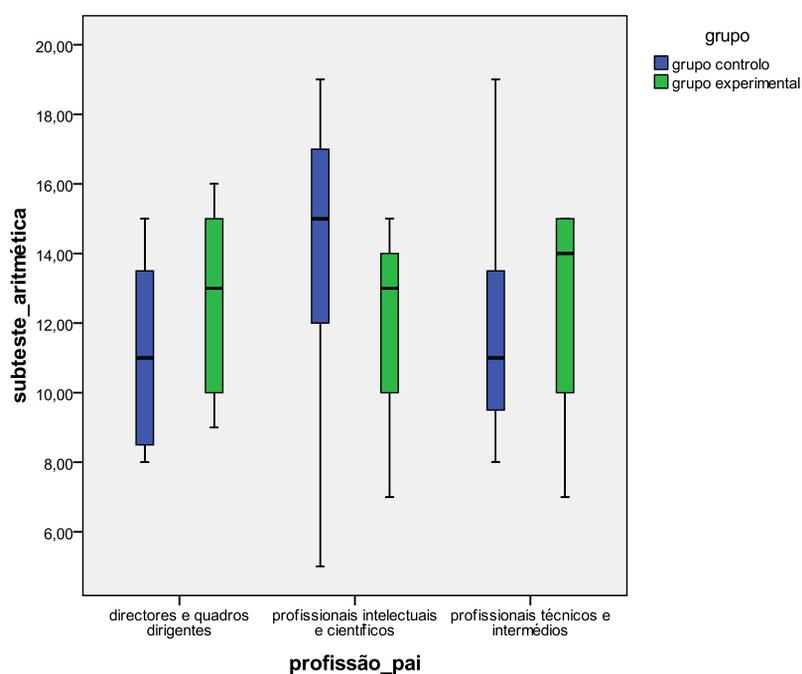
Partindo da análise descritiva e inferencial desta alínea, vamos apenas considerar as seguintes categorias sócio-profissionais: (i) directores e quadros dirigentes; (ii) profissionais intelectuais e científicos; (iii) profissionais técnicos e intermédios. Com efeito, recorreremos novamente ao teste t-student para verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo no subteste de aritmética em função da profissão do pai. Podemos verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo no subteste de aritmética, se considerarmos apenas os participantes das categorias sócio-profissionais (i) directores e quadros dirigentes, (ii) profissionais intelectuais e científicos e (iii) profissionais técnicos e intermédios [$t(65,379)=.423$; $p=.679$] (**H4b**). A Figura 3.7 apresenta os resultados do grupo experimental e do grupo de controlo no subteste de aritmética tendo em conta apenas essas categorias sócio-profissionais (**ANEXO O**).

Figura 3.7 – Distribuição dos resultados médios no subteste de aritmética em função da frequência no ensino vocacional de música.



A Figura 3.8 apresenta a distribuição dos resultados do grupo experimental e do grupo de controlo no subteste de aritmética em função das categorias sócio-profissionais em estudo.

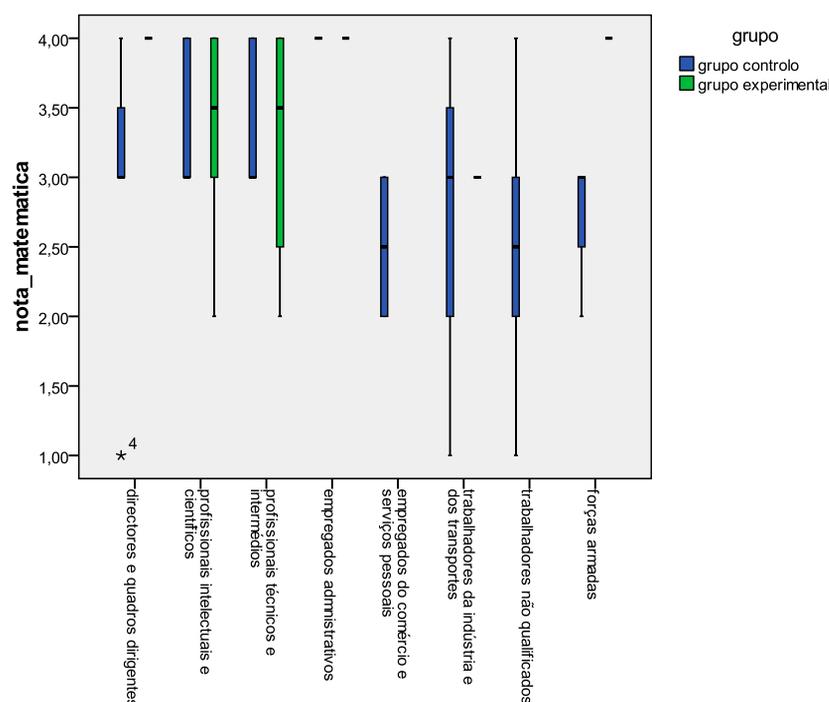
Figura 3.8 – Distribuição dos resultados no subteste de aritmética em função das categorias sócio-profissionais do grupo experimental e do grupo de controlo.



Passamos agora a analisar os resultados na disciplina de Matemática em função do NSE. Para testar se o NSE está a influenciar os resultados do grupo experimental e do grupo de controlo relativamente à classificação na disciplina de Matemática recorreremos ao teste de Kruskal-Wallis. Deste modo, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas nos resultados médios da disciplina de Matemática em função da profissão do pai [$\chi^2_{KW} (7)=19.699$; $p=.006$; $N=95$]. De acordo com o teste *post hoc* LSD, as diferenças estatisticamente significativas entre grupos socioeconómicos verificam-se entre: (i) a > e; (ii) a > f; (iii) a > g; (iv) b > e; (v) b > f; (vi) b > g; (vii) c > e; (viii) c > f; (ix) c > g; (x) d > e; (xi) d > f; (xii) d > g (**ANEXO P**) (**H4d**). A Figura 3.5 apresenta a distribuição dos resultados na disciplina de Matemática em função da profissão do pai.

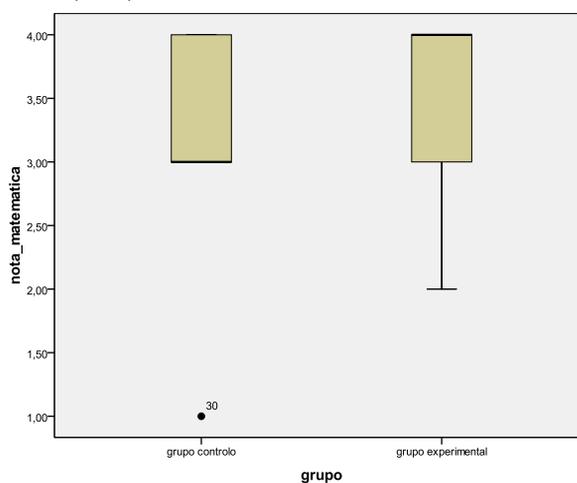
A figura 3.9 apresenta a classificação do grupo experimental e do grupo de controlo na disciplina de Matemática em função da profissão do pai.

Figura 3.9 – Distribuição dos resultados na disciplina de Matemática em função da profissão do pai (N=68).



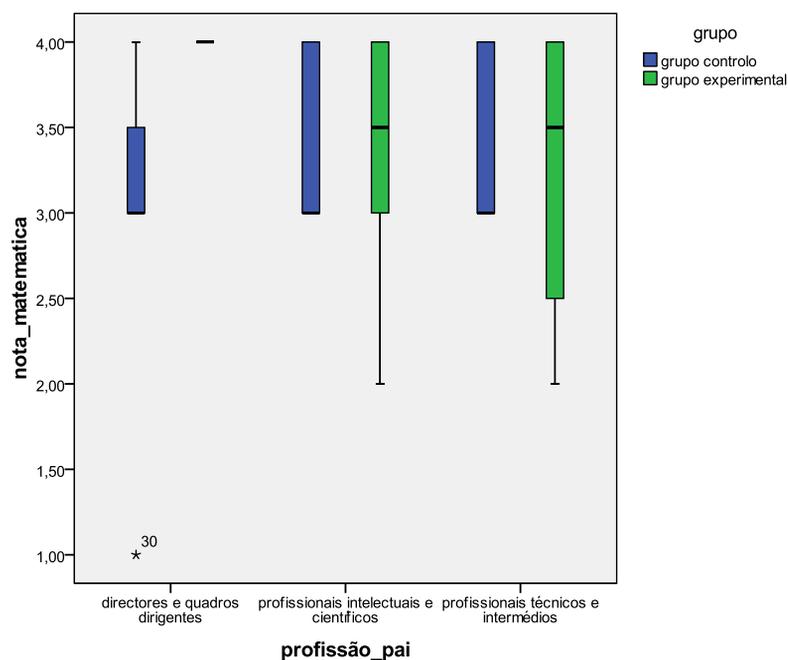
Partindo da análise inferencial anterior, vamos considerar apenas os participantes das seguintes categorias sócio-profissionais: (i) directores e quadros dirigentes; (ii) profissionais intelectuais e científicos; (iii) profissionais técnicos e intermédios. Com efeito, recorreremos ao teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney para testar se existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo no desempenho a Matemática. Deste modo, pudemos verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo quanto à classificação na disciplina de Matemática ($U=472.5$; $W=108.5$; $p=.177$) (**H4d**) (**ANEXO Q**). A Figura 3.9 ilustra a distribuição dos resultados nos dois grupos.

Figura 3.10 – Diagrama de extremos e quartis do desempenho na disciplina de Matemática em função do grupo experimental (n=30) e do grupo de controlo (n=38)



A Figura 3.11 apresenta a distribuição dos resultados do grupo experimental e do grupo de controlo no subteste de aritmética em função das categorias sócio-profissionais em estudo.

Figura 3.11 – Distribuição dos resultados na disciplina de Matemática em função das categorias sócio-profissionais em estudo.



3.6 Resultados em função do treino e desempenho musical

3.6.1 Análise descritiva

Por último, vamos analisar os resultados em função da frequência e alguns parâmetros relacionados com o ensino vocacional de música. Começamos por apresentar a distribuição das classificações ao nível do desempenho no ensino de música. A Tabela 3.4 apresenta a distribuição das classificações dos participantes no ensino vocacional de música.

Tabela 3.5 – Distribuição da classificação dos participantes no ensino vocacional de música.

Classificação	Grupo experimental	
	n	%
Excelente	8	29.6
Muito Bom	9	33.3
Bom	10	37.0
Total	27	100

Podemos, acima de tudo, salientar que os participantes apresentam maioritariamente classificações muito elevadas, estando ausentes classificações de “Suficiente” e “Insuficiente” (**Anexo H**).

Passamos então a analisar a distribuição dos participantes em função de variáveis como a idade de entrada no ensino vocacional de música, o número de anos de treino musical e o número de horas de treino semanal. A Tabela 3.5 apresenta a distribuição dos participantes em função dessas três variáveis.

Tabela 3.6 – Distribuição dos participantes em função da idade de entrada no ensino vocacional de música, do nº de anos de treino musical e do nº de horas de treino semanal de música.

		Idade de início	Nº de anos de treino musical	Nº de horas de treino semanal
Média		6.89	2.53	3.63
Mediana		7	3	3.50
Percentis	25	1	1	3.00
	50	3	3	3.50
	75	4	4	4.50
Total	N	35	35	13

Verificamos que, em média, os sujeitos começaram a estudar música com 7 anos de idade, pelo que apresentam sensivelmente três anos de treino musical. Relativamente ao nº de horas semanais de treino musical, verificamos que a amplitude varia entre as duas e as seis horas semanais. Em média, os encarregados de educação referem que os seus educandos estudam quatro horas semanais (**Anexo I**). A este respeito podemos dizer que alguns encarregados de educação acrescentaram ao nº de horas de estudo, o período de aulas semanais do ensino vocacional de música conforme consta nos questionários.

3.6.2 Análise inferencial

Pretendemos assim avaliar a correlação entre o desempenho musical e os resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos, recorrendo aos coeficientes paramétricos de correlação de Pearson. Vamos então iniciar a exposição dos resultados em função do desempenho no ensino vocacional de música (**H5a**). Quanto a esta hipótese, podemos afirmar que o desempenho musical e os subtestes de Aritmética ($r=-.049$; $p=.807$; $N=27$) e de Composição de Objectos ($r=-.186$; $p=.353$; $N=27$) não estão estatisticamente e significativamente correlacionados (**Anexo J**).

Da mesma forma, avaliamos a correlação entre o desempenho musical e o desempenho académico na disciplina de Matemática, utilizando os coeficientes de correlação ρ de Spearman e tau de Kendall (**H5b**). Também verificamos que não existe uma correlação estatisticamente significativa entre o desempenho musical e o desempenho académico se considerarmos a classificação na disciplina de Matemática ($\rho=-.028$; $p=.893$; $T=-.028$; $p=.879$; $N=25$) (**Anexo K**).

Por outro lado, pretendemos avaliar a correlação entre o desempenho musical, a idade de início e o número de anos e o número de horas semanal de treino musical, pelo que recorremos ao coeficiente de correlação ρ de Spearman, respectivamente (**H5c**). Relativamente a esta hipótese podemos afirmar que não existe uma correlação estatisticamente significativa entre o desempenho musical e o número de anos de frequência do ensino vocacional de música ($\rho=.352$; $p=.072$; $N=27$). No entanto, se considerarmos a idade com que os participantes iniciaram o treino musical verificamos que existe uma correlação negativa, de média intensidade e estatisticamente significativa entre esta variável e o desempenho musical se utilizarmos o coeficiente de correlação ρ de Spearman ($\rho=-.442$; $p=.021$; $N=27$). Quanto ao número de horas de treino musical verificamos que não existe uma correlação estatisticamente significativa relativamente ao desempenho no ensino vocacional de música ($\rho=-.484$; $p=.094$; $T=-.384$; $p=.116$; $N=13$) (**Anexo L**)

3.7 Discussão e síntese

Da exposição dos resultados verificamos que, numa primeira análise, existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo, ou seja, entre os alunos que frequentam o ensino vocacional de música e aqueles que apenas frequentam o ensino regular, respectivamente. No entanto, essas diferenças não são generalizáveis a ambos os subtestes da WISC-III, nem a superioridade do grupo experimental se concretiza num resultado padronizado muito superior ao resultado médio do grupo de controlo (apenas 1 ponto padronizado no subteste de aritmética).

Com efeito, quanto à nossa primeira hipótese, a nossa análise concluiu que frequentar o ensino vocacional de música resulta na obtenção de *scores* mais elevados no subteste de aritmética, tal como esperávamos. Contudo, deparámo-nos com um resultado algo inesperado se tivermos em conta alguns estudos estrangeiros com um *design* experimental semelhante (Graziano et al., 1999; Rauscher, 1997). Na verdade, as diferenças entre os *scores* médios do subteste de composição de objectos no grupo experimental e no grupo de controlo não foram estatisticamente significativas. Tendo em conta que o subteste composição de objectos da WISC-III mede adequadamente o raciocínio espacial-temporal, então os estudos que sustentam a associação entre a aptidão musical e o raciocínio espacial-temporal implicado na matemática (Graziano et al., 1999; Rauscher, 1997) entrariam em rota de colisão com esta primeira análise. Assim, apenas verificamos que o grupo experimental apresenta um resultado superior e estatisticamente significativo no subteste de aritmética, ou seja, os alunos que frequentam o ensino vocacional de música apresentam, em média, resultados superiores apenas no subteste de aritmética da WISC-III comparativamente aos alunos sem treino musical (H1). Relativamente ao subteste de composição de objectos, os resultados não confirmam as nossas expectativas e chegam mesmo a contradizer as conclusões veiculadas noutros estudos (Graziano et al., 1999; Rauscher, 1997), uma vez que o grupo experimental apresenta apenas um resultado superior e estatisticamente

significativo no subteste de aritmética. Podemos adiantar uma explicação que se prende com a idade de ingresso no ensino vocacional de música, já que os nossos participantes iniciaram a aprendizagem por volta dos 7 anos de idade. Alguns estudos salientam que quanto menor for a idade de iniciação musical (de um modo geral, antes dos 7 anos), maior o impacto ao nível da aquisição de outras habilidades cognitivas, designadamente, habilidades espaciais-temporais, implicadas na aquisição de conhecimentos na disciplina de Matemática (Hetland, 2000). Com efeito, a realização de mais investigação com uma população que tenha iniciado os estudos musicais antes dos 7 anos de idade e apresente o mesmo número de anos de treino musical e de horas semanais de treino poderão conduzir-nos a resultados que nos esclareçam melhor sobre esta questão. Dada a pequena magnitude dos resultados, existirão possivelmente variáveis intermédias que possam explicar as diferenças assinaladas entre o grupo experimental e o grupo de controlo no subteste de aritmética. Aliás, alguns autores chegaram mesmo a contestar os estudos que dão particular destaque à associação entre a aprendizagem musical e o desenvolvimento de competências espaciais-temporais e mesmo com o sucesso no desempenho académico na disciplina de Matemática (Crmec et al., 2006; Demorest & Morrison, 2000). Por exemplo, o nível sócio-económico (NSE), a par das características pessoais dos alunos (e.g. persistência, auto-disciplina), poderão eventualmente constituir variáveis mediadoras da relação entre a frequência do ensino vocacional de música e o desempenho em habilidades cognitivas específicas (H1) e o desempenho académico a Matemática (H2).

Claramente, a nossa segunda hipótese vem apoiar os resultados apresentados na primeira análise. Assim, o grupo experimental apresenta um desempenho académico superior e estatisticamente significativo na disciplina de matemática, comparativamente ao grupo de controlo (H2). Com efeito, considerando os resultados no subteste de aritmética bem como o desempenho académico na disciplina de matemática, os participantes que frequentam o ensino vocacional de música obtiveram melhores resultados que os alunos sem treino musical. Existem vários estudos que chegaram a conclusões semelhantes, afirmando que a aprendizagem e treino musical estariam implicados no sucesso académico em disciplinas como a Matemática (Garland & Kahn, 1995; Gouzouasis et al., 2007). Este estudo vem apoiar esses resultados, tal como esperávamos.

Paralelamente, verificamos que o subteste de aritmética e de composição de objectos aparecem significativamente e estatisticamente correlacionados com o desempenho académico na disciplina de matemática. Ora isto implica que, quanto mais elevados forem os *scores* nos subtestes de aritmética e de composição de objectos, maior será o desempenho académico do aluno na disciplina de Matemática e, da mesma forma, quanto mais reduzidos forem os *scores* de aritmética e composição de objectos, menor será o desempenho académico na disciplina de Matemática (H3). Tal como esperado, estes resultados apoiam a literatura que correlaciona os testes de inteligência com o desempenho académico (Lemos, 2007; OECD, 2003; Wong, 2000). Para além disso, podemos dizer que existem habilidades implícitas à realização destes subtestes que aparecem significativamente associadas a competências implicadas no desempenho académico na disciplina de Matemática. Assim, podemos afirmar que os conhecimentos de aritmética e o raciocínio espacial-

temporal medidos, respectivamente, pelo subteste de aritmética e de composição de objectos estão implicados na aquisição do pensamento matemático.

Todavia, parece-nos essencial reflectir, nesta fase, sobre a importância da homogeneidade na constituição da amostra quanto ao NSE, tomando como referência a profissão do pai (H4). De facto, a nossa quarta hipótese aponta, claramente, que o NSE influencia os resultados do grupo experimental e do grupo de controlo no subteste de aritmética e o desempenho na disciplina de Matemática. Assim, verificamos, numa primeira fase, que o grupo experimental pertence a grupos sócio-profissionais específicos, designadamente, os profissionais intelectuais e científicos (mais de 50%), enquanto o grupo de controlo apresenta uma constituição mais heterogénea. Paralelamente, o grupo experimental é constituído por alunos de escolas privadas do ensino vocacional de música, ao passo que os participantes do grupo de controlo frequentam escolas públicas e privadas. Com efeito, verificamos que a participação no ensino vocacional de música depende do NSE (H4a) e está associada, predominantemente, aos profissionais intelectuais e científicos, enquanto o grupo de controlo se distribui mais uniformemente pelos grupos sócio-profissionais em estudo. De facto, podemos constatar a ausência de determinados grupos sócio-profissionais no grupo experimental, designadamente, os empregados do comércio e serviços pessoais e os trabalhadores não qualificados, que, por outro lado, estão representados no grupo de controlo. Seguidamente, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas nos resultados do subteste de aritmética e no desempenho na disciplina de matemática em função da profissão do pai (H4b, H4d), sendo que os resultados mais elevados correspondem às seguintes categorias sócio-profissionais: (i) profissionais intelectuais e científicos; (ii) directores e quadros dirigentes; (iii) profissionais técnicos e intermédios; (iv) empregados administrativos. Por outras palavras, podemos afirmar que os resultados no subteste de aritmética e o desempenho na disciplina de matemática (superioridade do grupo experimental face ao grupo de controlo) estão a ser influenciados pelas diferenças nos resultados entre dois grandes grupos de categorias sócio-profissionais. No primeiro grupo consideramos as seguintes categorias sócio-profissionais, designadamente: (i) profissionais intelectuais e científicos; (ii) directores e quadros dirigentes, (iii) profissionais técnicos e intermédios e os empregados administrativos, que apresentam, de um modo geral, resultados superiores e são expressivas no grupo experimental e no grupo de controlo. No segundo grupo, consideramos as seguintes categorias sócio-profissionais: (i) empregados do comércio e serviços pessoais; (ii) trabalhadores da indústria e dos transportes; (iii) trabalhadores não qualificados; e (iv) forças armadas, que apresentam, de um modo geral, resultados inferiores e são menos expressivas no grupo experimental. Assim, numa tentativa de homogeneizar a nossa amostra relativamente à variável profissão do pai, optamos por considerar apenas as seguintes categorias sócio-profissionais: (i) profissionais intelectuais e científicos; (ii) directores e quadros dirigentes; (iii) profissionais técnicos e intermédios. Neste caso, verificamos que não existem diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo no subteste de aritmética (H4b) e no desempenho a matemática (H4d).

Curiosamente, não existem diferenças estatisticamente significativas nos resultados do subteste de composição de objectos em função da profissão do pai (H4c), pelo que podemos adiantar que o NSE, por referência à profissão do pai, possa apenas influenciar o desempenho em determinadas habilidades cognitivas, neste caso, habilidades implicadas no raciocínio matemático.

Por outro lado, se considerarmos apenas o grupo experimental, verificamos que o desempenho neste tipo de ensino apresenta uma correlação negativa com os subtestes de aritmética e composição de objectos (H5a). De igual modo, o desempenho musical não está correlacionado com o desempenho na disciplina de Matemática (H5b). A confirmarem-se estes resultados, diríamos que ser bom aluno a música não implica ter resultados médios superiores nos subtestes de aritmética e composição de objectos, da mesma forma que um aluno com um desempenho excepcional num destes subtestes não tem necessariamente um desempenho superior a música. Por outras palavras, dizemos que ser um bom aluno a matemática não implica ser bom aluno a música, assim como ser um aluno superior a música não é condição *sine qua non* para apresentar um desempenho superior na disciplina de matemática. Estes resultados não vão ao encontro do esperado, não obstante parecem-nos passíveis de explicação tendo em conta que os participantes em causa situam-se ao nível preparatório do ensino vocacional de música. Seria de todo interesse apostar futuramente em estudos com alunos não só do ensino básico mas também do ensino complementar e/ou superior a fim de perceber em que medida esse factor poderá (ou não) estar implicado nos resultados observados.

Por último, deparamo-nos com resultados contraditórios quanto à implicação da idade de início e do número de anos de treino musical no nível de desempenho musical. Por outras palavras, verificamos que a idade de início da aprendizagem musical parece estar implicada no nível de desempenho musical, ao passo que o número de anos de treino musical não é determinante, à semelhança do que verificamos quanto ao impacto do número de horas de treino semanal no nível de desempenho musical (H5c). Estes resultados contrpõem-se à investigação neste domínio (e.g. Crncec et al., 2006; Demorest & Morrison, 2000). À semelhança do que aconteceu para as nossas hipóteses imediatamente anteriores (H5a e H5b), a integração recente dos participantes no ensino vocacional de música poderá estar a interferir nos resultados. De facto, esperávamos que os alunos com um maior número de anos de treino musical apresentassem um desempenho musical superior, assim como aqueles alunos que estudam um maior número de horas por semana, apresentassem um desempenho superior. Verificámos que, em média, os participantes frequentam o ensino especializado há sensivelmente três anos, tendo iniciado os estudos musicais com 7 anos de idade. Contudo, a idade dos participantes (9 e 10 anos) ou a pouca experiência musical poderão estar a interferir nos resultados, sendo que estudos com alunos do ensino básico, complementar e/ou superior pudessem constituir um *apport* de relevo. Talvez, características pessoais como a persistência, auto-disciplina e capacidade de estudo possam não ser tão decisivas no desempenho musical, mas ainda assim, consideramos fundamental a realização de investigação suplementar a este respeito.

CONCLUSÃO

O presente estudo considerou uma amostra de 105 alunos, em que 41 deles frequentavam o ensino preparatório vocacional de música (grupo experimental), enquanto os 64 restantes frequentavam apenas o ensino regular (grupo de controlo). Todos os participantes tinham idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos de idade e frequentavam o quarto ano do 1º ciclo do Ensino Básico. Posto isto, foram recolhidos dados sócio-demográficos e académicos, nomeadamente, a classificação obtida na disciplina de Matemática. Paralelamente, recolhemos outros parâmetros associados ao ensino especializado de música, nomeadamente, o desempenho neste tipo de ensino. Procedemos então à avaliação de determinadas habilidades cognitivas associadas com a aptidão musical, recorrendo para o efeito aos subtestes de aritmética e composição de objectos da WISC-III.

Os resultados apontam vários pontos de interesse, designadamente, o desempenho superior dos alunos com treino musical nos subtestes de aritmética e a, um nível académico, na disciplina de matemática. As diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo são, no entanto, diminutas, especialmente se considerarmos o subteste de aritmética (1 ponto padronizado). Deste modo, se considerarmos a influência do NSE, por referência à profissão do pai, verificamos que estas diferenças se anulam. Com efeito, as diferenças nos *scores* dos subtestes de aritmética entre o grupo experimental e o grupo de controlo, a par de classificações elevadas na disciplina de matemática parecem ser melhor explicadas pelo NSE. De facto, frequentar o ensino vocacional de música parece implicar um estatuto sócio-económico mais elevado, sobretudo quando recorremos ao ensino privado. Naturalmente, não podíamos excluir a hipótese de que as diferenças mínimas encontradas entre o grupo experimental e o grupo de controlo no subteste de aritmética não se ficassem a dever a um desequilíbrio associado a diferenças no nível sócio-económico entre os participantes do grupo experimental e do grupo de controlo. Ainda assim, Flieller (2001) refere que os ganhos de qualificação profissional dos pais não permitem explicar mais do que 5% da progressão dos resultados na WISC-III se considerarmos a profissão do pai como medida do nível sócio-económico (Weschler, 2003).

Por outro lado, os resultados sugerem que frequentar o ensino vocacional de música não significa uma mais-valia na aquisição de habilidades espaciais-temporais, medidas a partir do subteste composição de objectos. Curiosamente, o NSE não influenciou os resultados no subteste de composição de objectos do grupo experimental e do grupo de controlo. Em segundo lugar, ambos os subtestes de aritmética e composição de objectos aparecem correlacionados com o desempenho académico na disciplina de matemática. Quer isto dizer que as habilidades cognitivas que se prendem com o raciocínio aritmético e espacial-temporal parecem estabelecer uma relação importante com o desempenho académico a Matemática.

Por outro lado, não retiramos a mesma ilação quando correlacionamos o desempenho no ensino vocacional de música com os *scores* obtidos nos subtestes, nem com as classificações obtidas pelos alunos na

disciplina de Matemática. Por fim, gostaríamos ainda de destacar que, procedendo a uma análise focalizada no grupo de alunos com treino musical, o seu desempenho musical parece estar associado à idade de início do treino musical, mas, ainda assim, não estar dependente do número de anos de treino musical e tão pouco do número de horas semanais de prática musical. Decerto que estudos com uma amostra de dimensão diferente e alargados a outros níveis de formação musical poderiam contribuir para uma compreensão mais refinada destes resultados.

Sabemos pelo mundo fora que o posicionamento da música no plano curricular académico é incerto e pouco especializado (Crncec et al., 2006). A literatura sugere que ouvir e ter aulas de música pode ter um impacto em habilidades não-musicais, o que justificaria a inclusão de um ensino mais especializado de música no plano de estudos. Assim, mesmo que a investigação seja contraditória e falhe em sustentar a transferência de habilidades musicais para outros domínios cognitivos e académicos, o certo é que a música pode ocupar um lugar mais preponderante no nosso sistema educativo sem prejudicar a aquisição de outras habilidades cognitivas e o desempenho académico geral (Crncec et al., 2006). Para além disso, o ensino musical artístico bem como outras formas de arte podem contribuir para criar um ambiente académico estimulante e motivante. Os estudantes de sucesso acabam tendencialmente por apresentar habilidades consideradas essenciais em todos os quadrantes, porque essencialmente ser um aluno de excelência na música envolve uma grande dose de auto-disciplina (Rees, 1988; cit. Foundation For Universal Music Literacy, *s.d.*). Um dos professores responsáveis na admissão de alunos da Universidade de Stanford referia, numa entrevista, que, preferencialmente, procuravam alunos que frequentassem aulas de música, estivessem envolvidos numa orquestra, banda sinfónica, coro ou teatro e demonstrassem assim as competências de organização de tempo, níveis de energia e competências sociais requeridas (Hargadon, 1983; cit. Foundation For Universal Music Literacy, *s.d.*).

Assim, alguns autores sugerem que a experiência musical pode influenciar positivamente o desenvolvimento de outras actividades que requeiram persistência. A este respeito podemos acrescentar a sugestão de Goleman (1995) que a capacidade para retardar a nossa gratificação é um sinal de inteligência emocional ou sucesso (cit. Kaschub, 2002). Este autor salienta que aumentar a nossa inteligência emocional pode conduzir a um desempenho superior em testes de medida tradicionais, sendo que Kaschub (2002) acrescenta que a educação musical poderia desempenhar um papel forte ao promover a regulação emocional. Por outras palavras, algumas características pessoais como a persistência e auto-disciplina que envolvem competências de regulação emocional e sociais podem estar a ser esquecidas na equação aprendizagem musical vs aquisição de habilidades cognitivas implicadas no sucesso académico na disciplina de matemática.

Nesta óptica, sugerimos ainda que, futuramente, possam ser tidos em conta estes parâmetros pessoais e sócio-culturais que se possam estar a sobrepor a estes resultados. Posto isto, seria importante realizarem-se mais estudos em território nacional utilizando um procedimento de amostragem aleatório, que, de

uma forma mais rigorosa, contribuíssem para fundamentar os nossos resultados, controlando para o efeito as variáveis intermédias a que a literatura acode neste tópico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreatta, M., & Agon, C. (2009). Special issue: Tiling problems in music guest editors' foreword. *Journal of Mathematics and Music*, 3(2), 63–70.
- Altenmüller, E., Gruhn, W., Parlitz, D., & Liebert, G. (2000). The impact of music education on brain networks: Evidence from EEG-studies. *International Journal of Music Education*, 35, 47-53.
- Akbari, R., & Hosseini, K. (2008). Multiple intelligences and language learning strategies: Investigating possible relations. *International Journal of Educational Technology and Applied Linguistics*, 36(2), 141-155.
- Albuquerque, H., & Oliveira, J. P. (2005). Génese teórica dos sistemas musicais do ocidente. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Almeida, L. S., & Freire, T. (2008). *Metodologia da investigação em psicologia da educação* (5ª Edição). Braga: Psiquilíbrios Edições.
- Azizi, S. A. (2009). Brain to music to brain! *Neuroscience Letters*, 459, 1–2.
- Barker, C. J. (2008). Teacher, producer create CD for math success. Education Today. *The New York Amsterdam News*. April 10-16, 32.
- Beer, M. (1998). *How do mathematics and music relate to each other?*. Brisbane, Queensland, Australia: East Coast College of English.
- Beer, M. (2005). Mathematics and music: Relating science to arts? Acedido em <http://www.michael.beer.name/research/mathandmusic.html>.
- Bilhartz, T. A., Bruhn, R. A., & Olson, J. E. (2000). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 20(4), 615-636.
- Bradshaw, J. L. (1989). Hemispheric specialization and psychological function. Chichester: John Wiley & Sons.
- Burton, H., & Abeles, H. (1999). Learning in and through the arts: Curriculum implications. In E. B. Fiske (Ed.), *Champions of change: The impact of the arts on learning*. Washington DC: Arts Education Partnership.
- Butzlaff, R. (2000). Can music be used to teach reading? *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 167-178.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 402, 826–827.
- Caspurro, H. (2006). *Efeitos da aprendizagem da audição da sintaxe harmónica no desenvolvimento da improvisação* (Tese de Doutoramento, Aveiro, Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro). Acedido em http://www.mulheravestruz.pt/downloads/DocencialInvestigacao/Tese_de_Doutoramento.pdf
- Catterall, J., Chapleau, R., & Iwanaga, J. (1999). Involvement in the arts and human development: general involvement and intensive involvement in music and theatre arts. In E. B. Fiske (Ed.), *Champions of change: The impact of the arts on learning*. Washington DC: Arts Education Partnership.
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development.

Journal of Research in Music Education, 47, 198-212.

- 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.
- Costa-Giomi, E. (2005). Piano lessons of beginning students who persist or drop out: Teacher behavior, student behavior, and lesson progress. *Journal of Research in Music Education*, 53(3), 234-247.
- Cunha, T. F. (2007). *Desenvolvimento do Teste de Processamento Auditivo com estímulos musicais* (Dissertação de Mestrado). Itatiba: Universidade São Francisco.
- Crncec, R., Wilson, S. J., & Prior, M. (2006). The cognitive and academic benefits of music to children: Facts and fiction. *Educational Psychology*, 26(4), 579-594.
- Deasy, R. J. (2002). *Critical links: Learning in the arts and student academic and social development*. Washington, D.C.: Arts Education Partnership.
- Demorest, S. M., & Morrison, S. J. (2000). Does music make you smarter? *Music Educators Journal*, 87(2), 33.
- Dias, A. S. (2005). Exemplos da utilização de alguns princípios formais para operar sobre material musical heterogéneo. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Foundation For Universal Music Literacy (s.d.). How music can dramatically effect your child's development and life-time success: Research materials. Acedido em <http://www.allegorainbow.com/media/pdfs/ChildrenandMusicResearch.pdf>
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1997). Is musical intelligence special? In V. Brummett (ed.), *Ithaca Conference '96 Music as Intelligence: A Sourcebook* (pp. 1-12). Ithaca, New York, USA: Ithaca College Press.
- Garland, T. H., & Kahn, C. V. (1995). *Math and music: Harmonious connections*. Palo Alto, California, USA: Dale Seymour Publications.
- Gaser, C., & Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, 23(92), 40-45.
- Gates, A., & Bradshaw, J. L. (1977). The role of the cerebral hemispheres in music. *Brain and Language*, 4(3), 403-431.
- Goodrum, A. (2003). Relationships between mathematics and music. *Summer Venture of Science and Mathematics: Mathematics and Music*.
- Gordon, E. (1965). *Musical Aptitude Profile: Manual*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Gordon, E. (1987). *The nature, description, measurement, and evaluation of music aptitudes*. Chicago, IL: GIA Publications.
- Gouzouasis, P., Guhnand, M., & Kishor, N. (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.

- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2000). *Statistics for the behavioral science* (5 ed.). Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Graziano, A. B., Peterson, M., & Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*, 21(2), 139-152.
- Hallam, S. (2000). The effects of listening to music on children's spatial task performance. *Br. Psychol. Soc. Edu. Rev.*, 25, 22-26.
- Han, Y., Yang, H., Lv, Y., Zhu, C., He, Y., Tang, H., Gong, Q., Luo, Y., Zang, Y., & Dong, Q. (2009). Gray matter density and white matter integrity in pianists' brain: A combined structural and diffusion tensor MRI study. *Neuroscience Letters*, 459, 3-6.
- Hedden, S. (1982). Prediction of music achievement in the elementary school. *Journal of Research in Music Education*, 30, 61-68.
- Helmbold, N., Rammsayer, T., & Altenmüller, E. (2005). Differences in primary mental abilities between musicians and non-musicians. *Journal of Individual Differences*, 26(2), 74-85.
- Henle, J. (1996). Classical mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 103(1), 18-29.
- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 179-238.
- Hodges, D. A., & O'Connell, D. S. (2005). The impact of music education on academic achievement. Sounds of Learning: The impact of music education. Acedido em <http://www.uncg.edu/mus/soundsoflearning.html>.
- Hodges, D. A. (1999). Does music really make you smarter? *Southwestern Musician*, 67(9), 28-33.
- Johnson-Laird, P. N. (2002). How jazz musicians improvise. *Music Perception*, 19(3), 415-442.
- Karatsuba, A. (2009). Euler and number theory. *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics*, 264, 74-86.
- Kaschub, M. (2002). Defining emotional intelligence in music education. *Arts Education Policy Review*, 103(5), 9-15.
- Kells, D. (2008). The impact of music on mathematics achievement. Acedido em <http://www.kindermusik.com/Classes/Downloads/ImpactOfMusicOnMath.pdf>.
- Lemos, G. C. (2007). *Habilidades cognitivas e rendimento escolar entre o 5.º e o 12.º anos de escolaridade* (Tese de Doutoramento). Braga: Universidade do Minho.
- Leng, X., & Shaw, G. L. (1991). Toward a neural theory of higher brain function using music as a window. *Concepts in Neuroscience*, 2, 229-258.
- Lee, D. J., Chen, Y., & Schlaug, G. (2003) Corpus callosum: Musician and gender effects. *Neuro Report*, 14, 205-209.
- Lima, C. (2005). Criatividade musical versus técnicas matemática? In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Lima, P., Dores, A. P., & Costa, A. F. (1991). Classificações de profissões nos Censos 91. *Sociologia, Problemas e Práticas*, 10, 43-66.

- Lukens, J., & Hurrell, M. (1996). A comparison of the Stanford-Binet-4 and the WISE-III with mildly retarded children. *Psychology in the Schools*, 33, 24-27.
- Maroco, J. (2007). *Análise estatística com a utilização do SPSS* (3ª Ed.). Lisboa: Sílabo.
- Martinez, M. E. et al. (2005). *Music training and mathematics achievement: A multi-year, iterative project designed to enhance student learning*. Paper presented at The Annual Conference of the American Psychological Association, Washington, DC.
- Martins, J. O. (2005). Espaço Guidiano e cromatismo polimodal do século XX. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Matore, J. (2009). Creativity or musical intelligence? A comparative study of improvisation/improvisation performance by European and African musicians. *Thinking Skills and Creativity*, 4, 194–203.
- Matos, H., & Tavares, J. S. (2005). *Actas do encontro Música e Matemática*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- May, M. (1996). Did Mozart use the golden section? *American Scientist*, 84, 118-119.
- McKelvie, P., & Low, J. (2002). Listening to mozart does not improve children's spatial ability: Final curtains for the mozart effect. *British Journal of Developmental Psychology*, 20, 241-258.
- Michels, P. (2001). *The role of the musical intelligence in whole brain education*. Ongepubliceerde DMus-tesis. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- MIND Institute (2004). STAR treatment effect on mathematics performance levels of 2nd, 3rd, and 4th grade students measured using the California Advanced Test Form 6 and the California Standards Test, 2002/3. Unpublished research bulletin. Acedido em www.mindinstitute.net.
- Muftuler, T., Bodner, M., Shaw, G. L., & Nalcioglu, O. (2004). *fMRI study to investigate spatial correlates of music listening and spatial-temporal reasoning*. Abstr. Annual meeting of the Int. Soc. of Mag. Resonance in Medicine, 12th annual meeting.
- OECD (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD.
- Olson, C. A. (2010). Music Training Causes Changes in the Brain. *Teaching Music*, 17(6), 22.
- Patriarca, E. D. (2005). Música espectral e fractais. Consequências da análise sonora na composição. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Pallant, J. (2001). *SPSS: Survival Manual*. Buckingham: Open University Press.
- Rafael, J. (2005). Composição musical e estruturas matemáticas. O significado musical das proporções matemáticas - a forma dos números. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Rauscher, F. H. (1997). A cognitive basis for the facilitation of spatial-temporal cognition through music instruction. In V. Brummett (ed.), *Ithaca Conference '96 Music as Intelligence: A Sourcebook* (pp. 31-44).

Ithaca, New York, USA: Ithaca College Press.

- Rauscher, F., & Shaw, G. (1998). Key components of the Mozart effect. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 835-841.
- 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(1), 1-8.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Ky, K. N., & Wright, E. L. (1994). *Music and spatial task performance: A causal relationship*. Paper presented at the American Psychological Association 102nd Annual Convention, Los Angeles, CA.
- Rauscher, F. H., & Zupan, M. (2000). Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: A field experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, 15, 215-228.
- Rauscher, F. H. (2002). Mozart and the mind: Factual and fictional effects of musical enrichment. In J. Aronson (Ed.), *Improving academic achievement: Impact of psychological factors on education* (pp. 269-278). New York: Academic Press.
- Rauscher, F. H., & LeMieux, M. T. (2003). *Piano, rhythm, and singing instruction improve different aspects of spatial-temporal reasoning in Head Start children*. Poster presented at the annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society, New York.
- Rodrigues, J. F. (2005). A matemática e a música numa perspectiva histórica. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Roehmann, F. L., & Wilson, F. R. (1988). The biology of music making: Proceedings of the 1984 Denver conference. St. Louis; MMB Music Inc.
- Ruthsatz, J., & Detterman, D. K. (2003). An extraordinary memory: the case of a musical prodigy. *Intelligence*, 31, 509-518.
- Ruthsatz, J., Detterman, D., Griscom, W.S., & Cirullo, B. A. (2008). Becoming an expert in the musical domain: It takes more than just practice. *Intelligence*, 36, 330-338.
- Santos-Luiz, C. (2007). *The learning of music as a means to improve mathematical skills*. AEC: International Symposium on Performance Science, pp. 135-140.
- Shaw, G. L. (2000). *Keeping Mozart in mind*. San Diego, CA: Academic Press.
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
- Schellenberg, E.G. (2001). Music and nonmusical abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 355-371.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15, 511-514.
- Schlaug, G., Jäncke L., Huang, Y., et al. (1995). Increased corpus callosum size in musicians.

- Neuropsychologia*, 33, 1047-1055.
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Ann N Y Acad Sci*, 1060, 219-230.
- Schmithorst, V. J., & Holland, S. K. (2004). The effect of musical training on the neural correlates of math processing: A functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, 354, 193-196.
- Simões, C. (2005). Padrões matemáticos na obra de Mozart. In H. Matos, & J. S. Tavares (Eds). *Encontro Música e Matemática-Actas*. Porto: Centro Matemática Universidade do Porto (CMUP).
- Simões, M. R. (2002). Utilizações da WISC-III na avaliação neuropsicológica de crianças e adolescentes. *Paidéia*, 12, 113-132.
- Sloboda, J. A. (2004). *Exploring the musical mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Sloboda, J. (2000). *Generative processes in music: The psychology of performance, improvisation and composition*. Oxford: Oxford University Press.
- Stewart, L. (2008). Do musicians have different brains? *Clinical Medicine*, 8(3), 304-308.
- Tirri, K., & Nokelainen, P. (2008). Identification of multiple intelligences with the Multiple Intelligence. Profiling Questionnaire III. *Psychology Science Quarterly*, 50(2), 206-221.
- Vaughn, K. (2000). Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 149-166.
- Wechsler, D. (2003). *Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças – Terceira Edição (WISC-III)* [Manual]. Lisboa: Cegoc. [Adaptação portuguesa Mário R. Simões, António Menezes Rocha e Carla Ferreira; colaboração de M. J. Seabra Santos, Cristina Albuquerque, Marcelino Pereira e Leandro Almeida].
- Wechsler, D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children — Third Edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wong, L. (2000). *Essential study skills* (3rd ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.
- Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory–motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 547-558.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Questionários aos encarregados de educação dos alunos.

Anexo B – Valores do *Alpha de Cronbach* dos subtestes aritmética e composição de objectos da WISC-III (SPSS).

Anexo C – Distribuição dos resultados médios nos subtestes de aritmética e composição de objectos (SPSS).

Anexo D – Análise inferencial dos resultados médios nos subtestes de aritmética e composição de objectos em função da frequência do ensino vocacional de música (grupo experimental) e do ensino regular (grupo de controlo) (SPSS).

Anexo E – Distribuição das classificações médias na disciplina de matemática (SPSS).

Anexo F – Análise inferencial dos resultados académicos na disciplina de Matemática em função da frequência do ensino vocacional de música (grupo experimental) e do ensino regular (grupo de controlo).

Anexo G – Coeficientes de correlação entre o desempenho académico e os subtestes da WISC-III (SPSS).

Anexo H – Distribuição das classificações dos participantes no ensino vocacional de música (SPSS).

Anexo I – Distribuição dos participantes em função da idade de entrada no ensino vocacional de música, do nº de anos de treino musical e do nº de horas de treino semanal de música (SPSS).

Anexo J – Correlação entre o desempenho musical e os resultados nos subtestes de aritmética e composição de objectos (SPSS).

Anexo K – Correlação entre o desempenho musical e o desempenho académico na disciplina de Matemática (SPSS).

Anexo L – Correlação entre o desempenho musical e o número de anos e o número de horas semanal de treino musical (SPSS).

Anexo M – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência do NSE na frequência do ensino vocacional de música (SPSS).

Anexo N – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência do NSE nos resultados do subteste de aritmética e composição de objectos (SPSS).

Anexo O – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência de três categorias sócio-profissionais nos resultados do subteste de aritmética (SPSS).

Anexo P – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência do NSE no desempenho académico na disciplina de matemática (SPSS).

Anexo Q – Análise descritiva e inferencial relativamente à influência de três categorias sócio-profissionais no desempenho académico na disciplina de matemática (SPSS).



Anexo A

Questionário

No âmbito do projecto de investigação denominado “o impacto da aprendizagem musical nas habilidades cognitivas” no qual aceitou colaborar, pedimos que leia atentamente e preencha cuidadosamente este questionário.

Para isso, assinale, por favor, a opção adequada com uma cruz, nas figuras quadradas (ex. 1), e, nos rectângulos, escreva a informação respectiva (ex. 2):

Exemplo 1:

- 6.1 Sim
- 6.2 Não

Exemplo 2:

- 3.1 Localidade

A. Dados sócio-demográficos do/a educando/a

1. Data de nascimento: ___/___/___

2. Sexo

- 2.1 Feminino
- 2.2 Masculino

3. Área de residência e localização geográfica:

- 3.1 Localidade
- 3.2 Freguesia
- 3.3 Concelho
- 3.4 Distrito

4. Informação relativa ao agregado familiar

4.1 Profissão do pai (ou, não sendo possível, a profissão do encarregado de educação):

--

4.2 Indique o grau de parentesco relativamente ao ponto anterior:

--

B. Desempenho escolar do/a educando/a _____Assinale, com uma cruz, apenas no quadrado respectivo.

5. Qual o desempenho do/a seu/sua educando/a na disciplina de Matemática, no último período?

- | | | |
|-----|--------------|--------------------------|
| 5.1 | Muito Bom | <input type="checkbox"/> |
| 5.2 | Bom | <input type="checkbox"/> |
| 5.3 | Suficiente | <input type="checkbox"/> |
| 5.4 | Insuficiente | <input type="checkbox"/> |

6. Qual o desempenho do/a seu/sua educando/a na disciplina de Português, no último período?

- | | | |
|-----|--------------|--------------------------|
| 6.1 | Muito Bom | <input type="checkbox"/> |
| 6.2 | Bom | <input type="checkbox"/> |
| 6.3 | Suficiente | <input type="checkbox"/> |
| 6.4 | Insuficiente | <input type="checkbox"/> |

C. Formação musical do/a educando/a _____

5. O/a seu/sua educando/a frequenta uma escola de música ou tem aulas particulares de instrumento?

- | | | |
|-----|--|--------------------------|
| 5.1 | Sim | <input type="checkbox"/> |
| 5.2 | Não | <input type="checkbox"/> |
| 5.3 | Já frequentou/praticou, mas presentemente não pratica/ frequenta uma escola de música. | <input type="checkbox"/> |

5.4 Quanto tempo o seu educando praticou música em anos de idade?

Praticou dos _____ anos aos _____ anos de idade (colocar nos espaços as idades correspondentes).

6. O/a seu/sua educando/a aprendeu a ler música, isto é, sabe, por exemplo, ler uma pauta musical e tocar, num instrumento, uma peça musical a partir daí?

- | | | |
|-----|-----|--------------------------|
| 6.1 | Sim | <input type="checkbox"/> |
| 6.2 | Não | <input type="checkbox"/> |

7. No caso de ter respondido afirmativamente à questão 6, responda por favor:

7.1 Com que idade o/a seu/sua educando/a iniciou a aprendizagem musical?

7.2 Que instrumento pratica o/a seu/sua educando/a?

7.3 O seu educando pratica outro instrumento? Qual?

Instrumento principal: _____

8. No caso do seu educando frequentar uma escola de música, que classificação obteve aí na última avaliação escolar?

Por favor, queira especificar o nome das diferentes disciplinas de música e respectiva classificação:

--

9. Aproximadamente, quantas horas semanais pratica música o/a seu/sua educando/a?

Coloque aqui, por favor, o nº médio de horas por semana:

--

Obrigada por colaborar connosco!

Anexo B

Reliability: aritmética

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	105	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	105	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,816	24

Reliability: composição de objectos

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	105	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	105	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,568	5

Reliability

Case Processing Summary

idade			N	%
9,00	Cases	Valid	56	100,0
		Excluded ^a	0	,0
		Total	56	100,0
10,00	Cases	Valid	49	100,0
		Excluded ^a	0	,0
		Total	49	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

idade	Cronbach's Alpha	N of Items
9,00	,576	5
10,00	,563	5

Reliability

Warnings

For split file idade=9,00, scale has zero variance items.
 For split file idade=10,00, scale has zero variance items.

Case Processing Summary

idade			N	%
9,00	Cases	Valid	56	100,0
		Excluded ^a	0	,0
		Total	56	100,0
10,00	Cases	Valid	49	100,0
		Excluded ^a	0	,0
		Total	49	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

idade	Cronbach's Alpha	N of Items
9,00	,788	24
10,00	,841	24

Anexo C

Statistics

		subteste_aritmética	subteste_objetos
N	Valid	105	105
	Missing	0	0
Mean		11,5810	10,6667
Std. Error of Mean		,34683	,31959
Std. Deviation		3,55393	3,27481

Case Processing Summary

grupo		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
subteste_aritmética	grupo control	64	100,0%	0	,0%	64	100,0%
	grupo experimental	41	100,0%	0	,0%	41	100,0%
subteste_objetos	grupo control	64	100,0%	0	,0%	64	100,0%
	grupo experimental	41	100,0%	0	,0%	41	100,0%

Tests of Normality

grupo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
subteste_aritmética	grupo control	,163	64	,000	,928	64	,001
	grupo experimental	,197	41	,000	,952	41	,080
subteste_objetos	grupo control	,121	64	,020	,972	64	,153
	grupo experimental	,151	41	,020	,957	41	,120

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
subteste_aritmética	Based on Mean	5,327	1	103	,023
	Based on Median	4,350	1	103	,039
	Based on Median and with adjusted df	4,350	1	93,963	,040
	Based on trimmed mean	4,901	1	103	,029
subteste_objectos	Based on Mean	,592	1	103	,443
	Based on Median	,778	1	103	,380
	Based on Median and with adjusted df	,778	1	102,937	,380
	Based on trimmed mean	,576	1	103	,449

Anexo D

T-Test

Group Statistics

grupo		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
subteste_aritmética	grupo control	64	11,0625	3,91122	,48890
	grupo experimental	41	12,3902	2,76476	,43178
subteste_objectos	grupo control	64	10,2500	3,36178	,42022
	grupo experimental	41	11,3171	3,06136	,47810

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means							
Levene's Test for Equality of Variances							95% Confidence Interval of the Difference		
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
subteste_aritmética		,023	-1,891	103	,061	-1,32774	,70228	-2,72055	,06507
			-2,036	101,934	,044	-1,32774	,65227	-2,62154	-,03395
subteste_objectos		,443	-1,642	103	,104	-1,06707	,64981	-2,35581	,22167
			-1,676	91,140	,097	-1,06707	,63653	-2,33144	,19729

Anexo E

Statistics

grupo			notamatematica	notaportugues
grupo controlo	N	Valid	63	62
		Missing	1	2
	Median	3,0000	3,0000	
	Percentiles	25	3,0000	3,0000
		50	3,0000	3,0000
		75	4,0000	4,0000
grupo experimental	N	Valid	34	34
		Missing	7	7
	Median	4,0000	4,0000	
	Percentiles	25	3,0000	3,0000
		50	4,0000	4,0000
		75	4,0000	4,0000

Statistics

grupo			notamatematica	notaportugues
grupo controlo	N	Valid	63	62
		Missing	1	2
grupo experimental	N	Valid	34	34
		Missing	7	7

notamatematica

grupo			Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
grupo controlo	Valid	Insuficiente	3	4,7	4,8	4,8
		Suficiente	8	12,5	12,7	17,5
		Bom	33	51,6	52,4	69,8
		Muito bom	19	29,7	30,2	100,0
		Total	63	98,4	100,0	
	Missing	System	1	1,6		
	Total	64	100,0			
grupo experimental	Valid	Suficiente	4	9,8	11,8	11,8
		Bom	8	19,5	23,5	35,3
		Muito bom	22	53,7	64,7	100,0
		Total	34	82,9	100,0	
	Missing	System	7	17,1		
	Total	41	100,0			

Anexo F

Mann-Whitney Test

		Ranks		
grupo		N	Mean Rank	Sum of Ranks
notamatematica	grupo control	63	43,38	2733,00
	grupo experimental	34	59,41	2020,00
	Total	97		
notaportugues	grupo control	62	45,21	2803,00
	grupo experimental	34	54,50	1853,00
	Total	96		

Test Statistics ^a		
	notamatematica	notaportugues
Mann-Whitney U	717,000	850,000
Wilcoxon W	2733,000	2803,000
Z	-2,908	-1,725
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	,084
Exact Sig. (2-tailed)	,003	,088
Exact Sig. (1-tailed)	,002	,042
Point Probability	,000	,004

a. Grouping Variable: grupo

Anexo G

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
nota_matematica	3,2371	,78758	97
subteste_aritmética	11,5810	3,55393	105

Correlations

		nota_matematica	subteste_aritmética
nota_matematica	Pearson Correlation	1	,547**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	97	97
subteste_aritmética	Pearson Correlation	,547**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	97	105

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
nota_matematica	3,2371	,78758	97
subteste_objectos	10,6667	3,27481	105

Correlations

		nota_matematica	subteste_objectos
nota_matematica	Pearson Correlation	1	,341**
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	97	97
subteste_objectos	Pearson Correlation	,341**	1
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	97	105

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Anexo H

desempenho_música

grupo			Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
grupo experimental	Valid	Bom	10	37,0	37,0	37,0
		Muito Bom	9	33,3	33,3	70,4
		Excelente	8	29,6	29,6	100,0
		Total	27	100,0	100,0	

Anexo I

Statistics

idade_início_música

N	Valid	37
	Missing	0
Mean		7,0541
Median		7,0000
Mode		6,00
Std. Deviation		1,54463
Percentiles	25	6,0000
	50	7,0000
	75	8,5000

Statistics

nº_anos_música

N	Valid	35
	Missing	0
Mean		2,5286
Median		3,0000
Std. Deviation		1,49972
Percentiles	25	1,0000
	50	3,0000
	75	4,0000

Statistics

horaspratica

N	Valid	13
	Missing	0
Mean		3,6346
Median		3,5000
Std. Deviation		1,14844
Percentiles	25	3,0000
	50	3,5000
	75	4,5000

Anexo J

Correlations

		notasmusica	subteste_aritmética
notasmusica	Pearson Correlation	1	-,049
	Sig. (2-tailed)		,807
	N	27	27
subteste_aritmética	Pearson Correlation	-,049	1
	Sig. (2-tailed)	,807	
	N	27	27

Correlations

		notasmusica	subteste_objetos
notasmusica	Pearson Correlation	1	,186
	Sig. (2-tailed)		,353
	N	27	27
subteste_objetos	Pearson Correlation	,186	1
	Sig. (2-tailed)	,353	
	N	27	27

Anexo K

Correlations

			notasmusica	nota_matematica
Kendall's tau_b	notasmusica	Correlation Coefficient	1,000	-,028
		Sig. (2-tailed)		,879
		N	25	25
	nota_matematica	Correlation Coefficient	-,028	1,000
		Sig. (2-tailed)	,879	
		N	25	25
Spearman's rho	notasmusica	Correlation Coefficient	1,000	-,028
		Sig. (2-tailed)		,893
		N	25	25
	nota_matematica	Correlation Coefficient	-,028	1,000
		Sig. (2-tailed)	,893	
		N	25	25

Anexo L

Correlations

			notasmusica	nº_anos_música	idade_início_música
Spearman's rho	notasmusica	Correlation Coefficient	1,000	,352	-,442
		Sig. (2-tailed)	.	,072	,021
		N	27	27	27
	nº_anos_música	Correlation Coefficient	,352	1,000	-,908**
		Sig. (2-tailed)	,072	.	,000
		N	27	27	27
	idade_início_música	Correlation Coefficient	-,442	-,908**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,021	,000	.
		N	27	27	27

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Horas_pratica	Notas_musica
Kendall's tau_b	Horas_pratica	Correlation Coefficient	1,000	-,384
		Sig. (2-tailed)	.	,116
		N	13	13
	Notas_musica	Correlation Coefficient	-,384	1,000
		Sig. (2-tailed)	,116	.
		N	13	13
Spearman's rho	Horas_pratica	Correlation Coefficient	1,000	-,484
		Sig. (2-tailed)	.	,094
		N	13	13
	Notas_musica	Correlation Coefficient	-,484	1,000
		Sig. (2-tailed)	,094	.
		N	13	13

Anexo M

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	22,243 ^a	8	,004
Likelihood Ratio	27,258	8	,001
Linear-by-Linear Association	11,791	1	,001
N of Valid Cases	100		

a. 11 cells (61,1%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,72.

Chi-Square Tests

	Asymp. Sig. (2-sided)		Monte Carlo Sig. (2-sided)		Monte Carlo Sig. (1-sided)			
	Value	df	Sig.	99% Confidence Interval		Sig.	99% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
Pearson Chi-Square	20,913 ^a	7	,004	,002 ^b	,001	,003		
Likelihood Ratio	25,450	7	,001	,002 ^b	,001	,003		
Fisher's Exact Test	20,170			,002 ^b	,001	,004		
Linear-by-Linear Association	10,624 ^c	1	,001	,000 ^b	,000	,001	,000 ^b	,000
N of Valid Cases	98							

a. 9 cells (56,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,47.

b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 20000000.

c. The standardized statistic is -3,259.

Anexo N

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
subteste_aritmética	Between Groups	287,130	7	41,019	3,762	,001
	Within Groups	981,289	90	10,903		
	Total	1268,418	97			
subteste_objetos	Between Groups	116,039	7	16,577	1,614	,142
	Within Groups	924,461	90	10,272		
	Total	1040,500	97			

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: subteste_aritmética

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	287,130 ^a	7	41,019	3,762	,001	,226	26,334	,970
Intercept	6973,441	1	6973,441	639,577	,000	,877	639,577	1,000
profissão_pai	287,130	7	41,019	3,762	,001	,226	26,334	,970
Error	981,289	90	10,903					
Total	14693,000	98						
Corrected Total	1268,418	97						

a. R Squared = ,226 (Adjusted R Squared = ,166)

b. Computed using alpha = ,05

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: subteste_objectos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	116,039 ^a	7	16,577	1,614	,142	,112	11,297	,638
Intercept	5911,140	1	5911,140	575,473	,000	,865	575,473	1,000
profissão_pai	116,039	7	16,577	1,614	,142	,112	11,297	,638
Error	924,461	90	10,272					
Total	12441,000	98						
Corrected Total	1040,500	97						

a. R Squared = ,112 (Adjusted R Squared = ,042)

b. Computed using alpha = ,05

Multiple Comparisons

subteste_aritmética

LSD

(I) profissão_pai	(J) profissão_pai	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
directores e quadros dirigentes	profissionais intelectuais e científicos	-1,33088	1,00107	,187	-3,3197	,6579
	profissionais técnicos e intermédios	-,23026	1,12040	,838	-2,4561	1,9956
	empregados administrativos	-1,12500	1,84587	,544	-4,7922	2,5422
	empregados do comércio e serviços pessoais	3,73214*	1,49635	,014	,7594	6,7049
	trabalhadores da indústria e dos transportes	2,12500	1,42981	,141	-,7156	4,9656
	trabalhadores não qualificados	3,70833*	1,58071	,021	,5680	6,8487
	forças armadas	1,37500	1,84587	,458	-2,2922	5,0422
	profissionais intelectuais e científicos	1,33088	1,00107	,187	-,6579	3,3197
	profissionais técnicos e intermédios	1,10062	,94580	,248	-,7784	2,9796
empregados administrativos	empregados do comércio e serviços pessoais	5,06303*	1,37050	,000	2,3403	7,7858

trabalhadores da indústria e dos transportes	3,45588*	1,29753	,009	,8781	6,0337
trabalhadores não qualificados	5,03922*	1,46215	,001	2,1344	7,9440
forças armadas	2,70588	1,74542	,125	-,7617	6,1735
profissionais técnicos e intermédios	,23026	1,12040	,838	-1,9956	2,4561
diretores e quadros dirigentes					
profissionais intelectuais e científicos	-1,10062	,94580	,248	-2,9796	,7784
empregados administrativos	-,89474	1,81650	,624	-4,5035	2,7140
empregados do comércio e serviços pessoais	3,96241*	1,45995	,008	1,0620	6,8629
trabalhadores da indústria e dos transportes	2,35526	1,39167	,094	-,4095	5,1201
trabalhadores não qualificados	3,93860*	1,54630	,013	,8666	7,0106
forças armadas	1,60526	1,81650	,379	-2,0035	5,2140
empregados administrativos	1,12500	1,84587	,544	-2,5422	4,7922
diretores e quadros dirigentes					
profissionais intelectuais e científicos	-,20588	1,74542	,906	-3,6735	3,2617
profissionais técnicos e intermédios	,89474	1,81650	,624	-2,7140	4,5035
empregados do comércio e serviços pessoais	4,85714*	2,06964	,021	,7454	8,9688
trabalhadores da indústria e dos transportes	3,25000	2,02205	,111	-,7672	7,2672
trabalhadores não qualificados	4,83333*	2,13143	,026	,5989	9,0678
forças armadas	2,50000	2,33487	,287	-2,1386	7,1386

empregados do comércio e serviços pessoais	directores e quadros dirigentes	-3,73214*	1,49635	,014	-6,7049	-7,7594
	profissionais intelectuais e científicos	-5,06303*	1,37050	,000	-7,7858	-2,3403
	profissionais técnicos e intermédios	-3,96241*	1,45995	,008	-6,8629	-1,0620
	empregados administrativos	-4,85714*	2,06964	,021	-8,9688	-7,454
	trabalhadores da indústria e dos transportes	-1,60714	1,70895	,350	-5,0023	1,7880
	trabalhadores não qualificados	-.02381	1,83706	,990	-3,6735	3,6258
	forças armadas	-2,35714	2,06964	,258	-6,4688	1,7546
		-2,12500	1,42981	,141	-4,9656	,7156
trabalhadores da indústria e dos transportes	directores e quadros dirigentes	-3,45588*	1,29753	,009	-6,0337	-8,781
	profissionais intelectuais e científicos	-2,35526	1,39167	,094	-5,1201	,4095
	profissionais técnicos e intermédios	-3,25000	2,02205	,111	-7,2672	,7672
	empregados administrativos	1,60714	1,70895	,350	-1,7880	5,0023
	empregados do comércio e serviços pessoais	1,58333	1,76328	,377	-1,9595	5,1261
	trabalhadores não qualificados	-7,5000	2,02205	,712	-4,7672	3,2672
	forças armadas	-3,70833*	1,58071	,021	-6,8487	-5,680
		-5,03922*	1,46215	,001	-7,9440	-2,1344
trabalhadores não qualificados	directores e quadros dirigentes	-3,93860*	1,54630	,013	-7,0106	-8,6666
	profissionais intelectuais e científicos	-4,83333*	2,13143	,026	-9,0678	-5,989
	profissionais técnicos e intermédios					
	empregados administrativos					

	empregados do comércio e serviços pessoais	1,83706	,990	-3,6258	3,6735
	trabalhadores da indústria e dos transportes	1,76328	,377	-5,1261	1,9595
	forças armadas	2,13143	,277	-6,5678	1,9011
forças armadas	directores e quadros dirigentes	1,84587	,458	-5,0422	2,2922
	profissionais intelectuais e científicos	1,74542	,125	-6,1735	,7617
	profissionais técnicos e intermédios	1,81650	,379	-5,2140	2,0035
	empregados administrativos	2,33487	,287	-7,1386	2,1386
	empregados do comércio e serviços pessoais	2,06964	,258	-1,7546	6,4688
	trabalhadores da indústria e dos transportes	2,02205	,712	-3,2672	4,7672
	trabalhadores não qualificados	2,13143	,277	-1,9011	6,5678

*: The mean difference is significant at the 0.05 level.

profissão_pai

Dependent Variable: subteste_aritmética

profissão_pai	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
directores e quadros dirigentes	11,875	,826	10,235	13,515
profissionais intelectuais e científicos	13,206	,566	12,081	14,331
profissionais técnicos e intermédios	12,105	,768	10,600	13,610
empregados administrativos	13,000	1,651	9,720	16,280
empregados do comércio e serviços pessoais	8,143	1,248	5,663	10,622
trabalhadores da indústria e dos transportes	9,750	1,167	7,431	12,069
trabalhadores não qualificados	8,167	1,348	5,489	10,845
forças armadas	10,500	1,651	7,220	13,780

Anexo O

Group Statistics

grupo	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
subteste_aritmética	38	12,7368	3,67375	,59596
grupo controlro				
grupo experimental	31	12,4194	2,54000	,45620
subteste_objectos	38	10,9211	3,21636	,52176
grupo controlro				
grupo experimental	31	12,0645	2,98815	,53669

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
subteste_aritmética	Equal variances assumed	4,859	,031	,408	67	,685	,31749	,77831	-1,23603	1,87101
	Equal variances not assumed			,423	65,379	,674	,31749	,75052	-1,18125	1,81622
subteste_objectos	Equal variances assumed	,062	,805	-1,516	67	,134	-1,14346	,75419	-2,64884	,36191
	Equal variances not assumed			-1,528	65,828	,131	-1,14346	,74851	-2,63799	,35106

Anexo P

Test Statistics^{a,b}

	nota_matematica
Chi-Square	19,699
df	7
Asymp. Sig.	,006

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: profissao_pai

Multiple Comparisons

nota_matematica

LSD

(I) profissão_pai	(J) profissão_pai	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
directores e quadros dirigentes	profissionais intelectuais e científicos	,10606	,22343	,636	-,3380	,5502
	profissionais técnicos e intermédios	,13158	,24886	,598	-,3631	,6262
	empregados administrativos	-,50000	,46144	,282	-1,4172	,4172
	empregados do comércio e serviços pessoais	1,00000*	,35111	,005	,3021	1,6979
	trabalhadores da indústria e dos transportes	,75000*	,31759	,020	,1188	1,3812
	trabalhadores não qualificados	1,00000*	,35111	,005	,3021	1,6979
	forças armadas	,50000	,41000	,226	-,3149	1,3149
	directores e quadros dirigentes	-,10606	,22343	,636	-,5502	,3380
	profissionais técnicos e intermédios	,02552	,21122	,904	-,3943	,4453
	empregados administrativos	-,60606	,44228	,174	-1,4851	,2730
profissionais intelectuais e científicos	empregados do comércio e serviços pessoais	,89394*	,32551	,007	,2470	1,5409
	trabalhadores da indústria e dos transportes	,64394*	,28904	,028	,0694	1,2184

trabalhadores não qualificados	,89394*	,32551	,007	,2470	1,5409
forças armadas	,39394	,38831	,313	-,3779	1,1657
profissionais técnicos e intermédios	-,13158	,24886	,598	-,6262	,3631
directores e quadros dirigentes	-,02552	,21122	,904	-,4453	,3943
profissionais intelectuais e científicos	-,63158	,45566	,169	-,15372	,2741
empregados administrativos	,86842*	,34346	,013	,1858	1,5511
empregados do comércio e serviços pessoais	,61842*	,30912	,049	,0040	1,2328
trabalhadores da indústria e dos transportes	,86842*	,34346	,013	,1858	1,5511
trabalhadores não qualificados	,36842	,40348	,364	-,4335	1,1704
forças armadas	,50000	,46144	,282	-,4172	1,4172
empregados administrativos	,60606	,44228	,174	-,2730	1,4851
directores e quadros dirigentes	,63158	,45566	,169	-,2741	1,5372
profissionais intelectuais e científicos	1,50000*	,51862	,005	,4692	2,5308
profissionais técnicos e intermédios	1,25000*	,49654	,014	,2631	2,2369
empregados do comércio e serviços pessoais	1,50000*	,51862	,005	,4692	2,5308
empregados do comércio e serviços pessoais	1,00000	,56017	,078	-,1134	2,1134
trabalhadores da indústria e dos transportes	-,100000*	,35111	,005	-,16979	-,3021
trabalhadores não qualificados					
forças armadas					
empregados do comércio e serviços					
directores e quadros dirigentes					

pessoais	profissionais intelectuais e científicos	-89394*	,32551	,007	-1,5409	-2470
	profissionais técnicos e intermédios	-86842*	,34346	,013	-1,5511	-1858
	empregados administrativos	-1,50000*	,51862	,005	-2,5308	-4692
	trabalhadores da indústria e dos transportes	-25000	,39610	,530	-1,0373	,5373
	trabalhadores não qualificados	,00000	,42345	1,000	-,8417	,8417
	forças armadas	-50000	,47343	,294	-1,4410	,4410
	trabalhadores da indústria e dos transportes	-75000*	,31759	,020	-1,3812	-,1188
	profissionais intelectuais e científicos	-64394*	,28904	,028	-1,2184	-,0694
	profissionais técnicos e intermédios	-61842*	,30912	,049	-1,2328	-,0040
trabalhadores não qualificados	empregados administrativos	-1,25000*	,49654	,014	-2,2369	-2631
	empregados do comércio e serviços pessoais	,25000	,39610	,530	-,5373	1,0373
	trabalhadores não qualificados	,25000	,39610	,530	-,5373	1,0373
	forças armadas	-25000	,44914	,579	-1,1427	,6427
	directores e quadros dirigentes	-1,00000*	,35111	,005	-1,6979	-,3021
	profissionais intelectuais e científicos	-89394*	,32551	,007	-1,5409	-2470
	profissionais técnicos e intermédios	-86842*	,34346	,013	-1,5511	-1858
	empregados administrativos	-1,50000*	,51862	,005	-2,5308	-4692
	empregados do comércio e serviços pessoais	,00000	,42345	1,000	-,8417	,8417

	trabalhadores da indústria e dos transportes	-25000	,39610	,530	-1,0373	,5373
	forças armadas	-50000	,47343	,294	-1,4410	,4410
forças armadas	directores e quadros dirigentes	-50000	,41000	,226	-1,3149	,3149
	profissionais intelectuais e científicos	-39394	,38831	,313	-1,1657	,3779
	profissionais técnicos e intermédios	-36842	,40348	,364	-1,1704	,4335
	empregados administrativos	-1,00000	,56017	,078	-2,1134	,1134
	empregados do comércio e serviços pessoais	,50000	,47343	,294	-4410	1,4410
	trabalhadores da indústria e dos transportes	,25000	,44914	,579	-6427	1,1427
	trabalhadores não qualificados	,50000	,47343	,294	-4410	1,4410

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Anexo Q

Test Statistics^a

	nota_matematica
Mann-Whitney U	472,500
Wilcoxon W	1213,500
Z	-1,349
Asymp. Sig. (2-tailed)	,177

a. Grouping Variable: grupo

Statistics

grupo	profissão_pai	nota_matematica
grupo controle	38	38
	0	0
	2,00	3,0000
	2,00	3,0000
	2,00	3,0000
	3,00	4,0000
grupo experimental	30	30
	0	0

Median		2,00	4,0000
Percentiles	25	1,00	3,0000
	50	2,00	4,0000
	75	2,00	4,0000

Case Processing Summary

		Cases					
grupo	profissão_pai	Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
grupo controle	nota_matematica	8	100,0%	0	,0%	8	100,0%
	directores e quadros dirigentes						
	profissionais intelectuais e científicos	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
	profissionais técnicos e intermédicos	15	100,0%	0	,0%	15	100,0%
grupo experimental	nota_matematica	8	100,0%	0	,0%	8	100,0%
	directores e quadros dirigentes						
	profissionais intelectuais e científicos	18	100,0%	0	,0%	18	100,0%
	profissionais técnicos e intermédicos	4	100,0%	0	,0%	4	100,0%

