



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Ciências Sociais e Humanas

Benefícios Cognitivos:

Susana Marisa Gomes Pereira

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre na especialidade
Psicologia Clínica e da Saúde
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutora Fátima Simões

Covilhã, Junho de 2012

Resumo

Este estudo teve como objetivo principal estudar e analisar diferenças cognitivas entre o estudante profissional de música em relação ao estudante de ensino regular, tendo em conta os dois ambientes distintos em que estes estão inseridos. A pesquisa foi elaborada numa amostra de estudantes de terceiro ciclo e ensino secundário em duas escolas da Beira Interior, sendo uma escola de cariz profissional e outra de cariz regular. Fizeram parte da amostra 190 alunos, do sexo feminino (n=84) e masculino (n=106), oriundos de várias localidades do país rurais e urbanas com idades compreendidas entre os 12 e 22 anos.

Para elaborar a pesquisa foram utilizados dois instrumentos, um questionário sociodemográfico e a *Bateria de Provas de Raciocínio (BPR)*, de Almeida (2009), que consiste em 5 provas de raciocínio (abstrato, numérico, verbal, espacial e mecânico).

Os resultados sugerem que no geral os estudantes de música apresentam melhores capacidades de raciocínio em todas as provas de raciocínio que lhes foram apresentadas, sendo que apenas no que concerne ao raciocínio verbal os resultados, mesmo sendo superiores, não foram significativos.

Pôde observar-se também, que tanto o começo precoce dos estudos musicais como a maior intensidade de treino musical (traduzida em mais tempo de dedicação ao estudo musical) são indicadores de melhores resultados em termos de raciocínio a um nível geral, por conseguinte de melhores capacidades cognitivas. Pudemos também, constatar que quanto maior é a experiência musical do indivíduo melhor será o seu desempenho cognitivo.

Constatámos também a superioridade cognitiva dos alunos de música cujo instrumento principal é de cordas em detrimento de outro tipo de instrumentos. Foi destacada também a superioridade cognitiva dos músicos do sexo feminino em relação aos do sexo masculino tanto a nível geral como espacial.

Não ficou provada a vantagem da utilização da prática musical enquanto atividade extracurricular, posto os estudantes de ensino regular que praticam atividades musicais obterem resultados inferiores aos demais estudantes regulares.

Palavras-chaves: Música, benefícios cognitivos, adolescência.

Abstract

The main objective of this study was to understand and analyze the cognitive differences between the regular student and the professional music student, having in mind the two different environments that they're in. The research was taking part students from 3^o grade and junior high from two Beira Interior different schools, a regular one and a professional one.

The data sample included 190 subjects, 84 females and 106 males aged between 12 and 22 years old, from several places from the country, urban and rural.

To develop the research we used two instruments, a socio-demographic questionnaire and the Battery of Reasoning (BPR), Almeida (2009), which consists of five tests of reasoning (abstract, numerical, verbal, spatial and mechanical)

The results suggest that in general the music students have better cognitive skills in all tests of reasoning presented to them, and only the verbal reasoning results, even though higher, were not significant.

It might be noted also that both the early start of musical studies and the highest intensity of musical training are indicators of better results in terms of reasoning on a general level, therefore best cognitive abilities. We also found that the higher the musical experience is better cognitive performance they have. We also found that there is a cognitive superiority of music students whose stringed instrument is the main. It also highlighted the cognitive superiority of female musicians compared to males both in general and space reasoning tests.

We couldn't prove the benefit of the use of musical practice as an extracurricular activity, since the regular education students who had musical activities out of school had worst results than those who have not that activity.

Key words: Music, cognitive benefits, adolescence.

Agradecimentos

O meu especial agradecimento à minha orientadora Professora Doutora Fátima Simões, por me conceder o privilégio de realizar esta investigação numa área que me é tão querida, por ter apoiado as minhas ideias e pelas tentativas árduas de encontrar o instrumento perfeito para alcançar os nossos objetivos.

Um agradecimento especial à minha mãe, por todo o interesse que teve sempre em estar a par do trabalho que elaborei ao longo do meu percurso académico e em especial durante este ano. Pelo apoio incansável quando me via aflita com alguma etapa mais difícil de ultrapassar. Obrigado por me deixares à vontade nas minhas decisões mesmo quando estas não eram o ideal para as duas, pondo acima de tudo o meu bem-estar. Obrigado por teres sido a mãe e o pai durante toda a minha vida.

Um obrigado ao meu irmão, cunhada e sobrinhas pelos momentos descontraídos que me proporcionaram fora do ambiente académico que me ajudaram a permanecer sã do início ao fim do percurso académico. Obrigado por me terem ajudado sempre que precisei, por estarem disponíveis para mim e por serem criaturas fantásticas e de uma integridade inabalável que me ensinaram muita coisa ao longo da vida.

Um muito especial agradecimento ao meu namorado, que não só me aturou o mau humor quando as coisas não corriam bem, como esteve ao meu lado durante o meu percurso académico inteiro, apoiando-me nas minhas decisões, dando-me na cabeça quando era necessário, mas sobre tudo sendo o meu eterno e incansável companheiro, de hoje, e espero que de toda a vida. Obrigado por seres a pessoa mais importante da minha vida. Um enorme obrigado por me teres ensinado a enfrentar esse grande monstro da estatística e a perceber o quanto ela foi e será importante durante toda a minha vida profissional.

Um enorme obrigado à minha grande companheira e amiga, Sara por imensas coisas que eu não vou conseguir dizer numa só página mas vou tentar referir as mais marcantes: por ter sido a grande companheira e amiga durante todo o percurso académico que fizemos literalmente juntas; por ter sido uma muito importante ajuda nas dificuldades pessoais pelas quais passei durante o meu percurso académico; por ter estado sempre disponível para vir a correr amparar-me quando precisei; por me ter ajudado a enfrentar aqueles adolescentes todos e a levar acabo eficazmente a recolha de dados e ter partilhado a minha alegria radiante em faze-

lo; e podia ficar aqui a enumerar imensas ocasiões em que foi importante mas não é possível, por isso um imenso obrigado à minha incansável apoiante tanto na vida académica como na minha vida pessoal e artística!

Um obrigado não menos importante à minha eterna amiga do coração, Ângela, que esteve comigo durante, quase tantos anos, como a mim me conheço, sendo uma amiga presente e que me ajudou a enfrentar a selva da faculdade nos meus primeiros anos. Também para ti é difícil resumir tantos anos de convivência em que acho que te devo um obrigado. Obrigado por seres a minha mana mais nova de quem sempre tive o prazer de cuidar, por me teres acompanhado em quase todas as ocasiões da minha vida. Obrigado por tantas horas ao telefone que passamos em que pomos a nossa vida em dia profissional e pessoal. Obrigado por, mesmo estando longe, ajudares no que podes, pelo apoio que me deste durante este ano e sempre, por acreditares em mim quando nem eu mesmo acredito.

Um especial obrigado ao meu amigo, Hugo Santos, por me ter deixado entrar no mundo dos músicos, por me ter ajudado a aperceber como a cabeça de um músico funciona, por me ter deixado testemunhar um dos melhores exemplos de empenho, generosidade e entrega ao ensino da música que conheço – TU. Sem te ter conhecido talvez nunca me tivesse interessado por esta área, e não teria tido a oportunidade de conviver com a música de perto como à tantos anos desejava.

Obrigado ao psicólogo da Beira Serra, e supervisor por pouco tempo, Daniel, por me ter dado a brilhante dica do melhor instrumento a utilizar para esta investigação enquanto eu andava meio perdida sem saber como iria recolher em tão pouco tempo tanta informação importante.

A todos o meu muito obrigado!

Índice

Introdução	1
Capítulo 1- <i>State of the art</i> - A Música e o seu papel no desenvolvimento cognitivo	1
1. O caso “Mozart Effect”	4
2. Prática musical e o desenvolvimento e plasticidade cerebral	5
2.1. Neuroplasticidade	5
2.2. Exposição precoce ao treino musical e desenvolvimento cerebral	7
2.2.1. Corpo caloso	9
2.2.2. Córtex motor	
2.2.3. Cerebelo	10
2.3 Representação neuroplástica	11
2.3.1.Representação somato-sensorial	12
2.3.2.Representação auditiva	13
3. Ativação cerebral durante a prática musical	13
4. Neuromusicologia	14
5. Benefícios cognitivos associados ao treino musical	15
5.1. Música e capacidades cognitivas	16
5.1.1.Capacidade/raciocínio verbal (Aprendizagem musical e leitura)	17
5.1.2.Capacidade/raciocínio visuo-espacial	19
5.2. Diferenças de género	21
6. Prática musical enquanto atividade extracurriculares benefícios cognitivos	22
7. Ensino musical e necessidade de reestruturação	23
8. Adolescência	25
8.1 Desenvolvimento físico, cognitivo e social	25
8.2 Funções psicológicas da música relacionada como desenvolvimento de capacidades na adolescência	27
8.3. Como a música pode ser utilizada, com que propósito, quais as escolhas para atingir o objetivo	28
8.3.1 Como e porque é que a música pode ser utilizada	28
Capítulo 2 - Apresentação do estudo e definição de hipóteses	30
1. Descrição do estudo e objetivos	32
2. Definição de hipóteses	33
Capítulo 3 - Dados, Metodologia e Variáveis	34
1. Amostra	34
1.1 Participantes	34
1.2 Instrumentos	35
1.3 Procedimento	36

2. Metodologia	37
3. Definição das variáveis	38
Capítulo 4 - Resultados	42
1. Análise descritiva	42
2. Resultados empíricos	44
2.1. Análise de Correlações	44
2.2. Teste de Hipóteses	45
3. Validação de resultados - Testes de Robustez	53
3.1. Teste à Normalidade - <i>Teste de Kolmogorov-Smirnov</i>	53
3.2. Teste de U Mann-Whitney	55
3.3. Testes aos resultados da regressão <i>OLS</i>	57
3.3.1. Testes à linearidade entre as variáveis	57
3.3.2. Testes à normalidade	59
3.3.3. Teste à independência do termo de perturbação	60
3.3.4. Teste à Homocedasticidade - <i>Teste de White</i>	63
Capítulo 5 - Discussão de Resultados	64
Capítulo 6 - Reflexão crítica e Conclusões	71
Anexos	79

Lista de Figuras e Gráficos

<i>Gráfico 1. “Observed versus Preditd values” para hipótese 2</i>	58
<i>Gráfico 2. “Observed versus Preditd values” para hipótese 4a)</i>	59
<i>Gráfico 3. “Distribuição dos Erros Vs Distribuição Normal, per quantil” para hipótese 2</i>	60
<i>Gráfico 4. “Distribuição dos Erros Vs Distribuição Normal, per quantil” para hipótese 4a)</i>	61
<i>Gráfico 5. “Resíduos Standardizados versus Observações” para hipótese 2</i>	61
Figura 1: Representação homuncular de Penfield	98

Lista de tabelas

Tabela 1: Caracterização da amostra	35
Tabela 2: Definição das variáveis	39
Tabela 3: Sistematização de hipóteses, metodologia e variáveis a testar	40
Tabela 4: Estatísticas descritivas	42
Tabela 5: Correlações Pairwise	44
Tabela 6: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 1a)	46
Tabela 7: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 1b)	46
Tabela 8: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 1c)	47
Tabela 9: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 1d)	47
Tabela 10: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 1e)	48
Tabela 11: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 1f)	48
Tabela 12: Teste de hipótese OLS para a hipótese 2	49
Tabela 13: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 3	49
Tabela 14: Teste de hipótese OLS para a hipótese 4 a)	50
Tabela 15: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 4	50
Tabela 16: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 5a)	51
Tabela 17: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 5b)	51
Tabela 18: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 6	52
Tabela 19: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 7	52
Tabela 20: Teste t-student para a diferença de médias para a hipótese 8	53
Tabela 21: Teste Kolmogorov-Smirnov para a normalidade da amostra	54
Tabela 22: Teste de UMann-Whitney para a hipótese 3	55

Tabela 23: Teste de UMann-Whitney para a hipótese 5a)	56
Tabela 24: Teste de UMann-Whitney para a hipótese 7	56
Tabela 25: Teste de UMann-Whitney para a hipótese 8	57
Tabela 26: Teste White para OLS da hipótese 2	62
Tabela 27: Teste White para OLS da hipótese 4a)	62

Lista de Acrónimos

BPR: Bateria de Provas de Raciocínio;

ER: Ensino Regular

EPM: Ensino Profissional de Música

RN: Raciocínio Numérico;

RV: Raciocínio Verbal;

RE: Raciocínio Espacial;

RA: Raciocínio Abstracto;

RM: Raciocínio Mecânico;

Lista de anexos

Anexo 1: Questionário sócio-demográfico. Questionário de identificação dos participantes do estudo.	83
Anexo 2: Consentimento informado para o Encarregado de Educação Externato de Nossa Senhora dos Remédios e Consentimento informado para o encarregado de Educação da escola profissional de artes da Beira Interior	86
Anexo 3: Pedido de autorização aos directores das escolas	93
Anexo 4: Representação homuncular de Penfield	96
Anexo 5: Representação cortical da mão esquerda de instrumentistas de cordas	99

Introdução

A música assume cada vez mais um papel preponderante no nosso quotidiano, constituindo assim um importante pilar no desenvolvimento humano. Não importa a razão pela qual a utilizamos, o facto é que a mesma começa a tornar-se imprescindível em todas as fases desenvolvimentais. Por este motivo, recentemente a música tornou-se um importante alvo de estudo para a psicologia, sobretudo no âmbito da influência que exerce na mente (Rauscher, Shaw & Ky, 1993; Schellenberg, 2001; Schlaug, 2001). Neste sentido, o rápido crescimento da investigação da música em psicologia nos últimos anos, bem como o seu impacto noutras áreas, tem sido acompanhado por mudanças radicais na natureza do comportamento musical e da experiência musical em si (Hargreaves, 2005).

Os desenvolvimentos tecnológicos de armazenamento da música, que estão disponíveis a preços relativamente acessíveis, estão a causar um grande impacto na forma como se faz a música atualmente. De facto, podemos salientar três tipos de impacto que se revelaram cruciais: (1) a mudança na natureza da musicalidade, originada pelo modo facilitado com que hoje se gravam e armazenam os sons com recurso a softwares avançados e perfeitamente capazes de fazer o trabalho que há décadas precisaria de vários técnicos especializados para o executar; (2) a demonstração do fenómeno que os autores designam de “democratização” dos estilos e géneros, possibilitados pela utilização de variados estilos musicais em locais tão diversos como o metro ou uma galeria de arte, sendo que, em ambos os locais, podemos ouvir, por exemplo, música clássica ou de outro estilo conforme seja a função do utilizador; e (3) a vivência numa constante banda sonora que nos acompanha em praticamente todas as atividades do quotidiano, tendo assim a música a função de impulsionar muitas das funções cognitivas, sociais e emocionais através da influência que esta banda sonora tem no nosso comportamento (North e Hargreaves, 2000). Assim, e porque esta mudança está presente nas nossas vidas há algumas décadas, achamos pertinente tentar perceber se o impacto dessa nova vivência é tão forte em termos desenvolvimentais e cognitivos como em termos sociais. Desta forma, este estudo focaliza a pesquisa no período desenvolvimental da pré-adolescência e adolescência, período este, que segundo alguns estudos é a fase em que a presença da música é mais marcante (Andreu, Quiles & Quadros Junior, 2009; Giedd, Kiralee, Hayashi, & Vaituzis, 2004; Giedd, Blumenthal, Jeffries, Castellanos, Zijdenbos, Paus, Evans & Rapport, 1999; Hargreaves, 2005).

Assim a nossa pesquisa começa, desde logo, por apresentar algumas evidências demonstradas em estudos já feitos nesta área (Gaser & Schlaug, 2003; Ilari, 2005; Leman, 1999; Rauscher, Shaw & Ky, 1993; Schellenerg, 2001). Trabalhos efetuados principalmente ao nível do estudo das estruturas cerebrais, e as suas diferenças entre estudantes de música (por terem um contacto mais próximo com a experiência musical), comparando-os com o estudante regular

(Elbert Pantev, Wienbruch, Rockstroh & Taub, 1995; Gaser & Schlaug, 2003; Pantev Engeliem, Candia & Elbert, 2001). Neste sentido, tentaremos alcançar uma melhor compreensão das teorias desenvolvidas sobre o efeito que a experiência musical tem no desenvolvimento estrutural na infância e suas repercussões nas capacidades cognitivas superiores. Tendo por base resultados de estudos anteriores (Rauscher, Shaw & Ky, 1993; Schellenberg, 2001; Schlaug, 2001), levados a cabo em fases desenvolvimentais diferentes e em outros contextos culturais, espera-se, com este trabalho, poder tirar conclusões mais adaptadas ao panorama nacional Português, evidenciando um tipo de população não vulgarmente utilizada nos estudos feitos anteriormente.

Num momento de crescente interesse em encontrar formas diferentes de motivar os alunos a treinarem as suas capacidades cognitivas e a interessarem-se por alguma atividade produtiva e saudável, a música aparece como uma possibilidade que merece da parte dos investigadores especial atenção. Assim, o primeiro capítulo é constituído por uma breve introdução ao estudo. No segundo capítulo desenvolve-se o estado da arte onde se dá especial relevância às estruturas e funções neuronais implicadas no comportamento musical, analisando estudos que comparam músicos e não-músicos, bem como às implicações de um treino musical precoce e aos benefícios cognitivos derivados da atividade musical. Neste capítulo refere-se ainda a importância da música na adolescência e, por último, examinam-se alguns benefícios da música enquanto atividade extracurricular.

No terceiro capítulo é apresentado o estudo empírico salientando objetivos e hipóteses; o quarto capítulo é constituído pela explicação dos aspectos metodológicos, os instrumentos que se utilizaram para levar a cabo a pesquisa, os procedimentos e a análise estatística; no quinto capítulo é feita a descrição dos resultados, seguindo-se o sexto capítulo com a análise e discussão dos resultados obtido e, por último, no capítulo sétimo procede-se à reflexão crítica e conclusões e apresentam-se as limitações do estudo, bem como sugestões de futuras pesquisas.

Capítulo 1. A Música e o seu papel no desenvolvimento cognitivo

1. O caso “Mozart Effect”

A noção de que a música pode influenciar ou melhorar as funções cognitivas é ainda hoje uma ideia envolta em acesa controvérsia entre autores: (1) os que defendem os resultados do estudo de Raucher, Shaw e Ky (1993) que lançou a ideia de que 10 minutos de escuta de uma peça de Mozart melhora algumas funções espaciais; (2) por outro lado o grupo dos que refutam a credibilidade dos resultados desse estudo, apresentando resultados que apontam no sentido de esse benefício ser consequência de outros fatores, como, por exemplo o facto de a música pertencer ao leque preferencial dos indivíduos, o que levaria a um aumento do sucesso em qualquer tarefa e não por ser uma peça de Mozart (Nantais & Schellenger, 1999; Schellenberg, 2004; Luke & Swartz Nilsson, 2001).

Schellenberg (2004) foi um dos maiores opositores desta teoria. Por este motivo levou a cabo uma série de estudos que ajudam a perceber se há de facto evidências de que alguns fatores decorrentes do treino musical podem trazer benefícios em domínios não musicais como a linguagem, a matemática ou raciocínio espacial. Esses fatores seriam: (1) a atividade bimanual; (2) a aprendizagem da leitura musical; (3) a atenção; (4) a concentração; (5) o “timing”; (6) o treino auditivo; (7) a “leitura rápida” e (8) o feedback do professor ou mestre (Brochard, Durfour & Després, 2004; Carlson, Friberg, Frydén, Granström & Sundberg, 1989; Chin & Rickard, 2010; Ilari, 2005; Leman, 1999; Luke, 2001; Menon, 2005; Nantais & Shellenberg, 1999).

Com efeito, podem associar-se às capacidades cognitivas superiores dos músicos muitos fatores e, por esse motivo, não podemos cair no erro de generalizar a influência de um único fator. Deveremos incluir nesta equação fatores tais como: (1) um aumento da plasticidade sináptica devido a um ambiente enriquecedor e facilitador da aprendizagem (Baeck, 2002; Best, Hoffman & Glanville, 1992; Gaser & Schlaug, 2003; Giedd, Blumenthal, Jeffries, Castellanos, Zijdenbos, Paus, Evans & Rapoport, 1999; Gregersen & Kowalsky, 2001); (2) hábitos académicos que envolvem atividades regulares relacionadas com o exercício musical; (3) facilidade de processamento de estímulos abstratos; e (3) refinamento das capacidades de processamento cognitivo e preceptivo, que incluem o focus atencional, a memorização e a expressão emocional (Costa-Giomi, 1999; DeNora, 2000; Eccles, Barber, Stone & Hunt, 2003; Giedd, 1999; Gregersen & Kowalsky, 2001; Nantais & Shellenberg, 1999).

2. Prática musical e o desenvolvimento e plasticidade cerebral

Tocar um instrumento musical exige extraordinárias capacidades ao nível processual, motor e cognitivo. Uma aprendizagem musical extensa com o seu começo ainda em idades precoces tem, segundo alguns autores (Flohr, Miller & Deebus, 2000; Gregersen & Kowalsky, 2001; Ilari, 2009; Johansson, 2002) como resultado uma maior plasticidade em termos de reorganização do desenvolvimento cerebral (Flohr, Miller & Deebus, 2000). O cérebro do adulto apresenta uma plasticidade considerável (apesar de esta ser menor comparativamente com a infância) e as conexões neuro-corticais podem sofrer mutações/remodelações durante toda a vida (Baek, 2002; Giedd, Kiralee, Hayashi & Vaituiz, 2004; Pantev, Engelen, Candia & Elbert, 2001).

Ao analisar, através das técnicas de neuroimagem, a ativação cerebral provocada por atividades musicais como tocar um instrumento, ouvir ou imaginar uma música, podemos verificar que sucede uma ampla e complexa ativação em várias áreas cerebrais. Os padrões dessa ativação podem variar com o treino, exposição prévia, preferências pessoais, envolvimento emocional e muitos outros fatores (Flohr, Miller & Deebus, 2000; Itoha, Fujii, Suzukia & Nakadaa, 2001; Sarnthein, VonSein, Rappelsberger, Petsche, Rauscher & Shaw, 1997). No entanto, no que toca à perícia, esta pode reduzir as diferenças de performance observadas em função da idade, bem como nível de habilidade que pode ser proporcionado por uma prática permanente e intensiva durante toda a vida (Brochard *et al.*, 2004; Johansson, 2002).

Com efeito, para melhor perceber o processamento subjacente a estes padrões de ativação cerebral torna-se necessário aprofundar conceitos como: (1) neuroplasticidade, na medida em que esta é responsável pela integração da nova informação; (2) o efeito reestruturante que o treino musical pode causar na organização cerebral; e (2) representação neuroplástica que permite perceber o peso dessa organização cerebral (Baek, 2002; Elbert *et al.*, 1995; Gaab, Gaser, Zaehle, Jancke & Schlaug, 2003; Pantev *et al.*, 2001).

2.1- Neuroplasticidade

A noção de plasticidade refere-se, por um lado, à adaptação de um sistema motor ou sensorial a necessidades desencadeadas pelos estímulos ambientais e, por outro lado, a processos como a compensação de estruturas cerebrais lesionadas. A plasticidade pode ainda envolver a modificação de circuitos neuronais que já fazem parte da estrutura ou a aquisição de novos circuitos, bem como a capacidade que os neurónios têm de se transformar, de forma definitiva ou por um período alargado de tempo. Este processo acontecerá ao longo da vida,

mas de forma descendente tendo o seu maior potencial na infância (Leman, 1999; Giedd *et al.*, 2004; Gregersen & Kowalsky, 2001; Joahnson, 2002; Schlaug, 2001).

Desde sempre se acreditou que a plasticidade cerebral e o desenvolvimento das estruturas, juntamente com a formação das conexões entre neurónios, são um dinamismo exclusivo da infância. Assim, este desenvolvimento/maturação estrutural, processar-se-ia desde o período pré-natal até ao final da infância, com a única exceção no que se refere às estruturas diretamente relacionadas com os processos mnemónicos. Logo, segundo esta lógica o padrão de rede neuronal não poderia ser alterado posteriormente. Mais recentemente, autores como Giedd *et al.*, (2004), Pantev, Engelien, Candia & Elbertet (2001), Sarnthein *et al.*, (1997) apresentam uma perspetiva diferente acerca deste tema. Estes ressaltam o facto de os seres humanos responderem com alguma flexibilidade, ainda que não com tanta como na infância, a novos reptos durante toda a vida. Este facto é sustentado por vários estudos feitos na área que explicam que a conetividade no cérebro adulto é apenas parcialmente determinada pela genética e pelos primeiros anos desenvolvimentais, podendo esta sofrer algumas alterações consoante os estímulos sensoriais que os indivíduos vão experienciando quotidianamente (Gregersen & Kowalsky, 2001; Pantev *et al.*, 2001; Peterson & Thaut, 2007; Ilari, 2005).

Esta ideia é de facto determinante para uma análise atenta sobre os impactos de um quotidiano envolto em hábitos musicais permanentes na plasticidade cerebral. Com efeito, a neuroplasticidade pode assumir várias formas: (1) regenerativa, quando existe uma lesão que exige um re-crescimento dos axónios; (2) axónica, quando há uma reestruturação da distribuição de terminais axónicos também impelida pelos estímulos ambientais; (3) sinática, quando existe um aumento ou diminuição prolongado ou definitivo da eficácia da transmissão sináptica, estando este processo relacionado com certos tipos de memória; (4) dendrítica, quando se trata da reestruturação dendrítica nas mesmas condições que as anteriores; e (5) somática, quando no referimos à capacidade de proliferação ou morte das células nervosas (Baek, 2002; Leman, 1999; Schlaug, 2001). Neste sentido, pode referir-se que os neurónios têm um carácter mutável, sendo capazes de alterar a sua morfologia e responder às exigências ambientais. Neste contexto, saliente-se também o importante papel das dendrites nessa mutabilidade.

A este propósito Rodrigues (2007) afirma que são as dendrites, nomeadamente as extensões da membrana do neurónio, que possibilitam a aquisição de espaço para as sinapses e facilitam a alteração da sua estrutura. Para além disso, as dendrites têm como uma das suas mais importantes características a sua forma altamente transformável (Baeck, 2002). A assunção da existência desta capacidade plástica pode, na verdade, ser bastante útil na fundamentação de estudos relacionados com alterações cerebrais causadas por experiências específicas relacionadas com processos de aprendizagem de certo tipo de tarefas, como por exemplo, a prática repetida de tarefas musicais, hipótese que se coloca neste estudo (Brochard *et al.*, 2004; Elbert *et al.*, 1995; Gaser & Schlaug, 2003; Haslinger, Erhard,

Altenmuller, Hennenlotter, Schwaiger, Eisiedel, Rummeny, Conrad & Ceballos-Baumann, 2004).

Para poder demonstrar esta capacidade em humanos podemos utilizar duas formas distintas: (1) analisando os cérebros de sujeitos que tenham algum tipo de experiência que se proponha estudar como causadora de diferenças anatómicas cerebrais; (2) testando capacidades cognitivas ou motoras que possam estar associadas a determinadas mudanças anatómicas e consequentemente a determinado desenvolvimento cognitivo (Best *et al.*, 1992; Elbert *et al.*, 1995; Carlson, Friberg, Frydén, Granstöm & Sundberg, 1989; Gaser & Schlaug, 2003; Gruhn, Litt, Schumann, Weib & Gebhardt, 2006; Haslinger *et al.*, 2004; Milovanov, Huottilainen, Välimäki, Esquev & Tervaniemi, 2008). Até ao momento os estudos têm explorado com mais frequência a primeira forma, através de técnicas de neuroimagem, no mesmo tipo de população: crianças em idade escolar e pré-escolar (Flohr, Miller & Deebus, 2000; Raucher Shaw & Ky, 1993; Nantais & Schellenger, 1999; Schellenberg, 2004).

2.2 - Exposição precoce ao treino musical e desenvolvimento cerebral

Não obstante algumas teorias evolucionistas sobre música serem consideradas meramente especulativas e serem recebidas com enorme desagrado por alguns cientistas, o comportamento musical tem inúmeras condições básicas consistentes com a adaptação evolutiva (Cross, 2001; Huron, 2001). Por este motivo sugere-se que a música, tal como o discurso, são fruto de fatores genéticos e da interação social, podendo o factor genético ter tido um papel importante na evolução da mente humana moderna (Cross, 2001; Huron, 2001; Trehub, 2001).

A propósito da exposição e efeitos do treino musical refira-se que muitos músicos conseguem memorizar por mais tempo, realizar sequências com a utilização de dedos das duas mãos e conseguem traduzir símbolos musicais para sequências durante a leitura rápida de uma partitura (Chin & Rickard, 2010; Haslinger *et al.*, 2004; Levitin & McGill, 2007). A continuação da prática de tão complexa atividade (atividade bimanual) leva a mudanças estruturais e de representação da área cortical, motora e sensorial do cérebro (Haslinger *et al.*, 2004; Schmithorst & Holland, 2003). A parte anterior do corpo caloso, constituída por fibras nervosas que ligam as regiões motoras frontais e pré-frontais, cruciais para a coordenação da atividade motora bimanual, é maior nos músicos que começaram o treino musical antes de atingir os sete anos do que nos músicos com começo mais tardio na área ou do que na população geral (Giedd *et al.*, 1999; Gregersen, 2001; Schlaug, 2001; Schlaug, Jancke, Huang, Staiger, & Steinmetz, 1995).

Um dos casos mais representativos das diferenças corticais é o dos músicos de cordas, cujo tamanho da representação cortical dos dedos da mão esquerda parece estar correlacionado com a idade de início da atividade musical (Elbert, Pantev, Wienbrunch, Rockstroh & Taub, 1995; Pantev, 2001). Foram ainda descritas algumas diferenças em relação ao cerebelo e assimetrias numa das partes do lobo temporal, mas essas diferenças, relativas ao lobo temporal, apenas foram encontradas em músicos que conseguem atingir a afinação perfeita, “*the absolute pitch*”, o que sugere que pode haver uma causa genética associada ao fenómeno (Bahaloo, Service, Krich, Gitschier & Freimer, 2000; Keenan, Thangaraj, Halpern & Schlaug, 2001; Milovanov Huottilainen, Välimäki, Esquef & Tervaniemi, 2008; Schlaug, 2001).

Um exemplo de como o treino intensivo pode moldar os processos cognitivos auditivos no cérebro de um adulto é o cérebro de um maestro que consegue identificar diferenças tonais captadas de um instrumento musical específico inserido no meio de uma orquestra inteira ao contrário de um qualquer indivíduo comum (Münste, Kohlmetz, Nager & Altermüller, 2001). Este facto sustenta, por si só, a importância que a simples audição musical de forma intensiva e atenta pode alterar temporariamente a representação cortical. Num estudo de Pantev, Engeliu, Candia & Elbert (2001), este exercício é utilizado numa experiência em que o indivíduo ouve uma determinada música por, pelo menos, três horas nessas circunstâncias e resulta nessa diferenciação cortical. Estudos anteriores propunham já a hipótese de a prática mental em si ter o mesmo resultado (Brochard *et al.*, 2004; DeNora, 2000).

Uma outra razão pela qual se consideram os músicos um interessante tópico no estudo do funcionamento do cérebro humano, é o facto de o treino musical começar geralmente em idades precoces, nas idades em que o cérebro está a desenvolver-se, e por esse motivo a adaptação cerebral aos estímulos musicais, dotam o indivíduo de uma organização e funcionamento, mudanças nas conexões sinápticas e/ou nos processos de crescimento de prolongamentos neurais, diferente da dos indivíduos que não passam pelo mesmo tipo de estímulos (Costa-Giomi, 1999; Flohr *et al.*, 2000; Gaser & Schlaug, 2003). O mesmo reforça Baeck (2002) ao sustentar que o processo de maturação cerebral ocorre, na sua maioria, por volta dos sete anos de idade, não sendo exclusivo desta fase. No entanto, quanto mais se avança nas fases desenvolvimentais, menos plasticidade cerebral pode ser observada, não sendo este um processo linear, pelo que depende também do treino e dos estímulos a que o indivíduo está sujeito ao longo da vida (Giedd *et al.*, 2004; Gogtay, Giedd, Hayashi, Greenstein, Vaituzis, Nugent, Clasen, Rapoport & Thompson, 2004).

Diversas áreas cerebrais são apontadas, por diferentes autores, como sofrendo alterações bastante significativas durante as primeiras décadas de vida do ser humano, incidindo, como já referimos, a maior parte das transformações na infância e na adolescência. Schmithorst e Holland, (2003), Giedd *et al.*, (1999), Gogtay *et al.*, (2004), sustentam que o desenvolvimento da densidade da substância cinzenta acontece em simultâneo com o processo maturacional funcional, estando estas regiões associadas a funções mais primárias.

Vários estudos sobre plasticidade cerebral têm tentado demonstrar as alterações adaptativas na organização cortical após o treino intensivo ou lesões cerebrais (Elbert *et al.*, 1995; Gaab, Gaser, Zaehle, Jancke & Schlaug, 2003). Estes estudos indicam que as propriedades funcionais do sistema nervoso central, incluindo as de circuitos neuronais do cérebro, podem facilitar a plasticidade cerebral, levando a alterações estruturais e reorganização de circuitos neuronais, que se percebem através de certo tipo de capacidades adquiridas (Baeck, 2002; Best *et al.*, 1992; Elbert *et al.*, 1995; Gaab, Gaser, Zaehle, Jancke & Schlaug, 2003).

Como já referido anteriormente, muitos estudos foram feitos sobre o efeito da prática musical a nível cerebral. Em termos de áreas afetadas a este fenómeno as que mais ressaltaram da revisão teórica são, neste caso, o corpo caloso, o córtex motor e o cerebelo, que parecem responder adaptativamente ao progresso da prática e desempenho musical, logo, também estas estão associadas a determinadas alterações funcionais e estruturais de regiões do encéfalo adaptando-se a essas necessidades (Amunts *et al.*, 1997; Best *et al.*, 1992; Costa-Giomi, 1999; Mazziotta *et al.*, 1982). Por esse motivo de seguida aprofundaremos melhor o impacto que os autores nos referenciam em relação à importância específica dessas áreas no processamento musical.

2.2.1. Corpo caloso

No que diz respeito ao corpo caloso, os estudos centram-se na assimetria cerebral e no tipo de comunicação inter-hemisférica pela qual esta é responsável. Para além disso, e sendo este o principal conjunto de fibras inter-hemisféricas, tem ainda uma importante função de integração funcional entre os dois hemisférios (Haslinger *et al.*, 2005). Segundo Schlaug (2001) esta estrutura está em constante formação durante a infância estendendo-se até ao seu final (início da adolescência) quando também o ciclo de mielinização se dá por completo (Giedd *et al.*, 2003; Menon & Levitin, 2005). É também durante o tempo de maturação do corpo caloso, que segundo os autores ocorre aproximadamente entre os 4 e 11 anos, que se verifica um aumento gradual do controlo do movimento, da coordenação motora e da transferência intermanual de informação sensório-motora, capacidades imprescindíveis em qualquer aprendizagem de um instrumento musical. Um outro fator que liga esta estrutura ao treino musical é o número de fibras que atravessam sagitalmente o corpo caloso. Assim a hipótese mais sustentada pelos autores é a de que o treino musical precoce e intensivo (mais na área de instrumentistas de cordas e teclistas), assim como a necessária rapidez na troca de informação entre os dois hemisférios a fim de proceder às sequências bimanuais complexas, neste caso, podem levar a alterações estruturais anatómicas do corpo caloso. Alguns autores verificaram que a área de secção sagital da metade anterior do corpo caloso era significativamente maior em músicos do que em não-músicos. O mesmo estudo demonstrou que havia evidências mais significativas ainda em músicos que tivessem tido um início precoce do treino musical (anterior aos sete anos de idade), comparando-os mesmo aos músicos que começaram mais tarde. Estas evidências parecem ainda advir do facto de a parte anterior do

corpo caloso ser constituída por fibras de regiões frontais e pré-frontais relacionadas com a motricidade. Para além disso também o facto de esta ser a última sub-região calosa a formar-se (Baeck, 2002; Elbert *et al.*, 1995; Haslinger *et al.*, 2004; Schlaug *et al.*, 2001).

2.2.2 Córtex motor

O córtex motor é também apontado como sendo uma das estruturas implicadas na prática musical, sobretudo nas sequências bimanuais complexas. Por um lado existem várias evidências de que alterações plásticas podem acontecer na organização morfo-funcional do córtex sensório-motor humano após estimulação sensorial ou aquisição de capacidades motoras. Segundo os estudos, estas alterações ocorrem no funcionamento de estruturas como: (1) aumento do número de sinapses por neurónio; (2) aumento do número de células gliais¹ por neurónio; e (3) uma maior quantidade de capilares sanguíneos, questionando-se assim a verificação de modificações visíveis ao nível no córtex motor (Baeck, 2002; Schlaug, 2001). Por outro lado, Amunts, *et al.*, (1997) ao compararem o córtex motor dos hemisférios direito e esquerdo em músicos e não-músicos, perceberam que havia uma assimetria em direção ao hemisfério esquerdo em ambos os grupos, sendo que, no entanto, no grupo dos músicos foi observada uma menor assimetria. Ainda de referir que nos músicos se verificou que o córtex motor direito era significativamente maior. Neste estudo foi feita uma análise da relação entre a idade de começo dos estudos musicais e as dimensões do córtex motor de ambos os hemisférios, tendo-se verificado que quanto mais cedo o início dos estudos, maiores as dimensões do córtex motor direito e esquerdo.

Da mesma forma, nos grupos dos músicos também se verificam diferenças relacionadas com o tipo de instrumento que os mesmos tocam, o que pode também significar diferenças de capacidades tanto em termos anatómicos como funcionais (Elbert *et al.*, 1995; Pantev *et al.*, 2001). Por exemplo, no que concerne aos pianistas Schlaug (2001) refere que estes possuem uma organização anatómica da representação cortical das mãos mais simétrica e, por esse motivo e pelo facto de terem um maior córtex motor e uma menor assimetria inter-hemisférica estes profissionais poderiam obter um melhor desempenho em determinadas tarefas motoras e superar indivíduos que apresentam menor córtex motor ou maior assimetria (Itoha *et al.*, 2001).

2.2.3. Cerebelo

O cerebelo é uma estrutura que aparece recorrentemente nos estudos sobre os efeitos do treino musical e os seus efeitos anatómicos cerebrais (Amunts *et al.*, 1997; Mazziotta *et al.*, 1982; Joahson, 2002). Uma das principais razões para isto acontecer, deve-se ao facto de

¹ Estas células, desempenham um papel importante na neuroplasticidade, além de atuarem na migração de neurónios durante o desenvolvimento no sistema nervoso. São associados também a estas células, a função de formação da barreira hemato-encefálica.

nesta estrutura existir um grande número de neurónios. Para além disso, o cerebelo é, ao mesmo tempo, responsável pela coordenação motora e tem uma função essencial nos processos de sequenciamento dos movimentos e em outras funções cognitivas importantes para a função musical. Assim, esta estrutura foi estudada também em termos comparativos relativos às suas dimensões esperando encontrar diferenças estruturais entre músicos e não-músicos (Baeck *et al.*, 2002; Menon & Levitin, 2005).

Através de dados retirados de neuroimagens, Schlaug *et al.*, (1995) chegou à conclusão de que havia uma diferença em termos de volume desta estrutura, sendo que os músicos apresentaram em média uma dimensão 5% superior em relação aos não-músicos. Os autores interpretaram este resultado como sendo a evidência da existência efetiva de adaptações micro-estruturais no cerebelo humano em resposta ao início precoce e à prática contínua de seqüências bimanuais complexas que, por sua vez, resultam em alterações estruturais detetáveis a um nível mais visível.

2.3 - Representação neuroplástica

A organização funcional do córtex e a sua representação tem sido intensamente estudada. A investigação de áreas corticais sensoriais nos sistemas auditivo e somato-sensorial proporciona um excelente modelo para o estudo das alterações plásticas associadas ao treino musical (Elbert *et al.*, 1995; Gaab *et al.*, 2003). O treino ou a atividade musical implica intensas estimulações sensoriais periféricas auditivas e somato-sensoriais que são transmitidas, via recetores e feixes axonais específicos das vias sensoriais às regiões correspondentes no córtex cerebral. Por esse motivo modificações específicas nas representações sensoriais podem ser facilmente identificadas. Assim, a sua representação homuncular² será bastante diferente em músicos por comparação com sujeitos “normativos” (Gaser & Schlaug, 2003; Pantev *et al.*, 2001; Sarnthein *et al.*, 1997).

Um outro aspeto importante a ser considerado quando falamos da prática musical é destacado num estudo efetuado por Altenmüller (2001). Este estudo aponta a existência de uma ligação estreita entre a informação auditiva e as redes neuronais envolvidas no processamento musical. O autor chama à atenção para o facto de na experiência musical estarem envolvidos múltiplos fatores que são o reflexo daquilo que o autor intitula de “*biografia da experiência auditiva*”. Segundo o autor este fenómeno diz respeito à ativação cortical que se processa durante uma determinada experiência musical, que por sua vez tem na sua génese as diferentes experiências pessoais que se dão ao longo de toda a vida, podendo assim esta resultar em representações sensoriais de vários tipos. Assim, o modelo que o autor propôs

² Anexo 5 imagem da representação homuncular

para explicar esta relação mostra-nos que, quanto mais complexa é a informação proveniente da experiência do sujeito, mais complexas são as redes neuronais do indivíduo. Logo, a ideia de que as representações mentais de um indivíduo se modificam e complexificam com o treino musical faz todo o sentido neste ponto de vista. Estas representações mentais podem envolver várias áreas cerebrais e, por este motivo, as representações podem ser de vários tipos: auditivas, sensório-motoras, simbólicas e mesmo visuais (Halpern & Zatorre, 1999; Karni *et al.*, 1998; Pantev *et al.*, 1998). Utilizando a mesma lógica, os autores referem que para um mesmo nível de complexidade da informação auditiva, os músicos profissionais utilizam redes neuronais maiores e mais complexas em relação aos não-músicos. Através deste modelo podemos perceber que à medida que a informação se torna mais complexa, a experiência auditiva pode influenciar a rede neuronal que será utilizada para o processamento musical, determinando uma multiplicidade de representações da informação. Apesar disto, não podemos descurar outros fatores que estão subjacentes ao processamento como, por exemplo, a memória a atenção entre outros (Halpern & Zatorre, 1999; Mazziota *et al.*, 1982; Peretz & Hyde, 2003).

2.3.1 Representação somato-sensorial

A propósito da representação somato-sensorial, alguns estudos permitiram perceber a existência de uma maior representação das áreas do corpo que são mais utilizadas na prática instrumental, como são o caso dos dedos polegar e mindinho, intensamente utilizados pelos instrumentistas de cordas (Best *et al.*, 1992; Elbert *et al.*, 1995; Zatorre *et al.*, 2002). Esta descoberta foi feita a partir da utilização de eletroencefalogramas após a estimulação dos dedos num grupo de músicos e noutra de não-músicos. Chegou-se então à conclusão de que, apesar da ativação cortical do dedo mindinho também o dedo polegar se ativava mais no grupo dos músicos do que no grupo dos não-músicos. A este propósito, Elbert *et al.*, 1995 referem ainda que a maior representação do dedo mindinho deriva do facto de o mesmo ser mais utilizado na prática musical de cordas do que o dedo polegar. Assim, chegou-se à conclusão que quanto maior a estimulação de determinado dedo, maior será sua representação cortical. No entanto, este facto só se verificou em relação à mão esquerda, a qual os instrumentistas de cordas destros utilizam para realizar as sequências complexas e os acordes. Mais uma vez, assume-se que o fator “início da prática musical” está presente como moderador entre o grupo dos músicos, sendo que foi encontrada uma maior representação cortical em músicos que começaram mais cedo (por volta dos sete anos) em relação aos que começaram mais tarde (por volta dos 13 anos) (Elbert *et al.*, 1995).

2.3.2. Representação auditiva

No que concerne à representação auditiva, estudos já elaborados nesta área (Bahaloo, Service, Kirch, Gitschier & Freimer, 2000; Gregersen & Kowalsky, 2001; Pantev *et al.*, 1998), e especificamente um trabalho de Pantev *et al.*, (1998), que utilizou três grupos, um grupo de músicos com ouvido relativo, outro com ouvido absoluto³ e outro de não-músicos. Com a mesma técnica — eletroencefalografia — puderam perceber que, no que concerne aos estímulos acústicos relativos ao piano, todos os músicos apresentaram uma maior representação cortical auditiva do que os não-músicos. A força total de ativação cortical foi 25% superior em músicos do que no grupo controlo e não foram observadas diferenças entre músicos com ouvido absoluto e músicos com ouvido relativo no que concerne à ativação cortical. Verificou-se também que a representação auditiva era superior em músicos que começaram a atividade musical mais cedo, mas neste caso as diferenças ficaram ao nível dos nove anos (Elbert *et al.*, 1995; Pantev *et al.*, 1998).

3. Ativação cerebral durante a prática musical

As mudanças na anatomia cerebral e as conexões associadas com o treino da atividade musical têm importância na ativação cerebral durante a performance musical e outras tarefas musicais. Não só a performance mas também o simples ato de ouvir música requer uma panóplia de funções cognitivas e emocionais. Alguns autores referem que quando se apresenta uma partitura a músicos profissionais e se lhes pede para que imaginem o resultado sonoro da mesma, observa-se uma ativação cerebral involgar que se processa através de um aumento significativo de atividade nas áreas occipitais direita e esquerda aos 120-150 milissegundos após a apresentação da partitura. Esta ativação espalha-se até ao meio do córtex parietal, córtex temporal auditivo e córtex pré-motor direito e esquerdo. A última ativação ocorre no córtex sensoriomotor esquerdo e no córtex ínfero-temporal de associação visual direita e implica uma complexa sequência de ativação temporo-espacial de múltiplas áreas corticais quando os músicos fazem associações audiovisuais (Carlson *et al.*, 1989; Elbert *et al.*, 1995; Itoha *et al.*, 2001; Johanson, 2002; Menon & Levitin, 2005; Schmithorst & Holland, 2003).

Apesar de existirem alguns dados que não corroboram exatamente as mesmas conclusões acerca da ativação durante o processamento musical, quando analisamos melhor podemos verificar que os resultados obtidos também dependem de muitos outros fatores que não só os

³ O Ouvido Absoluto consiste na capacidade que determinado indivíduo tem de identificar ou produzir uma determinada altura seja ela qual for sem aceder nenhum tipo de artifício ou referência exterior. O indivíduo que detenha esta capacidade consegue reconhecer qualquer altura assim que ela é tocada, este é um dos factores necessários para se conseguir diferenciar dos demais. Levitin, (2005) estabelece dois requisitos necessários para se poder determinar se estamos ou não na presença de alguém possuidor do mesmo: ser capaz de identificar qualquer altura e ter uma memória musical estendida.

momentâneos, tais como: (1) diferenças individuais relacionadas com o treino; (2) exposição prévia; (3) preferências pessoais; (4) envolvimento emocional, entre outros factores. No entanto, a assimetria hemisférica observada no processamento da informação espectral e temporal pode explicar alguma da complexidade deste facto (Itoha *et al.*, 2001; Joahnson, 2002; Sarnthein *et al.*, 1997; Sloboda, 2000). No que respeita ao processamento auditivo, os neurónios do córtex auditivo esquerdo são especialmente sensíveis a estímulos temporais provenientes da informação auditiva, enquanto a frequência e tom são melhor processados no hemisfério direito (Zatorre *et al.*, 2002).

Uma consequência da assimetria hemisférica no processamento da informação espectral e temporal é o facto das funções musicais relacionadas com o tom e timbre em atividades gerais ativam mais o hemisfério direito do que o esquerdo e, por sua vez, as funções relacionadas com o ritmo é domínio do hemisfério esquerdo. No entanto, na música, assim como na linguagem, o tom tem múltiplas componentes que podem ter diferentes especificações hemisféricas relacionadas com funções espectrais e temporais (Andrews, Dowling, Bartlett & Halpern, 1998; Whong, 2002; Baeck, 2002; Best *et al.*, 1992). Para além disso, a ativação em áreas específicas do hemisfério esquerdo nos músicos é maior aquando da identificação de tom do que nos não-músicos. Contudo existem partes, tanto no hemisfério esquerdo como no direito, que são ativadas durante uma tarefa musical, assim como em ambos os lados do cerebelo (Best *et al.*, 1982; Schmithorst & Holland, 2003; Zatorre *et al.*, 2002).

4. Neuromusicologia

As bases biológicas da música são interesse dos estudiosos há muito pouco tempo. No entanto, a música enquanto produto cultural, tem sido um assunto extremamente fértil para alguns autores na área da musicologia sendo um dos mais marcantes Leman (1999). Enquanto isso os psicólogos têm abordado o tema da música de um ponto de vista mais biológico, considerando-a como um instrumento interessante para o estudo do funcionamento geral do cérebro humano (Baeck, 2002; Gaab *et al.*, 2003; Gaser & Schlaug, 2003; Menon & Levitin, 2005; Pantev *et al.*, 1998). A este nível os autores sustentam a perspetiva biológica da música, chamando a atenção para o facto de o processamento da música ser bastante peculiar em relação aos outros, uma vez que este envolve redes neuronais específicas no cérebro. Para percebermos melhor a ligação que hoje em dia existe entre a música e a neurologia, em seguida concetualizaremos a ciência que nasceu destas duas áreas teóricas - a neuromusicologia (Chin & Rickard, 2010; Gaser & Schlaug, 2003); Leman, 1999).

A neuromusicologia, enquanto teoria é descrita por Leman (1999). Em primeiro lugar, o autor refere que a neuromusicologia estuda as atividades musicais humanas e o cérebro, podendo

este estudo ser abordado de forma sensorial ou cognitiva. No que concerne a abordagem sensorial, esta corresponde à compreensão dos mecanismos constituintes do processamento, maioritariamente auditivo ou seja, todos os processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na função auditiva (Best *et al.*, 1992; Zatorre *et al.*, 2002).

No que respeita à abordagem cognitiva, esta compreende o envolvimento das funções de várias áreas cerebrais que se ativam com o exercício musical. Esta perspetiva é mais recente do que a anterior, posto o interesse tardio em perceber o efeito da prática musical sobre o desenvolvimento de capacidades cognitivas. Este interesse chegou apenas com a evolução teórica na área das ciências cognitivas e com o avanço dos instrumentos tecnológicos da neuroimagem. No entanto, esta distinção é puramente conceptual, pois tanto uma função como a outra acontecem simultaneamente e se complementam em termos funcionais aquando de uma experiência musical (Brochard *et al.*, 2004; Chin & Rickard, 2010; Cross, 2001; Giedd *et al.*, 2004; Joahnson *et al.*, 2002; Leman, 1999; Pantev *et al.*, 2001).

O indivíduo com atividades musicais, principalmente formais, pela exigência de treino que tem, é um dos melhores exemplos das funcionalidades diferenciais do cérebro nas distintas atividades cognitivas. Ao mesmo tempo, o treino torna-se um instrumento único para a compreensão da possível plasticidade do cérebro humano quando é monitorizado para tal (Carlson *et al.*, 1989; Cross, 2001; Elbert *et al.*, 1995; Gaab *et al.*, 2003; Giedd *et al.*, 1999; Giedd *et al.*, 2004; Milovanov *et al.*, 2008; Rauscher & Zupan, 2000).

A prática musical intensiva tem efeitos bastante diferentes de qualquer outra atividade de outros indivíduos. Isto resulta das exigências únicas envolvidas nas habilidades musicais que envolvem não só o sistema auditivo, como a motricidade fina, e outras áreas que, à partida, não nos ocorre quando pensamos na atividade musical, como a leitura, a memória ou mesmo o raciocínio matemático (Chin & Rickard, 2010; Cross, 2001; Joahnson, 2002; Scmithorst & Holland, 2003).

5- Benefícios cognitivos associados ao treino musical

Estudos recentes têm demonstrado que os indivíduos com treino musical têm melhores capacidades de memorização verbal do que indivíduos não-músicos, assim como resultados superiores em várias tarefas cognitivas (Best *et al.*, 1992; Carlson *et al.*, 1989; Chin & Rickard, 2010; Gaab *et al.*, 2003; Milovanov *et al.*, 2008). No entanto, interessa compreender também se outras formas de comprometimento com a música, que não o treino formal, poderão prever uma melhoria na memória verbal, ou em outras capacidades cognitivas dos indivíduos (Menon & Levitin, 2005).

Assim importa, antes de mais, perceber por que razão se pensa que os músicos têm capacidades superiores em termos cognitivos em relação aos indivíduos normativos. Este facto pode ser o resultado da intervenção de diversas variáveis comuns nos músicos, como por exemplo, o aumento da plasticidade sinática nas redes neuronais, a eficácia dos resultados de anos de atividade sensório-motora e processamento auditivo intensos. Por exemplo, como já referido, nos músicos o corpo caloso anterior tende a ter dimensões maiores, o que facilita a comunicação entre os dois hemisférios. Para além disso, também os neurónios auditivos parecem trabalhar de forma diferente e mais eficaz nos músicos do que nos indivíduos não músicos (Pantev *et al.*, 2001; Pantev *et al.*, 1998). Da mesma forma o processamento auditivo temporal parece ser superior, o que pode estar por detrás do relacionamento entre o tempo do treino e a memória verbal (Chin & Rickard, 2010).

Ainda a este propósito, há alguns estudos que sustentam a ideia de que a facilidade para a aprendizagem de música poderá estar ligada com as capacidades mais evoluídas de linguagem em alguns indivíduos (Milovanov *et al.*, 2008). Estudos recentes demonstraram que crianças com capacidades linguísticas superiores e que têm uma segunda língua para além da nativa, apresentam um melhor processamento musical do que as crianças com capacidades linguísticas mais limitadas (Milovanov, *et al.*, 2008). Vão no mesmo sentido os resultados de outro estudo que pretendia demonstrar esta ligação, tendo concluído que existe uma ativação maior na área fronto-central quando é apresentado um estímulo sonoro de uma nota, C maior (dó maior), sendo a mesma área responsável pelo processamento linguístico superior (Patel, 2003). Estes dados sugerem que as capacidades verbais e musicais poderão partilhar as mesmas redes neuronais nas áreas auditivas cerebrais (Carlson *et al.*, 1989; Peterson & Tahub, 2007). Com efeito, impõe-se uma análise mais detalhada acerca de relação entre a música e as capacidades cognitivas nas suas diferentes dimensões, tendo em conta também o papel de outros fatores (ex: género) que parecem ter alguma relação com os resultados (Carlson *et al.*, 1989; Peterson & Tahub, 2007).

5.1. Música e Capacidades Cognitivas

Ao longo de toda a pesquisa bibliográfica encontramos inúmeros estudos que tentam demonstrar a existência de uma reorganização cognitiva estrutural e funcional que resulta do treino e da prática musical (Elbert *et al.*, 1995; Pantev *et al.*, 1998; Pantev *et al.*, 2001; Schlaug, 2001). Assim, estas modificações poderiam por hipótese resultar em diferenças comportamentais entre músicos e não-músicos no que se refere a capacidades cognitivas e/ou motoras⁴ (Halinger *et al.*, 2004; Rauscher, 1993; Rauscher & Zupan, 2000). Apesar desta afirmação ter merecido grandes ressalvas por parte dos investigadores (Luke & Nisson, 2001;

⁴ Esta é, de resto, a ideia-chave deste trabalho. Mais à frente essa hipótese é testada.

Nantais & Schellenberg, 1999; Schellenberg, 2001), tem-se produzido trabalho que sustenta aquela conclusão, nomeadamente as associações positivas entre o estudo formal de música em crianças e capacidades pertencentes ao domínio não musical, como linguagem, matemática e raciocínio visuo-espacial (Schellenberg, 2001; Costa-Giomi, 1999; Schimithorst & Holland, 2003).

No entanto, estas evidências aparecem ainda ligadas a fatores que deitam por terra as conclusões relativas aos efeitos benéficos do treino musical, como por exemplo o facto de a maioria desses efeitos serem apenas evidentes durante o período da infância tendendo a desaparecer após alguns anos. Argumentando esta posição, não podemos desprezar o facto de a aprendizagem musical envolver o desenvolvimento de capacidades cognitivas e motoras específicas que podem ser transferidas para outras respostas comportamentais suscitando assim a possibilidade destas se perpetuarem dentro dos domínios não-musicais mesmo durante a fase adulta (Brochard, Dufour & Després, 2004; Giedd *et al.*, 1999; Giedd *et al.*, 2004). No mesmo estudo em que os autores sustentaram esta ideia, conclui-se que os músicos demonstraram capacidades visuo-espaciais superiores quando comparados com indivíduos sem atividade musical (Brochard *et al.*, 2004; Hasseler, 1992; Rauscher *et al.*, 1993; Rauscher *et al.*, 1995; Rauscher, 2000; Sarnthein *et al.*, 1997), tendo estes sido sujeitos a testes que avaliaram vários aspetos visuo-espaciais nos quais estes pontuaram com mais eficiência em estímulos com apresentação na forma vertical, por exemplo. Autores como Brochard *et al.*, 2004 justificam este resultando com a experiência de leitura musical, já que a descodificação de variações na dimensão altura envolve o reconhecimento das posições verticais relativas das notas musicais na partitura. O estudo também destaca que as diferenças observadas poderiam ser explicadas por processos atencionais mais eficientes em músicos. Assim, os mesmos poderiam apresentar, por exemplo, um campo espacial de atenção maior em relação aos não-músicos (Brochard *et al.*, 2004).

5.1.1. Aprendizagem musical, leitura musical e benefícios cognitivos

Num artigo acerca dos mitos e factos dos benefícios cognitivos da aprendizagem musical, Ilari (2009) destaca a possibilidade de haver uma ligação estreita entre a alfabetização e a aprendizagem musical. Estudos anteriores sugerem que a perceção musical estará ligada, de uma maneira muito próxima, com o desenvolvimento de leitura e com a consciência fonológica, ou seja, com a capacidade de segmentação da fala em unidades menores e ainda assim reconhece-las independentemente de variações de altura, timbre, tempo e contexto (Carlson *et al.*, 1989; Milovanov *et al.*, 2008; Patel, 2003). Assim, a autora chega mesmo à conclusão de que a educação musical pode, de facto, trazer melhorias no rendimento da leitura em alunos com idades entre cinco e 19 anos (Ilari, 2009). Apesar disso, existem, até ao momento, poucos estudos feitos nesta área e, por esse motivo torna-se difícil basear

indiscutivelmente o nosso trabalho nesta premissa. No entanto, pode ser uma hipótese a ter em conta, com especial interesse se aplicada a um novo contexto geográfico e cultural.

Ainda a este propósito, Kopiez & Galley (2002) acentuam a importância da leitura musical no processamento mental. Os autores referem, no âmbito de um estudo dedicado ao processamento de informação visual, que a partir da observação dos movimentos sacádicos⁵ (tipo de movimento dos olhos) podemos tirar algumas conclusões acerca da maneira como os músicos e os não músicos processam a informação visual, podendo estes assumir ainda o papel de indicador da velocidade a que esta é processada (Kopiez & Galley, 2002; Gruhn, Litt, Schumann, Weib & Gebhardt, 2006; Rogrigues, Guerra & Loureiro, 2007). Assim, tendo em conta as exigências específicas inerentes à leitura musical, os autores defendem a ideia de que o início precoce da prática instrumental com a utilização da leitura pode ser uma maneira eficaz de modificar o processamento da informação visual resultando em diferenças permanentes que se podem observar já em músicos adultos. Neste estudo, de Kopiez & Galley (2002), ao serem comparados dois grupos (um de músicos e um de não músicos) observou-se que durante a execução de tarefas óculo-motoras simples, os músicos profissionais produzem movimentos sacádicos mais rápidos e eficientes, com mais movimentos antecipatórios, do que os não-músicos.

Esta ideia foi já enfatizada por outros autores (Gruhn, Litt, Schumann, Weib & Gebhardt, 2006; Rogrigues, Guerra & Loureiro, 2007) que referem que há de facto uma maior antecipação feita pelos músicos do conteúdo visual da partitura, a fim de programar as ações motoras necessárias a um bom desempenho, referindo que quanto maior for a experiência do músico em questão maior será a antecipação. Os mesmos autores consideram mesmo os parâmetros de movimento do sistema óculo-motor uma espécie de “impressão digital” devido à especificidade com que se processa, que nos músicos se revela bastante díspar em relação ao indivíduo comum.

Num estudo posterior, Gruhn *et al.*, (2006) apresentam resultados interessantes quanto às capacidades “aumentadas” dos músicos. De facto, os músicos apresentaram tempos de reação menores, maior produção de movimentos sacádicos expressos (reações entre 80 e 135 milissegundos) e maior êxito na correção de erros direcionais e na supressão sacádica. Justificando este facto, os autores referem mais uma vez a prática de leitura musical intensiva a que estes estão expostos, que lhes exige uma capacidade de concentração maior, fixação ocular controlada, atenção dirigida e controlo voluntário de todos os movimentos finos que estão diretamente ligados ao desempenho musical. No entanto, apesar dos autores sustentarem a ideia de que os músicos apresentam níveis mais elevados de velocidade de processamento, os mesmos referem que estes resultados não são uma tradução direta de

⁵ Os movimentos sacádicos representam os movimentos oculares mais rápidos e nos capacitam a redirecionar nossa linha de visão. Eles incluem alterações voluntárias e involuntárias da fixação ocular.

benefícios cognitivos advindos da prática musical por estes não serem representativamente significativos (Gruhn *et al.*, 2006).

Apesar de estes resultados não terem sido significativos a um nível cognitivo geral, outros estudos (Rodrigues *et al.*, 2007) que se têm dedicado mais à perceção visual e à capacidade visuo-espacial, fornecem resultados a ter em consideração. Por exemplo num outro estudo no qual foi solicitado a participantes com diferentes níveis de experiência musical, que avaliassem a magnitude de intervalos de altura utilizando um analógico visual, surgiram evidências de que os músicos profissionais forneceram respostas mais precisas, o que resulta de um melhor uso do domínio visual, no que respeita às distâncias espaciais, e numa representação de informação sonora traduzida nos intervalos de altura. Logo, as conclusões a que chegaram, à semelhança do que acontece em outros estudos, vão no sentido da existência de uma melhor capacidade visuo-espacial em músicos (Brochard *et al.*, 2004; Rauscher *et al.*, 1994; Rauscher, Shaw, & Ky, 1995; Schmithorst & Holland, 2003).

5.1.2. Capacidades visuo-espaciais e treino musical

A existência de uma diferença clara em termos de capacidades cognitivas e estruturas e funcionamento cerebrais entre indivíduos que se dediquem a atividades musicais e indivíduos não-músicos é, com efeito, bastante estudado por muitos autores (Costa-Giomo, 1999; Gaser & Schlaug, 2003; Schellenberg, 2001; Schlaug *et al.*, 1995). Na sua maioria, estes estudos baseiam-se em resultados obtidos por relações feitas entre as capacidades visuo-espaciais de músicos com sujeitos sem atividade musical. Por conseguinte, os resultados concluem que, no que respeita às capacidades visuo-espaciais, os músicos obtêm melhores resultados do que os sujeitos sem treino musical (Brochard *et al.*, 2004; Schellenberg, 2001; Rauscher, Shaw, & Ky, 1994). A ideia que resulta mais evidente a partir destes resultados é da natureza e sentido dessa relação, ou seja perceber se o facto de um indivíduo ter boas capacidades musicais será ou não sinónimo de um bom desenvolvimento das capacidades visuo-espaciais.

Em alguns estudos com as escalas de inteligência (Performance Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised (WPPSI-R) de David Wechsler, em crianças que tiveram treino musical por um período limitado de tempo, os resultados foram homogéneos pelo menos no que toca à escala «composição de objetos⁶» que melhorou substancialmente com esse treino (Rauscher *et al.*, 1994; Rauscher, Shaw, & Ky, 1995). Outros estudos, por sua vez revelaram outro tipo de conclusões que contrastaram com estas. No entanto, há que ter em conta que neste estudo, as crianças do primeiro ano tiveram treino musical diário durante 7 meses. Estas não só melhoram os resultados na escala referida anteriormente nos outros

⁶ Prova que avalia a capacidade atencional e a memória visual imediata.

estudos, como apresentaram um aumento da pontuação em provas como a prova dos cubos⁷ (subteste da WISC), The Children's Embedded Figures Test, The Graham Kendall Memory for Designs Test e The Raven Progressive Matrices.

Na verdade em estudos polémicos como o do “Mozart Effect”, apenas se verificaram mudanças nas capacidades cognitivas que duraram muito pouco tempo, cerca de 15 minutos (Rauscher *et al.*, 1993). Outros estudos levados a cabo, com o intuito de perceber a base neurológica da relação das tarefas visuo-espaciais, o desenvolvimento cognitivo e a exposição à música, como o de Sarthein *et al.*, (1997), no qual foi utilizado o eletroencefalograma (EEG) para estudar o funcionamento do cérebro adulto enquanto os participantes experienciavam atividades como ouvir música ou textos, e a seguir completavam tarefas visuo-espaciais, concluíram que ouvir música tem um efeito positivo nos processos mentais que envolvem as tarefas espaciais, aumentando a eficácia funcional de certos centros neuronais.

Em relação aos resultados obtidos, os autores mostraram que o treino musical nas crianças melhora significativamente as capacidades cognitivas e visuo-espaciais no geral, mas que este efeito é apenas temporário. Nos dois anos seguintes à instrução de piano, o grupo experimental obteve melhor pontuação do que o grupo de controlo em testes que visavam medir as capacidades cognitivas. A pontuação referente às capacidades espaciais desse grupo foi também superior à do grupo de controlo que teve um e dois anos de aulas individuais de piano. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas nas capacidades cognitivas entre os grupos depois de três anos de instrução, o que põe em questão os efeitos do treino musical no desenvolvimento cognitivo a longo prazo (Sarthein *et al.*, 1997). Com este estudo, concluiu-se ainda que o desenvolvimento das capacidades quantitativas e verbais não foi afetado pela instrução de piano. Isto sugere que os efeitos, tão mitologicamente divulgados em estudos anteriores, podem ser de facto muito limitados, principalmente quando falamos de efeitos a longo prazo.

Se por um lado, as melhorias encontradas depois de um e dois anos de treino musical sustentam a ideia de que a instrução musical produz mudanças neurológicas, que por sua vez melhoram certos tipos de capacidades cognitivas, por outro lado os resultados obtidos depois de três anos de treino não demonstraram diferenças significativas (Sarthein *et al.*, 1997). Estas conclusões levantam então a questão das mudanças neuro-fisiológicas não serem permanentes. Como as alterações não se verificaram, os autores sugerem que as causas das mudanças podem estar relacionadas com a dedicação e entusiasmo que os alunos têm no início da instrução, que é, aliás, uma reação comum quando as crianças iniciam novas atividades. Assim, este serviu de motivação para uma mais rápida aprendizagem e, portanto,

⁷ Prova que avalia a capacidade de organização visuo-espacial não verbal e a capacidade para decompor mentalmente os elementos constituintes do modelo a reproduzir. É considerada uma das provas contraprovas de deficits nas funções cognitivas.

de uma rápida aquisição de capacidades musicais e melhoria de algumas capacidades cognitivas relacionadas com elas, sendo esta conclusão também referida posteriormente num estudo de Ilari (2005), que testa igualmente a hipótese de os bons resultados em determinados estudos poderem estar relacionados com o entusiasmo sobre determinado item para o sujeito o que pode resultar em determinado efeito direto de uma atividade. Quando o entusiasmo inicial desaparece, os progressos na aprendizagem — que começam a precisar de mais esforço e de um envolvimento maior por parte dos alunos — não se verificam. Desta forma, a progressão cognitiva está cada vez mais depende da dedicação dos alunos às tarefas. Os autores referem ainda que, quando se começa o ensino formal de um instrumento específico, o sujeito é impulsionado a recorrer a novas estratégias cognitivas essenciais à aprendizagem. Deste modo, tais estratégias ao serem usadas recorrentemente, vão resultar no melhoramento de certas capacidades cognitivas, pelo que a superioridade dos músicos em alguns testes visuo-espaciais podem ficar a dever-se ao uso frequente dessas estratégias (Brochard *et al.*, 2004; Rauscher, *et al.*, 1993; Sarthein *et al.*, 1997; Schmithorst & Holland, 2003).

Quando falamos de imagem visuo-espacial trata-se acima de tudo de uma imagem mental, de entre outras como a imagem auditiva ou imagem motora na qual a sua principal característica é a sua similaridade com os processos de perceção. Neste sentido, verifica-se que, aquando do processamento musical, é frequente a ativação, em simultâneo, de vários tipos de imagem mentais, por exemplo, uma imagem auditiva de uma peça musical, a imagem visual da sua partitura, ou/e a imagem motora da sua execução num determinado instrumento (Brochard *et al.*, 2004; Levitin & Rogers, 2005; Karni *et al.*, 1998).

Uma das áreas integrantes deste processamento é a área de Broca, mais precisamente a substância cinzenta que da mesma faz parte. Concluiu-se que a mesma aparece de forma aumentada na sua densidade quando analisamos a neuro-anatomia dos músicos, como aliás, já referimos anteriormente. Esta área tem uma importância acrescida para os músicos, visto esta ser responsável por várias capacidades musicalmente relevantes, incluindo linguagem falada, localização visuo-espacial e audio-espacial, traduzindo-se assim num substrato de extrema relevância funcional, particularmente em músicos de orquestra (Sluming *et al.*, 2002).

Outro estudo levado a cabo por Schmithorst & Holland (2003), com o intuito de perceber a relação da prática musical com processamento cerebral, desta vez no que respeita à melodia e harmonia, concluiu que poderão estar implicadas, no processo, algumas características comuns ao processamento visuo-espacial. Isto porque, são utilizadas redes neuronais, comuns aos dois tipos de processamento, que visam a perceção destes dois elementos, facto que difere entre músicos e não músicos. Durante a perceção da melodia e da harmonia foram ativadas, apenas nos músicos, áreas parietais inferiores, áreas estas, que estão relacionadas com o processamento visuo-espacial em termos gerais (Schmithorst & Holland, 2003).

5. 2.- Diferenciação de efeitos do género

Para além da dedicação à aprendizagem musical, poderão existir outros fatores que explicam a relação entre a aprendizagem musical e o desenvolvimento cognitivo (Hassler *et al.*, 1985) estudaram os efeitos de certas hormonas no desenvolvimento das capacidades espaciais e na criatividade musical e descobriram que o nível de testosterona poderá estar relacionado com o talento artístico. Esta hormona tem o seu nível bastante elevado durante a adolescência, e chegou-se à conclusão, com base num estudo longitudinal de 8 anos, que esta estaria relacionada com o desenvolvimento de capacidades visuo-espaciais.

No entanto, esta relação apresentou algumas oscilações durante o meio da adolescência, a adolescência tardia e a adultez. Foram encontradas diferenças claras entre músicos e não-músicos tanto em adultos quanto em adolescentes, embora estas diferenças fossem mais visíveis durante a fase mais inicial do estudo longitudinal do que durante as fases posteriores. Durante a investigação que decorreu em três anos, a melhoria das capacidades visuo-espaciais foi percebida apenas nos dois primeiros anos, enquanto as crianças tinham 9 a 12 anos de idade. Já o terceiro ano coincidiu com o período da pré-adolescência, altura em que as mudanças hormonais são mais sentidas. É possível então afirmar que estas mudanças hormonais poderão ter afetado a performance espacial dos participantes ou mesmo a relação entre a aprendizagem musical e o seu desenvolvimento espacial. Por último, conclui-se que este estudo produz mais evidências em relação à característica temporária das melhorias em alguns mecanismos cognitivos e capacidades espaciais aquando de uma aprendizagem musical durante a adolescência. O estudo sugere ainda possíveis fatores que poderão afetar esse desenvolvimento, sem que, no entanto nenhum destes fatores tenha sido ainda suficientemente estudado para que se possa concluir por uma relação causa-efeito (Hassler, 1992).

Uma outra razão que pode estar relacionada com o fator género será o facto de durante o exercício musical serem ativadas diferentes áreas cerebrais, consoante se trate de um homem ou de uma mulher. De afcto, em ambos os sexos as áreas subcorticais auditivas e o córtex motor são activados, embora este efeito pareça ser mais significativo nos indivíduos do sexo masculino (Chin & Rickard, 2010; Gaab, Gaser, Zaehle, Jancke, & Schlaug, 2003). Para além disso existem ainda diferenças em relação aos efeitos na memória verbal e na musicalidade relativos aos dois sexos (Chin & Rickard, 2010; Herlitz, & Rehnman, 2008)⁸.

⁸ Por esse motivo , há, neste estudo, espaço para uma análise empírica que tenha em consideração as diferenças de género ao nível de raciocínio verbal, matemático e espacial.

6. Prática musical enquanto atividade extracurricular e os benefícios cognitivos

Os benefícios das atividades extracurriculares são, genericamente, bem aceites pela literatura, considerando o seu papel nos processos de aprendizagem escolar e desempenho académico (Eccles *et al.*, 2003; Levitin & McGill, 2007; Marsh, 1988). Alguns estudos comparativos trazem evidências claras de uma melhoria dos resultados nos alunos que participam nessas atividades quando comparados com alunos que não participam em qualquer atividade extracurricular. Juntamente com estas evidências, os autores referem ainda que um outro fator parece evidenciar-se como resultado destas atividades promotoras de desenvolvimento pessoal e social: o autoconceito (Simão, 2005). Um aumento do autoconceito parece estar associado a uma percepção mais positiva de si, bem como do meio escolar (Marsh, 1992).

Schellenberg (2001) sugere mesmo a existência de uma ligação estreita entre estes dois campos, justificando-a com os benefícios da educação musical em termos ambientais para a criança/jovem, que ao mesmo tempo favorece o desenvolvimento neurológico, pelo que os seus benefícios podem estender-se a outros domínios cognitivos potenciando o desenvolvimento de capacidades não-musicais como raciocínio verbal, matemático e visuo-espacial (Costa-Giomi, 1999; Giedd *et al.*, 2004; Gotgay *et al.*, 2004; Schellenberg, 2001; Rauscher & Zupan, 2000). No entanto, há também outra linha de pensamento que sugere que o envolvente por detrás das aulas de música poderá ser a origem principal desta transferência de capacidades cognitivas, mais do que as mudanças estruturais cerebrais. Com efeito, as aulas de música envolvem uma série de atividades combinadas como, as horas de prática individual, leitura de partituras, atenção, concentração, percepção de ritmo e treino auditivo, o que desenvolve no indivíduo a capacidade de atender rapidamente a informações temporais, detetar agrupamentos temporais, desenvolver atenção a várias formas de sinais, aprimorar a sensibilidade emocional e a expressividade e desenvolver habilidades motoras finas. Para além disso, o indivíduo está também sujeito à exposição musical e ao feedback do professor. Assim, estas atividades, que envolvem efeitos positivos, podem ao mesmo tempo estar a ser transferidos para domínios como a linguagem, a matemática ou raciocínio espacial, que, ainda que indirectamente, fazem parte de todos os processos musicais referidos anteriormente (Schellenberg, 2001; Schmithorst & Holland, 2003).

7. Ensino musical e a necessidade de reestruturação legislativa

Alguns estudos demonstram a existência de uma contradição entre as músicas que constam no currículo escolar oficial (principalmente música clássica) e o conhecimento sobre os estudos

musicais que fazem parte da vida quotidiana dos jovens e adolescentes como, o Pop, Rock & Roll, Hip-Hop, Rap, e R&B (Andreu, Quiles, Quadros Júnior & Torres, 2009; Levitin & McGill, 2007; Pitts, 2000).

A contribuição da música na aquisição de competências básicas é algo bastante estudado, mas, no entanto posta de lado de pela maior parte da legislação dos países desenvolvidos. A ideia de que a sua importância deve ser tida em conta na formação oficial é por isso considerada um grande avanço. Neste sentido alguns autores alertam precisamente para as suas contribuições concretas reforçando a importância da mesma em termos de: (1) obtenção de competências culturais e artísticas; (2) fomento da capacidade de apreciar obras musicais; (3) compreensão e avaliação crítica na perceção da música no geral como instrumento cultural; e (4) utilização da música como meio de atingir satisfação e enriquecimento pessoal (Andreu *et al.*, 2009). Para além disso a música pode ter um papel no desenvolvimento de aspectos tais como: (1) a competência de autonomia e iniciativa pessoal mediante capacidades relacionadas com a interpretação musical como a perseverança, responsabilidade, auto-crítica e auto-estima; (2) a competência social e de cidadania resultante da participação em atividades musicais; (3) o tratamento da informação e competência digital e utilização da tecnologia ligada à música; (4) a competência de aprender a aprender em atividades como audição e interpretação que põe em jogo capacidades e destrezas de atenção, concentração e memória; e (5) a capacidade de comunicação linguística ao gerar a aquisição e o uso do vocabulário musical interagindo com a linguagem verbal (Andreu *et al.*, 2009).

Neste sentido, temos assistido a um crescente interesse por parte dos investigadores, mais focalizado nos estilos musicais preferenciais dos jovens, e ao mesmo tempo um esforço para ligar esses interesses com a formação nos elementos necessários para fomentar a capacidade criativa e reflexiva, reforçando a ideia de que a música na educação secundária deveria ser implementada, juntamente com as outras disciplinas, e ao mesmo tempo, porque esta é uma fase especialmente rica na utilização da música até como fonte de regulação emocional. O ensino deveria então, ser feito a partir das músicas mais próximas das preferências musicais dos jovens tal como se tem defendido em muitos estudos (Folkestad, 2005; Regelski, 2006; Stanlhammar, 2003). Apesar do inegável valor formativo da música erudita, o facto é que os jovens estão mais próximos da música popular que escutam no seu dia-a-dia (Tanner, Asbridge, Wortley, 2008), cuja origem está na educação informal. Vários estudos defendem que é possível ensinar igualmente os conteúdos curriculares com a música popular, fomentando a diversidade musical e aproveitando o interesse do aluno por essa música para suscitar um melhor clima de motivação na aula (North, Hargreaves & O'Neill, 2000; Pitts, 2007).

Outra visão salientada por Hargreaves (2005) é a de que o prazer que decorre das aulas de música deve-se ao facto de os alunos poderem tocar instrumentos musicais e cantar de forma

livre e individual, e de, ao mesmo tempo, poderem compor e interpretar a música à sua maneira por conta própria. Quando questionados os alunos sobre as suas atividades musicais fora das escola pode perceber-se que mais de metade da amostra criava ou tocava música fora da escola durante uma quantidade substancial de tempo no decorrer da semana, e que os alunos parecem mais gostar das aulas quando têm a oportunidade de, fora delas, desenvolver as habilidades e a confiança para fazer sozinhos, serem autónomos e proprietários das suas próprias criações musicais. Assim, isto leva-nos a refletir sobre a importância da auto-atividade na aprendizagem (Hargreaves, 2005). Estes resultados mostram-nos que, cada vez mais urge a mudança de perspectiva em relação ao ensino musical. É pois importante provocar a mudança da ideia de que a música lecionada na escola tem apenas o objetivo letivo formal, que traduz apenas os interesses, preferências e géneros musicais que agradam aos professores, e que apenas fora da escola se consegue extrair prazer na prática musical. Nesse sentido há já uma clara tendência dos estudos se focalizarem na mudança dessa visão. Este estudo é mais um que tenta, em condições inovadoras, sustentar essa necessidade (Andreu *et. al.*, 2009).

8. Adolescência

O período da adolescência: Breve Caracterização

A adolescência é uma fase pautada por uma série de transformações que decorrem de um processo dinâmico que permite a passagem transitória da infância para a idade adulta, vivenciando entretanto as fases da juventude e adolescência (Câmara & Cruz, s.d.; Garcia, 2008). Este processo implica mudanças a diferentes níveis; (1) fisiológico; (2) psicológico; (3) afetivo; (4) intelectual; e (5) social. Estas alterações despertam a consciência do indivíduo para ideias, sonhos, experiências e projetos novos direcionados, na maioria das vezes, para a sua aceitação na sociedade e no contexto cultural em que o mesmo se insere (Garcia, 2008; Hargreaves, 2005; Resgate, 2001). O sucesso e tipologia da sua integração no meio irá impulsionar o crescimento biológico, cognitivo e social, assim como, a adoção de novos papéis e tarefas sociais (Lepre, 2003). Uma das características mais importantes desta fase é o desenvolvimento do pensamento abstrato, que como veremos ao longo deste estudo, poderá ser um dos motivos pelo qual algumas características desenvolvimentais parecem estar ligadas com uma maior aptidão para a música nesta fase inicial da vida.

8.1. Desenvolvimento físico, cognitivo e social

As alterações vivenciadas pelos adolescentes ocorrem, como já foi referido, a diversos níveis, tendo cada uma delas, uma extrema relevância no processo de criação de identidade e integração no meio social envolvente. No campo cognitivo do crescimento e desenvolvimento

do ser humano processam-se grandes modificações que ocorrem a diversos níveis e a transformação que a personalidade possa “sofrer” durante a adolescência o que faz parte do desenvolvimento e deve ser vista e aceite de forma natural. O indivíduo evolui da organização da infância para a desorganização do adolescente, para mais tarde atingir a reorganização como adulto (Claes, 1990; Garcia, 2008; Lepre, 2003; Sampaio, 2003; Simões, 1997, 2000b, 2002).

Piaget defendia ainda que os contrastes entre as capacidades cognitivas eram o resultado de estruturas psicológicas subjacentes aos estádios de desenvolvimento, que levam a um aumento da complexidade, do grau de abstração e da flexibilidade mental à medida que o indivíduo se vai desenvolvendo (Claes, 1990). Esta é por isso uma das razões primordiais pela qual o trabalho assume a premissa da importância do ensino musical, com os reconhecidos impactos cognitivos, como se viu, em especial em idades jovens. Com efeito, sabe-se que os adolescentes estão mais predispostos a centrarem-se sobre o abstrato do que sobre o concreto (Lemos, Almeida, Guisande & Primi, 2008).

Os adolescentes apresentam também, com muita frequência, uma forma especial de egocentrismo. Sendo um dos componentes desse egocentrismo o público imaginado, podendo alterar o seu comportamento, de modo a agradar ao público que, na sua opinião, os observa permanentemente. Outro dos componentes envolvidos é a narrativa pessoal, ligada às convicções dos adolescentes de que os seus sentimentos são únicos e que não existe ninguém capaz de os entender. Sendo esse egocentrismo apenas superado através das interações sociais com outros adolescentes, estimulando as suas capacidades sócio - cognitivas (Câmara & Cruz, s.d; Claes, 1999; Sampaio, 1993; Rizzo, 2008)

É neste sentido que poderemos encontrar diferenças ao nível experiencial da música visto muitas vezes os alunos formais de música terem de se deslocar do seu local de nascença (casa dos pais) para aprenderem a viver muitas vezes com colegas que estão na mesma situação e que partilham os mesmos interesses. Este facto difere assim, daquilo que é espetável em termos de impacto nos alunos regulares, que em princípio, ainda estão inseridos no seio familiar e que em termos de grupo se consideram, no que respeita aos interesses mais heterogéneos (Reichert & Wagner, 2007).

O grupo de colegas permite ao adolescente comparar os seus sentimentos e as suas capacidades com as dos outros indivíduos da mesma idade e posição social. Este processo denomina-se comparação social, sendo a partir desta que o adolescente faz a sua auto-avaliação. No entanto esta comparação pode ter efeitos positivos ou efeitos negativos, sendo que as consequências dependem do processo e das ações desencadeadas pelas comparações sociais que o adolescente realiza (Claes, 1990; Garci, 2008; Sampaio, 1996).

Este poderá pois ser um dos pontos de distanciamento em termos evolutivos entre alunos regulares que estabelecem geralmente esta relação automaticamente, e os estudantes formais de música, aos quais lhe são exigidos outro tipo de competências, que de uma maneira geral serão consideradas incompatíveis com esta *socialização horizontal*, considerando as permanentes avaliações públicas e o treino exigente e individual típico do seu programa curricular, que acarreta ao mesmo tempo uma carga de competitividade atípica entre alunos. Assim, parece-nos que não tendo necessariamente de ter diferenças em termos fisiológicos ou de competências cognitivas, pelo menos, em termos de experiência de alguns acontecimentos, os músicos poderão ser mais dotados de algumas capacidades sociais ou mesmo individuais advindas da sua experiência de contacto com público e exibições de avaliação do que um aluno normal (Hargreaves & North, 2000; Hargreaves, 2005). Espera-se ainda que se encontrem também algumas diferenças ao nível maturacional - social.

8.2. Funções psicológicas da música relacionada com o desenvolvimento de capacidades na adolescência

Segundo a literatura, a adolescência parece ser o período desenvolvimental em que a música parece estar mais presente e ser mais relevante no quotidiano dos sujeitos. Para além disso esta parece ser também a fase em que o sujeito se envolve mais com a música que ouve (Laiho, 2004; North, Hareaves & O'Neill, 2000). Laiho (2004) sustenta que a atividade musical no adolescente é fruto de um objetivo orientado pela mente. Assim, cada um utiliza a música por diversos motivos psicologicamente funcionais durante o seu dia-a-dia (DeNora, 2000). Alguns autores defendem mesmo que o gosto intenso pela música pode ser considerado a marca mais evidente da adolescência, estando o seu significado intimamente ligado com o desenvolvimento psicossocial (Laiho, 2004; Hargreaves, 2005; Tanner *et al.*, 2008).

A adolescência é uma fase de mudanças e desafios. Durante este período o adolescente precisa de se separar dos pais, aprender a auto-regular-se a ganhar autonomia emocional e controlo sobre a s suas vidas (Reichert & Wagner, 2007). A música é ainda considerada uma forma de coping que o adolescente utiliza, devido às suas características únicas, pois esta consegue mesmo proporcionar ao adolescente uma forma equilibrada de lidar com os variados obstáculos da adolescência melhorando assim a sua saúde mental. Uma das suas principais propriedades é a de poder influenciar o estado de humor (Hargreaves & North, 1999; Levitin & McGill, 2007). Assim como explica Laiho (2004), os sons e as palavras da música espelham a turbulência da vida do adolescente.

Ao mesmo tempo a música torna-se também num meio económico, prático e rápido de distração devido à facilidade com que esta pode ser transportada pelos jovens (fruto da evolução das tecnologias nesta área) (Hargreaves & North, 1999). Esta atividade é capaz de

influenciar profundamente estados psicológicos, chegando mesmo a atingir diferentes níveis da experiência humana, físicos, não-verbais, podendo levar o sujeito a experienciar sensações transcendentais influenciando processamentos cognitivos abstratos, sendo os mais significativos o emocional, as relações interpessoais e a identidade. A maior parte destas funções está diretamente relacionada com o impacto emocional que a música proporciona. O mesmo acontece com a identidade, sendo que muitos autores defendem o poder que certas músicas ouvidas ao longo da adolescência têm na construção da identidade e conceção do self (Levitin & McGill, 2007; Laiho, 2004). Assim, compreendendo os diferentes objetivos de procura de satisfação psicológica, podemos afirmar que a música é utilizada como uma fonte efetiva de promoção da saúde mental. De facto a importância da música para promoção da saúde do adolescente na sua vida quotidiana não deve ser subestimada. Os adolescentes precisam efetivamente de métodos de coping para conseguir lidar com as adversidades pelas quais passam diariamente durante este período desenvolvimental tão importante e a música parece ser um veículo preferencial que estes escolhem (DeNora, 2000; Hargreaves, 2005).

A música tem-se tornado uma nova maneira de organizar o mundo interno e social dos indivíduos que dela fazem usufruto, ajudando continuamente a reestruturar a maneira como os indivíduos lidam com os problemas quotidianos nas várias atividades em que participam (DeNora, 2000). Assim, admitindo a música com diversos objetivos: motivação, inspiração, relaxamento, excitação e simples companhia não devemos alhear-nos do papel que a mesma assume na moldagem do indivíduo, num contexto social e intelectual. A sua utilização é pois, uma preocupação que deve ocupar a todos, tendo em vista potencializar as várias competências do indivíduo.

8.3. Formas de utilização da música pelos adolescentes

Agora que já temos uma noção mais precisa de como se processa neurofisiologicamente a estimulação musical, e quais as áreas cerebrais que são ativadas, interessa-nos aperceber também como o tipo de música é selecionado dependendo das atividades para as quais o sujeito as destina. Muito se tem falado sobre a utilização da música com fim de facilitar alguns estados de humor e proporcionar certas reações físicas. Na verdade, este facto é algo que podemos testemunhar no nosso dia-a-dia facilmente. Por exemplo, conseguimos com alguma destreza perceber quando, pela audição de um certo tipo de música o nosso batimento cardíaco muda. Dependendo da ligação emocional que tenhamos com aquela música ou com aquele género de musical, este pode aumentar ou diminuir (Levitin & McGill, 2007). No entanto, o estudo dos impactos de música carece de uma observação bem mais objectiva e pormenorizada.

8.3.1. Objetivos subjacentes às escolhas musicais

A maior parte dos ouvintes assíduos de música são capazes de escolher o tipo de música que poderá mudar o seu estado de espírito para aquele que o sujeito necessita no momento em que a utiliza (Levitin & McGill, 2007; North & Hargreaves, 1996). A música é também utilizada pela maior parte dos jovens como método que ajuda à concentração, aumentando/melhorando as funções cognitivas, ajudando ao mesmo tempo a manter o estado de alerta e vigilância. Autores como Menon e Levitin (2005) concluíram ainda que a música pode sem dúvida ter benefícios ou malefícios ao nível mental mas também físico podendo este ser ativado pela reação emocional do indivíduo à música, podendo esta ser de êxtase, tristeza, estrema euforia, ou mesmo alimentando ou induzindo estados depressivos.

A propósito desta concentração referida anteriormente, Csikszentmihalyi (1990) (in Levitin & McGill, 2007), elaborou uma teoria que apelidou de *theory of flow*, que descreve um estado privilegiado de capacidades cognitivas que ocorre quando as pessoas atingem um determinado estado mental e físico de pleno, designado pelo autor como *fluxo*. Este estado de fluxo é experienciado por pessoas que se envolvem em tarefas desafiadoras tão diversas como a pintura, tocar um instrumento musical, realizar uma cirurgia cerebral, desportos radicais, escrever poesia, e programação de computadores. A ativação máxima desta capacidade é atingida quando um equilíbrio entre a simplicidade e a complexidade, entre o desafiador e o aborrecido ocorre. Com base nestes estudos sobre esta reação, foi recentemente proposto por Levitin e McGill (2007) que a música poderia ser utilizada como meio de atingir esses estados de fluxo, aumentando a ativação do indivíduo e das suas redes neuronais atencionais. Além disso, a música pode também, segundo alguns autores (Levitin & McGill, 2007), treinar o inconsciente a utilizar reflexos condicionados, e assim atingir a clarividência. Pode também ter a capacidade de melhorar certas redes cognitivas, tendo em conta a maneira em que ele próprio é organizado. É assente nesta ideia que o trabalho dá o mote ao estudo sobre os impactos do ensino formal de música ao nível cognitivo, comparando-os com alunos do ensino regular. Mais adiante analisaremos este intento com maior pormenor.

Capítulo 2- Apresentação do estudo e definição de hipóteses

1. Descrição do estudo e Objetivos

Após as considerações teóricas do capítulo anterior essencialmente focadas na importância da música no desenvolvimento cognitivo dos jovens nos resultados empíricos de vários estudos que testam as mesmas considerações pretende-se com este estudo estender o debate ao contexto português. Portugal não conhece, até ao momento, um estudo pormenorizado acerca dos efeitos da música no âmbito de uma abordagem cognitiva. Os seus efeitos cognitivos carecem, portanto, de uma atenção especial. Com efeito, este trabalho visa analisar os efeitos do treino musical numa amostra representativa de jovens⁹ em Portugal. Neste sentido, o objetivo principal da investigação é o de testar se existem diferenças significativas em termos cognitivos, nas suas diversas dimensões, entre jovens com treino formal de música face a jovens sem esse treino. Assim, o núcleo desta investigação é o estudo das diferenças em termos de capacidades cognitivas entre estes dois grupos.

Como referido no ponto 2, do capítulo II deste estudo, para se poder comprovar diferenças das capacidades cognitivas podem usar-se duas técnicas distintas. Esta investigação empírica utiliza a técnica dedutível ou de inferência¹⁰. Até agora a grande maioria dos estudos na área utilizam técnicas de neuroimagem (Baek, 2002; Elbert, *et al.*, 1995; Flohr *et al.*, 2000; Gaab *et al.*, 2003; Gotgay, *et al.*, 2004; Pantev, *et al.*, 2001). O tema e a técnica escolhidos para o desenvolvimento deste estudo, têm por base investigações específicas que sugerem que é possível, através do treino formal de música, alterar representações motoras¹¹, representações auditivas de frequências sonoras específicas, bem como alterações nas capacidades ao nível da memória de trabalho (Schmithorst & Holland, 2003). A este propósito, vários dos estudos que se conhecem acerca dos efeitos da prática musical a nível cerebral avaliam principalmente impactos no corpo caloso, no córtex motor e no cerebelo e a sua associação a determinadas alterações funcionais e estruturais do encéfalo (Schlaug, 2001).

Pelos motivos apontados, este estudo cria um espaço para uma análise comparativa entre indivíduos com ensino formal de música e indivíduos sem treino musical formal em diversas capacidades não-musicais mas que possam ter alguma relação com o ambiente quotidiano musical. Assim, de acordo com as considerações tecidas por vários autores como Schellenberg (2001), Costa-Giomi (1999) ou Rauscher & Zupan, (2000), esta investigação propõe-se avaliar

⁹ O capítulo V faz uma análise descritiva das características da amostra.

¹⁰ No capítulo IV o estudo apresenta detalhadamente os materiais, técnicas e procedimentos de recolha de dados de base dedutível.

¹¹ Segundo Schmithorst & Holland (2003) poderão existir alterações cognitivas fruto, por exemplo, da utilização frequente dos dedos para tocar alguns instrumentos.

os benefícios do treino musical sobre os domínios do raciocínio verbal, matemático, e visuo-espacial. A literatura acerca desta problemática tem-se centrado no estudo empírico focalizado em amostras constituídas por indivíduos em fase desenvolvimental infantil, o que constitui uma limitação que merece especial atenção (Rauscher *et al.*, 1993; Schellenberg, 2001). Para contornar esta limitação, este estudo é aplicado a uma amostra representativa de pré-adolescentes e jovens¹².

A idade de iniciação da prática musical assume-se relevante neste estudo. Como referem Schlaug (2001) e Johansson (2002), a parte anterior do corpo coloso é maior nos músicos que começaram o treino musical antes dos sete anos de idade. Assim esta investigação testa a relação entre o início da prática musical e a performance cognitiva. O espaço temporal que vai desde o início da formação formal de música até ao momento do estudo é também objecto de análise. Isto porque, como referiu Costa-Giomi (1999) as diferenças cognitivas sentem-se sobretudo nos dois primeiros anos de prática musical.

Existem alguns autores que sugerem diferenças corticais entre músicos cujo instrumento requer o uso continuado e frequente da mão esquerda face aos demais músicos, cujo instrumento não seja muito exigente no que concerne ao uso da mesma mão (Elbert, *et al.*, 1995). Assim, neste estudo interessa aferir a existência de diferenças significativas entre indivíduos cujo instrumento musical é de cordas face aos demais. Esse efeito poderá ser especialmente relevante em domínios visuo-espaciais (Schmithorst & Holland, 2004).

Como se pôde perceber do estado da arte sobre a problemática em estudo, a maioria dos autores tem-se preocupado em analisar os efeitos da música em termos cognitivos. Não obstante, os inúmeros estudos empíricos desenvolvidos testam esses efeitos entre grupos de músicos e não músicos, classificando de músicos aqueles indivíduos com um treino formal de música, à semelhança do núcleo desta investigação. No entanto, afirmar que a música assume um papel mais ou menos importante nos diferentes domínios cognitivos com base exclusivamente numa análise “alunos com ensino formal de música” vs. “demais alunos” pode ser redutor. Isto porque se ignora o papel da música como atividade extra-curricular, papel que tem sido amplamente reconhecido (p.e: Marsh, 1992; Costa-Giomi, 1999, Baber *et al.*, 2003). Por este motivo este estudo tem também como objetivo perceber se existem diferenças de competências ao nível cognitivo que possam estar associados à prática informal de música por parte de alunos do ensino regular, face aos demais sem qualquer relação com a música. Para atingir os objetivos propostos, esta investigação faz uso da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR) como instrumento de recolha de informação¹³.

¹²Ver distribuição da amostra por idades no ponto 1 do capítulo V.

¹³Para uma descrição mais detalhada do instrumento veja-se o ponto 1.2. do capítulo IV.

2. Definição de hipóteses

Tendo em conta o estado da arte neste campo de investigação e os objetivos definidos foram formuladas as seguintes hipóteses¹⁴:

Hipótese 1a): *Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio numérico que os estudantes do ensino regular;*

Hipótese 1b): *Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio verbal que os estudantes do ensino regular;*

Hipótese 1c): *Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio espacial que os estudantes do ensino regular;*

Hipótese 1d): *Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio abstracto que os estudantes ensino regular;*

Hipótese 1e): *Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio mecânico que os estudantes do ensino regular;*

Hipótese 1f): *Estudantes formais de música obtêm melhores resultados no score geral das provas de raciocínio que os estudantes do ensino regular;*

Hipótese 2): *Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio;*

Hipótese 3): *O tempo de prática musical em estudantes de música está positivamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio;*

Hipótese 4a): *A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio;*

Hipótese 4b): *Alunos que começaram os seus estudos musicais há 2 anos ou menos obtêm melhor score geral das provas de raciocínio do que os que começaram há 3 anos ou mais anos;*

Hipótese 5a): *Existem diferenças positivamente significativas, nos resultados dos scores gerais das provas de raciocínio, entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais;*

¹⁴Na tabela 3, no capítulo seguinte são sistematizadas as hipóteses bem como as variáveis definidas para cada teste de hipóteses.

Hipótese 5b): *Existem diferenças positivamente significativas nos resultados dos scores das provas de raciocínio espacial entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais;*

Hipótese 6: *Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre alunos do ensino regular com atividade musical extracurricular e alunos do mesmo tipo de ensino sem qualquer atividade musical.*

Hipótese 7: *Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular.*

Hipótese 8: *Existem diferenças significativas nos resultados da prova de raciocínio espacial entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular.*

Capítulo 3 - Dados, Metodologia e Variáveis

Neste capítulo é descrita a amostra e exposta pormenorizadamente a técnica de recolha de dados bem como a metodologia adotada para teste de hipóteses bem como a definição das variáveis que permitem esse teste.

1. Amostra

1.1. Participantes

A amostra é composta por alunos residentes em território nacional que se encontram matriculados no terceiro ciclo de ensino ou no ensino secundário nacional. Os mesmos provêm de duas escolas, uma de ensino regular e outra de uma escola profissional de música, no concelho da Covilhã, distrito de Castelo Branco. A amostra é composta por 190 indivíduos: ensino regular (ER) = 119 alunos, ensino profissional de música (EPF) = 71 alunos.

Em ambas as escolas os dados foram recolhidos em turmas de 7º, 8º, 9º, 10º e 11º ano, por forma a controlar diferenças de nível de ensino. A inclusão do 12º tornou-se impossível em resultado da carga de trabalho académico característica desse grupo que dificultava a aplicação dos testes de forma correta. Para garantir a aleatoriedade, todos os agrupamentos de secundário das escolas fizeram parte da amostra, garantindo assim a representatividade da mesma por áreas científicas. A favor da amostra é de salientar ainda os seguintes factores: (1) a escolha da escola profissional garante a representatividade nacional das escolas profissionais de música. Isto porque é a escola profissional de música mais a sul de Portugal Continental, ainda que a Covilhã faça parte da região Centro, de acordo com a classificação de NUTS I; (2) a escola de ER foi escolhida tendo como requisito a existência de um plano extracurricular onde figuram oficinas de música com presença facultativa; (3) a amostra controla também as diferenças entre áreas Urbanas e Rurais cujas características intrínsecas podem justificar algumas diferenças cognitivas entre os seus residentes; e (4) a amostra permite controlar o efeito das idades uma vez que abrange alunos com idades compreendidas entre os 12 anos e 22 anos.

Através da **tabela 1** é possível analisar a caracterização da amostra, com algum detalhe.

Tabela 1. Caracterização da Amostra

Dimensão		N	Freq. Rel.	Freq. Ac.
Ensino	ER	119	0.63	0.63
	EPM	71	0.37	1.00
	Total	190	1.00	
	N.R.	0		
Idade	< 15	84	0.44	0.44
	≥ 15 e <18	80	0.42	0.86
	≥18	26	0.14	1.00
	Total	190	1.00	
N.R.	0			
Género	Masc.	106	0.56	0.56
	Fem.	84	0.44	1.00
	Total	190	1.00	
	N.R.	0		
Meio envolvente	Urbano	99	0.53	0.53
	Rural	89	0.47	1.00
	Total	188	1.00	
	N.R.	2		
Matricula	7ºano	40	0.21	0.21
	8ºano	46	0.24	0.45
	9ºano	56	0.29	0.75
	10ºano	25	0.13	0.88
	11ºano	23	0.12	1.00
	Total	190	1.00	
N.R.	0			

1.2. Instrumentos

Para recolha de dados foi aplicada à amostra definida a bateria de provas de raciocínio BPR-7/9 e BPR-10/12¹⁵ que integram o conjunto de baterias de provas com três versões BPR-5/6, BPR-7/9 e a BPR-10/12. A BPR 5/6 é aplicada a estudantes do segundo ciclo, a BPR-7/9 é aplicada a estudantes do terceiro ciclo e por último a BPR-10/12 é aplicada a estudantes do ensino secundário. Todas as versões compartilham o mesmo número de itens à exceção da primeira versão que tem itens específicos para as idades mais novas. Cada versão é composta por cinco subtestes/provas de raciocínio:

¹⁵ Para uma análise pormenorizada sobre as características e validação das provas consultar Almeida, 2009

1. Prova de Raciocínio Numérico (Prova RN): Composta por 20 itens nos quais existem séries de números. O sujeito deve descobrir qual a relação aritmética que produz as progressões nas séries e, aplicando-as, deve identificar quais serão os últimos números que completam a série. O tempo da prova é de 10 minutos.
2. Prova de Raciocínio Verbal (Prova RV) - Composta por 25 itens envolvendo analogia entre palavras. A relação análoga existente entre um primeiro par de palavras deverá ser descoberta e aplicada de forma a identificar a quarta palavra entre as cinco alternativas de resposta que mantêm a mesma relação com uma terceira apresentada. O tempo da prova é de 4 minutos.
3. Prova de Raciocínio Espacial (Prova RE) - Composta por 20 itens nos quais existem séries de cubos tridimensionais em diferentes posições que pressupõem um determinado movimento. Os movimentos podem ser constantes, por exemplo, sempre para a direita, ou alternados, por exemplo para esquerda e para cima. Por meio da análise das diferentes faces pode descobrir-se a sequência da rotação do cubo identificando que cubo que se segue sob essa sequência. Existem cinco alternativas de resposta para cada item e o tempo de prova é de 9 minutos.
4. Prova de Raciocínio Abstrato (Prova RA) - Composta por 25 itens tem um conteúdo abstrato e consiste na analogia de figuras geométricas, ou seja, $A:B // C$: (A, B, C, D, E). É necessário que se descubra a relação existente entre os dois primeiros termos e aplicá-la ao terceiro, para se identificar o quarto termo entre as 5 alternativas de resposta. O tempo da prova é de 5 minutos.
5. Prova de Raciocínio Mecânico (Prova RM): É composta por 25 itens constituídos por gravuras que retratam um problema e opções de resposta. As questões são compostas por problemas práticos que envolvem conteúdos físico-mecânicos. A resposta é dada escolhendo-se, dentre as alternativas, a resposta que melhor responde à questão proposta pelo problema. O tempo da prova é de 8 minutos.

1.3.Procedimento

As aplicações foram feitas coletivamente após a permissão da diretoria pedagógica das escolas e o pedido de autorização aos encarregados de educação sobre a aplicação dos testes a cada aluno e os mesmos terem sido deferidos. Antes da aplicação técnica das provas, o aplicador passou um breve questionário sociodemográfico, importante para a caracterização

da amostra e controlo de variáveis como idade, sexo, meio envolvente, etc. Para além disso, tendo em conta as diferenças entre os grupos dos indivíduos com ensino formal de música e os indivíduos inscritos no ensino regular, os participantes foram também questionados sobre determinados aspectos específicos como: instrumento principal, instrumento secundário (se aplicável), idade de iniciação da prática musical, tempo de prática musical diária, etc. – estes para alunos de EPM – e prática musical extracurricular, instrumento musical principal (se aplicável), tempo de prática musical diária extracurricular, etc., – estes para alunos do ER.

No que diz respeito à bateria de provas, o procedimento da sua aplicação incluiu uma breve introdução para a explicação dos objetivos do estudo, a leitura das instruções e o esclarecimento de dúvidas. As provas foram aplicadas com tempo limitado conforme as instruções da mesma. Após o esclarecimento das dúvidas o aplicador instruiu os alunos a começarem enquanto, em simultâneo, o aplicador inicia a contagem do tempo. Esgotando-se o tempo limite de cada prova o aplicador pediu aos alunos para interromperem a resolução passando para o próximo subteste. Este procedimento repete-se ao longo das cinco provas de raciocínio. A ordem de realização dos subtestes foi: prova RA, RV, RE, RN e RM aplicados em blocos de aulas de 60 minutos.

2. Metodologia

Tendo em conta que as **hipóteses 1** (1a) até à 1f), 3, **4b**), 5 (5a) e 5b) **6, 7 e 8**, pressupõem testes a diferenças entre médias comparando dois grupos com determinadas características, o estudo aplica um teste *t-student* assumindo determinados pressupostos: independência entre grupos e distribuição amostral normal¹⁶ (Brooks, 2008). No entanto, como, como esses pressupostos são difíceis de se verificar, o estudo realizará, no ponto 3, do capítulo 4, alguns testes estatísticos para aferir a validade do teste *t-student* e os resultados produzidos. Sempre que se justificar será aplicado um teste não paramétrico equivalente/alternativo ao teste *t-student* que não exige os pressupostos rígidos deste último teste.

No que diz respeito ao **teste das hipóteses 2 e 4a)** será utilizado o método “*Ordinary Least Squares*” (OLS) cujos resultados são equivalentes a um teste *t-student* se aplicado para apenas a uma variável explicativa (nestes casos serão as idades de iniciação da prática musical e os anos de experiência musical, respetivamente). A aplicação do OLS prende-se com a natureza da variável explicativa, pois, ao contrário do que acontece com as variáveis

¹⁶ No ponto 3 do capítulo 4 o estudo apresenta os resultados do teste Kolmogorov-Smirnov, adiante tratado como teste KS, sob a hipótese nula de normalidade da amostra.

explicativas das restantes hipóteses, neste caso a variável é contínua¹⁷. Não sendo a mesma uma variável categórica, não faz sentido a aplicação de um *t-student*. Com o OLS pretende-se aferir a existência de uma relação linear (positiva ou negativa) entre a variável de interesse e a variável explicativa^{18,19}.

Este método assenta em alguns pressupostos cuja violação pode comprometer a leitura dos resultados produzidos. São os pressupostos do modelo: (1) linearidade entre a variável de interesse e a variável explicativa; (2) independência dos termos de perturbação/erro; (3) homocedasticidade dos erros (ou seja, variância constante); e (4) normalidade da distribuição dos erros (Brooks,2008). Os testes e respectivos resultados foram realizados com recurso ao programa STATA (*Data Analysis and Statistic Software*), versão 11.0, tendo sido realizadas análises descritivas, correlações, estatística diferencial e regressões lineares simples.

3. Definição de Variáveis

No geral, as hipóteses testam diversos efeitos sobre os resultados das diferentes provas que compõem o instrumento usado. Neste sentido, o estudo define como **variáveis a explicar** (variáveis de interesse ou dependentes) as seguintes:

- RN - somatório do número de respostas acertadas na prova RN;
- RV - somatório do número de respostas acertadas na prova RV;
- RE - somatório do número de respostas acertadas na prova RE;
- RA - somatório do número de respostas acertadas na prova RA;
- RM - somatório do número de respostas acertadas na prova RM;
- BPR - score resultante da operação matemática seguinte²⁰:
 - $[(RA \times 4) + (RN \times 5) + (RV \times 4) + (RM \times 4) + (RE \times 5)] \div 20$

No que concerne à **hipótese 1**, nas suas várias alíneas, o estudo testa diferenças ao nível da média de resultados em RA, RV, RE, RA, RM e BPR entre alunos com ensino formal de música e os demais. Com efeito, é utilizada como a variável explicativa a variável **ENSINO** - variável binária que assume valor 1, se o aluno se encontra inscrito no ensino profissional de música (EPM); ou 0, se o aluno se encontra inscrito no ensino regular (ER).

¹⁷No ponto seguinte deste capítulo este estudo trata de definir as variáveis que explicam as diferenças na performance cognitiva nos diversos domínios.

¹⁸ Para mais considerações sobre a regressão linear simples ver Brooks (2008)

¹⁹ A regressão linear simples é dada por $y_i = \alpha + \beta x_i + \mu_i$, onde; y é a variável de interesse; α é a constante da regressão; β é o coeficiente (positivo ou negativo) da variável explicativa x ; μ é o termo de perturbação/erro da observação i ; [$i = 1, 2, \dots, n$], Brooks (2008)

²⁰ Para uma análise detalhada sobre construção dos scores ver manual técnico de Almeida (2009)

Relativamente à **hipótese 2**, o estudo testa o efeito da idade de iniciação, dos indivíduos do grupo de ensino EPM, no BPR. Por conseguinte define-se como variável explicativa a variável **IDADE_IN** - idade, em anos, com a qual os indivíduos iniciaram a aprendizagem de música.

Com relação à **hipótese 3**, o estudo testa o efeito do tempo de prática musical, dos indivíduos do grupo de ensino EPM, no BPR. Por conseguinte define-se como variável explicativa a variável **TPM** - variável binária para o tempo de prática musical média diária. Assume o valor 1 se pratica pelo menos três horas diárias ($TPM \geq 3$); 0 se menos de três horas diárias de prática musical ($TPM < 3$).

As **hipóteses 4a) e 4b)** testam o efeito que a experiência formal de música assume sobre o **BPR**. Neste sentido, para testar a hipótese 4a) define-se como variável explicativa a variável **EXP** - tempo, em anos, que dista do início da prática formal de música até ao momento actual. Para testar a hipótese 4b) definiu-se a variável **EXPdummy** - variável binária que assume o valor 1 se o indivíduo do grupo EPM tem uma experiência musical inferior a três anos ($EXP < 3$); ou o valor 0 se o indivíduo tem uma experiência musical igual ou superior a três anos ($EXP \geq 3$).

Para testar as **hipóteses 5a) e a)**, que analisam o efeito do treino formal musical com instrumentos de cordas sobre o BPR e o RE, respectivamente, define-se como variável explicativa, para teste de diferenças de médias, a variável **INST** - variável binária que assume o valor 1 se os indivíduos do grupo EPM têm as cordas como género de instrumento principal (Cordas); ou o valor 0 para os restantes com um instrumento musical de outro género (Outros).

Por último, relativamente à **hipótese 6**, o estudo tem por objetivo testar a existência de diferenças significativas para as variáveis da BPR entre indivíduos que, pertencendo ao ER, têm na música uma atividade extracurricular, face aos demais. Neste sentido o estudo define como variável explicativa a variável **M_EXT** - variável binária assumindo o valor 1 se o indivíduo do ensino regular frequenta oficinas de música como atividade extracurricular (sim); ou 0 nos restante casos (não). A **tabela 2** sistematiza a definição das variáveis

Tabela 2. Definição das Variáveis

Variáveis explicadas	
RN	somatório do número de respostas acertadas na prova RN
RV	somatório do número de respostas acertadas na prova RV
RE	somatório do número de respostas acertadas na prova RE
RA	somatório do número de respostas acertadas na prova RA
RM	somatório do número de respostas acertadas na prova RM
BPR	score resultante de $[(RA \times 4) + (RN \times 5) + (RV \times 4) + (RM \times 4) + (RE \times 5)] \div 20$
Variáveis explicativas	
ENSINO	variável binária: 1 se matriculado no EPM, 0 se ER.
IDADE_IN	idade, em anos, de iniciação da prática formal de iniciação
TPM	variável binária para o tempo de prática musical média diária: 1 se pelo menos três horas ($TPM \geq 3$); 0 se menos de três horas ($TPM < 3$)
EXP	tempo, em anos, que dista do início da prática formal de música até ao momento atual
EXPdummy	variável binária: 1 se experiência, em anos < 3 ($EXP < 3$), 0 se ≥ 3 ($EXP \geq 3$)
INST	variável binária: 1 se cordas como instrumento principal (cordas), 0 se outro (outros).
M_EXT	variável binária: 1 se o aluno inscrito no ER, tem música como actividade extracurricular (sim), 0 caso contrário (não).
GÉNERO	variável binária: 1 se género masculino (Masc), 0 se feminino (FEM).

A **tabela 3** apresenta as hipóteses do estudo de forma articulada com as variáveis usadas nos testes de hipóteses

Tabela 3. Sistematização de hipóteses metodologia e variáveis a testar

<i>Hipóteses</i>	<i>Descrição</i>	<i>Variável Explicada</i>	<i>Variável Explicativa</i>	<i>Teste estatístico</i>
1 a)	Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio numérico que os estudantes do ensino regular;	RN	ENSINO {EPM;ER}	t-student (diferença entre médias)
1 b)	Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio verbal que os estudantes do ensino regular;	RV	ENSINO {EPM;ER}	t-student (diferença entre médias)
1 c)	Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio espacial que os estudantes do ensino regular;	RE	ENSINO {EPM;ER}	t-student (diferença entre médias)
1 d)	Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio abstracto que os estudantes ensino regular;	RA	ENSINO {EPM;ER}	t-student (diferença entre médias)
1 e)	Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio mecânico que os estudantes do ensino regular;	RM	ENSINO {EPM;ER}	t-student (diferença entre médias)
1 f)	Estudantes formais de música obtêm melhores resultados no score geral das provas de raciocínio que os estudantes do ensino regular;	BPR	ENSINO {EPM;ER}	t-student (diferença entre médias)
2	Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio;	BPR	IDADE_IN	OLS
3	O tempo de prática musical em estudantes de música está positivamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio;	BPR	TPM {TPM≥3;TPM<3}	t-student (diferença entre médias)
4a)	A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio.	BPR	EXP	OLS
4b)	Alunos que começaram os seus estudos musicais há 2 anos ou menos obtêm melhor score geral das provas de raciocínio do que os que começaram há 3 anos ou mais anos;	BPR	EXPdummy {EXP<3; EXP ≥3}	t-student (diferença entre médias)
5 a)	Existem diferenças positivamente significativas, nos resultados dos scores gerais das provas de raciocínio, entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais;	BPR	INST {Cordas; Outros}	t-student (diferença entre médias)
5 b)	Existem diferenças positivamente significativas nos resultados dos scores das provas de raciocínio espacial entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais;	RE	INST {Cordas; Outros}	t-student (diferença entre médias)
6	Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre alunos do ensino regular com actividade musical extracurricular e alunos do mesmo tipo de ensino sem qualquer actividade musical.	BPR	M_EXT{sim; não}	t-student (diferença entre médias)
7	Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular.	BPR	GÉNERO{Masc;Fem}	t-student (diferença entre médias)
8	Existem diferenças significativas nos resultados da prova de raciocínio espacial entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular.	RE	GÉNERO{Masc;Fem}	t-student (diferença entre médias)

Capítulo 4 - Testes de robustez - Validação de Resultados

Neste capítulo o estudo apresenta os resultados acerca dos testes de hipóteses definidos e sintetizados na tabela 3. No entanto, antes de mais, é importante fazer a análise descritiva das variáveis relacionadas nas devidas hipóteses.

1. Análise descritiva

Da análise da Tabela 4 conclui-se que a amostra é constituída por cento e noventa indivíduos aos quais foi aplicada a bateria de provas de raciocínio. Os indivíduos sujeitos às diferentes provas apresentaram, em média, 8.34, 13.03, 9.0, 11.25, 9.12* no RN, RV, RE, RA e RM, respectivamente. Verificou-se uma média do score global de 11.00, num intervalo de resultados entre 3.8 e 18.1. Considerando os resultados das provas e do score geral na BPR, saliente-se a constância dos desvios-padrão (reduzidos), facto que confere robustez aos resultados produzidos.

Tabela 4. Estatísticas descritivas

<i>Variável</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
RN	190	8,34	3,69	0	17
RV	190	13,03	3,59	4	22
RE	190	9,00	3,83	1	20
RA	190	11,25	2,81	1	17
RM	190	9,12	2,95	2	20
BPR	190	11,01	2,68	3,80	18,10
ENSINO	190	0,37	0,49	0	1
	<i>ENSINO = EPM</i>	71	1	0	1
	<i>ENSINO = ER</i>	189	0	0	0
IDADE_IN	71	12,44	3,39	5	20
TPM	69	0,49	0,50	0	1
	<i>TPM= (TPM ≥ 3)</i>	35	1	0	1
	<i>TPM= (TPM <3)</i>	34	0	0	0
EXP	71	4,08	3,28	0	15
EXPdummy	71	0,45	0,50	0	1
	<i>EXP= (EXP <3)</i>	32	1,50	0,72	0
	<i>EXP= (EXP ≥ 3)</i>	39	6,21	3,02	3
INST	71	0,34	0,48	0	1
	<i>INST= Cordas</i>	24	1	0	1
	<i>INST= Outros</i>	47	0	0	0
M_EXT	119	0,32	0,47	0	1
	<i>M_EXT=sim</i>	38	1	0	1
	<i>M_EXT=não</i>	81	0	0	0
GÉNERO	190	0,56	0,50	0	1
	<i>GÉNERO=Masc</i>	106	1	0	1
	<i>(GÉNERO ENSINO=EPM)=Masc</i>	45	1	0	1
	<i>(GÉNERO ENSINO=ER)=Masc</i>	61	1	0	1
	<i>GÉNERO=Fem</i>	84	0	0	0
	<i>(GÉNERO ENSINO=EPM)=Fem</i>	26	0	0	0
	<i>(GÉNERO ENSINO=ER)=Fem</i>	58	0	0	0

Tal como se pode observar através da tabela 1, referente à caracterização da amostra, é possível verificar que existe um maior número de indivíduos no ensino regular (N=189) comparativamente ao ensino profissional de música (N=71). Prova disso mesmo é o valor médio da variável ENSINO de 0.37, que assume apenas dois valores {0=ER;1=EPM}. Em relação

à idade de iniciação da prática formal de música (**IDADE_IN**) verifica-se que, para um $N=71$, a média é de cerca de doze anos de idade (Média=12.43). A amostra varia entre os cinco anos como idade mínima de iniciação e os vinte anos, idade máxima verificada na amostra para início da prática formal de música. Quanto à variável **TPM**, analisando a tabela verificou-se que 49,3% da amostra de alunos no EPM pratica pelo menos três horas diárias o(s) seu(s) instrumento(s) musical(ais).

Relativamente ao tempo de experiência musical (**EXP**), expresso em anos, a amostra é composta por indivíduos cujo treino formal teve início há menos de um ano, e por isso o mínimo de 0. O N , é como se pode perceber, de setenta e um, já que a variável é apenas respeitante a indivíduos do ensino profissional de música. A mostra apresenta, em relação a esta variável, um máximo de quinze anos de experiência formal de música. A média é de aproximadamente quatro anos de experiência (4.09) a que corresponde um desvio padrão de 3.28. Através dos intervalos construídos (**EXP <3** e **EXP ≥3**), que representam os grupos da variável **EXPdummy**, pode observar-se que o primeiro grupo engloba trinta e dois indivíduos da amostra e os restantes trinta e nove. As estatísticas descritivas da variável **INST**, sobre os setenta e um indivíduos do ensino profissional, revelam que as cordas como instrumento musical principal representam, cerca de 33,8% da amostra (média=33.8). Sendo que, como definido anteriormente, a variável é binária {0,1} o desvio-padrão é baixo (0.48). As cordas são, para vinte e quatro indivíduos, o principal instrumento musical.

Analisando o grupo de indivíduos do ensino regular ($N=119$) verifica-se que cerca de 31,9% desse grupo tem oficinas de música como actividades extracurriculares - média da variável **M_EXT**= 0.32. Esta variável, binária, apresenta, pelo mesmo motivo que as variáveis **ENSINO** e **INST**, um desvio padrão reduzido (0.47) no intervalo do valor mínimo (0) e máximo (1) da variável. Do grupo de alunos do ER, trinta e oito têm oficinas de música como actividades extracurriculares, e os restantes quarenta e sete não.

Por fim, confirmando os valores obtidos na tabela 1, segundo a tabela acima verifica-se que existe um maior número de alunos do género masculino do que do sexo feminino (cento e seis do sexo masculino e oitenta e quatro do feminino). Essa assimetria é mais acentuada entre alunos do EPM (quarenta e cinco alunos do sexo masculino e vinte e seis alunos do sexo feminino). A variável **GÉNERO** apresenta assim uma média de 0.56 que representa a frequência relativa de alunos do sexo masculino na amostra total (ou seja, 55,8% são do Masc.

2. Resultados Empíricos

2.1. Análise de correlações

Antes de verificar os resultados produzidos pelos testes de hipóteses, o estudo apresenta, na tabela 5, uma matriz parcial de **correlações de Pairwise** (não paramétrico) para cada relação implícita nas hipóteses definidas. Esta tabela permite ter uma perceção genérica sobre as correlações (*rho*) entre pares de variáveis e a sua significância (*p*) estatística. Serve, portanto, para garantir a razoabilidade da construção das diversas hipóteses que pressupõem relações significativas entre as variáveis de interesse e as variáveis explicativas. Note-se que a análise de correlações não substitui os testes de hipóteses, tal qual definidas.

Tabela 5. - Correlações Pairwise

Hipoteses	Variáveis	<i>rho</i>	<i>p</i>	
1 a)	RN:ENSINO	0,18	0,01	**
1 b)	RV:ENSINO	0,08	0,28	
1 c)	RE:ENSINO	0,15	0,03	**
1 d)	RA:ENSINO	0,18	0,01	**
1 e)	RM:ENSINO	0,20	0,01	*
1 f)	BPR:ENSINO	0,22	0,00	*
2	BPR:IDADE_IN	-0,42	0,00	*
3	BPR:TPM	0,37	0,00	*
4a)	BPR:EXP	0,29	0,02	**
4b)	BPR:EXPdummy	-0,14	0,24	
5 a)	BPR:INST	0,25	0,04	**
5 b)	RE:INST	0,31	0,01	*
6	BPR:M_EXT	-0,11	0,26	
7	BPR:(GÉNERO ENSINO=EPM)	-0,26	0,03	**
	BPR:(GÉNERO ENSINO=ER)	0,11	0,24	
8	RE:(GÉNERO ENSINO=EPM)	-0,32	0,01	*
	RE:(GÉNERO ENSINO=ER)	0,14	0,14	

** correlação significativa a 5%; * correlação significativa a 1%.

Através da tabela anterior verificou-se que a variável **ENSINO** (1, se EPM, 0 se ER), está positivamente correlacionada com as variáveis **RN** ($\rho=0.178$; $p<0.05$), **RE** ($\rho=0.154$; $p<0.05$), **RA** ($\rho=0.179$; $p<0.05$), **RM** ($\rho=0.201$; $p<0.01$) e **BPR** ($\rho=0.222$; $p<0.01$). Estes resultados vêm no sentido das relações que se propuseram nos testes de hipótese. No entanto, a correlação positiva entre **RV** e **ENSINO** ($\rho=0.078$) não é significativa. Neste sentido pode afirmar-se que o ensino profissional de música (**ENSINO=1**) está significativamente correlacionado com melhores resultados nos RN, RE, RA, RM e BPR.

No que concerne à correlação entre as variáveis **BPR** e **IDADE_IN** observou-se um coeficiente de correlação negativo ($\rho=-0.416$) significativo a um nível 1% ($p=0.000$). Este resultado

sustenta a razoabilidade da hipótese 2, testada adiante. Assim, idades superiores de iniciação da prática formal de música estão significativamente correlacionados com menores scores na BPR. Nos testes de correlação entre BPR e TPM concluiu-se que ambas estão positivamente correlacionados ($\rho=0.374$; $p<0.01$), o que significa que melhores resultados no BPR estão correlacionados com um maior tempo de prática musical diária.

No que diz respeito à relação entre a experiência (EXP e EXPdummy) e os resultados do BPR verificou-se que, contrariamente aos fundamentos que estão na origem da hipótese 4 (a e b), a correlação obtida no caso de BPR: EXP é positivamente significativa ($\rho=0.29$; $p<0.05$), e negativa, ainda que não significativa, entre EXPdummy e BPR ($\rho=-0.24$; $p=0.24$). Assim existem evidências empíricas que levam a afirmar que quanto maior a experiência musical, em anos, maiores os resultados na BPR. Verificou-se ainda que o estudo de um instrumento de cordas (INST), como instrumento principal, está positivamente correlacionado com maiores resultados no BPR e RE [(BPR:INST, $\rho=0.25$; $p<0.05$); (RE:INST, $\rho=0.31$; $p<0.01$)].

Sob a hipótese 6, verificou-se que a correlação entre BPR e M_EXT é negativa, ainda que não significativa, contrariamente aos fundamentos que sustentam a proposição do teste da hipótese 6 ($\rho=-0.11$; $p=0.26$). Neste sentido, não existem evidências estatísticas que possam afirmar a existência de uma correlação positiva entre os resultados na BPR e a prática da música como atividade extracurricular nos indivíduos do ensino regular. Relativamente às correlações entre GÉNERO e o BPR existem evidências para uma correlação negativa estatisticamente significativa entre os alunos ser do género masculino, dado pertencerem ao grupo do EPM (GÉNERO|ENSINO=EPM), e os resultados da BPR ($\rho=0.26$; $p<0.05$). Considerando o GÉNERO dado ENSINO=ER (isto é, GÉNERO|ENSINO=ER) a correlação entre as mesmas variáveis não é estatisticamente significativa ($\rho=0.11$; $p=0.24$).

No que diz respeito às correlações entre GÉNERO e o RE existem evidências para uma correlação negativa estatisticamente significativa entre alunos do género masculino, dado pertencerem ao grupo do EPM (GÉNERO|ENSINO=EPM), e os resultados da BPR ($\rho=-0.32$; $p<0.01$). Tal como aconteceu na hipótese anterior, a correlação entre o GÉNERO, dado ENSINO=ER, não é estatisticamente significativa ($\rho=0.14$; $p=0.14$).

2.2. Teste de Hipóteses

Depois de, acima, o estudo ter abordado as correlações existentes entre as dimensões em estudo, este ponto tratará de testar, efectivamente, as hipóteses definidas.

“Hipótese 1a): Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio numérico que os estudantes do ensino regular”

Tabela 6. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 1a)

	RN	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
ENSINO	ER	119	7,84	3,76		
	EPM	71	9,19	3,43		
	Diff:		-1,35			
	N	190	H0: diff=mean(ER)-mean(EPM)		-2,48	0,01

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 6** conclui-se que alunos inscritos no ensino profissional de música apresentam resultados numéricos médios (9.19) superiores aos apresentados pelos alunos no ensino regular (7.84). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(188)^{21}=-2.48$, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada inferior a 5% ($p=0.01$).

“Hipótese 1b): Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio verbal que os estudantes do ensino regular”

Tabela 7. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 1b)

	RV	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
ENSINO	ER	119	12,82	3,80		
	EPM	71	13,39	3,20		
	Diff:		-0,58			
	N	190	H0: diff=mean(ER)-mean(EPM)		-1,08	0,28

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 7** conclui-se que alunos inscrito no ensino profissional de música apresentam resultados verbais médios (13.39) superiores aos apresentados pelos alunos no ensino regular (12.82). Este resultado não é, no entanto, estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(188)=-1.08$, $p=0.28$.

²¹ $T(n-2)$

“Hipótese 1c): Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio espacial que os estudantes do ensino regular

Tabela 8. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 1c)

	RE	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
ENSINO	ER	119	8,55	3,67		
	EPM	71	9,76	3,99		
	Diff:		-1,21			
	N	190	H0: diff=mean(ER)-mean(EPM)		-2,13	0,03

D.P.- Desvio-Padrão

Através dos resultados apresentados na **tabela 8** conclui-se que alunos inscritos no ensino profissional de música apresentam um raciocínio espacial médio (9.76) superior ao apresentado pelos alunos no ensino regular (8.55). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística t (188)²²=-2.13, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada inferior a 5% (p=0.03).

“Hipótese 1d): Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio abstracto que os estudantes ensino regular”

Tabela 9. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 1d)

	RA	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
ENSINO	ER	119	10,87	2,81		
	EPM	71	11,90	2,70		
	Diff:		-1,04			
	N	190	H0: diff=mean(ER)-mean(EPM)		-2,49	0,01

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 9** conclui-se que alunos inscritos no ensino profissional de música apresentam um raciocínio abstracto médio (11.90) superior ao apresentado pelos alunos no ensino regular (10.87). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística t(188) =-2.49, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada inferior a 5% (p=0.01).

²² T(n-2)

“Hipótese 1e): Estudantes formais de música obtêm melhores resultados nas provas de raciocínio mecânico que os estudantes do ensino regular”

Tabela 10. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 1e)

	RM	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
ENSINO	ER	119	8,66	2,75		
	EPM	71	9,89	3,12		
	Diff:		-1,22			
	N	190	H0: diff=mean(ER)-mean(EPM)		-2,82	0,01

D.P. - Desvio-Padrão

Através dos resultados apresentados na **tabela 10** conclui-se que alunos inscritos no ensino profissional de música apresentam um raciocínio mecânico médio (9.89) superior ao apresentado pelos alunos no ensino regular (8.66). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(188) = -2.82$, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada igual a 1% ($p=0.01$).

“Hipótese 1f): Estudantes formais de música obtêm melhores resultados no score geral das provas de raciocínio que os estudantes do ensino regular”

Tabela 11. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 1f)

	BPR	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
ENSINO	ER	119	10,55	2,65		
	EPM	71	11,77	2,57		
	Diff:		-1,23			
	N	190	H0: diff=mean(ER)-mean(EPM)		-3,12	0,00

D.P. - Desvio-Padrão

Através dos resultados apresentados na **tabela 11** conclui-se que alunos inscritos no ensino profissional de música apresentam um score geral no BPR (11.78) superior ao apresentado pelos alunos no ensino regular (10.55). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(188) = -3.12$, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada inferior a 1% ($p=0.00$).

“Hipótese 2: Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio”

Tabela 12. Teste de hipótese OLS para hipótese 2

N= 71 F(1,69)= 14.42 Prob > F = 0.00 R-squared ajust.=0.16				
BPR	β	<i>t</i>	<i>P> t </i>	<i>E.P.</i>
IDADE_IN	-0,32	-3,80	0,00	0,83
_const	15,70	14,66	0,00	1,07

E.P. - Erro Padrão; β - coeficiente

Através da regressão linear simples, na **tabela 12.**, pode constatar-se que a quanto mais tarde for a idade de iniciação da prática formal da música menor são os resultados no score geral do BPR. Assim, existe um decréscimo de 0.32 valores na BPR por cada ano e atraso na iniciação do ensino formal de música. Estes resultados são estatisticamente significativos para um nível de significância de 1% ($p=0.00$).

“Hipótese 3: O tempo de prática musical em estudantes de música está positivamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio”

Tabela 13. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 3

	BPR	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>D.P.</i>	<i>t-student</i>	Prob(T > t)
TPM	TPM < 3	35,00	10,79	2,52		
	TPM ≥ 3	34,00	12,71	2,29		
	Diff:		-1,92			
	N	69	H0: diff=mean(TPM < 3)-mean(TPM ≥ 3)		-3,31	0,00

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 13** verificou-se que alunos inscritos no EPM que praticam o seu instrumento musical pelo menos durante três horas diárias, apresentam um score geral na BPR (12.71) superior ao apresentado pelos alunos com menor prática musical diária (10.79). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(67) = -3.31$, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada inferior a 1% ($p=0.00$).

“Hipótese 4a): A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio”

Tabela 14. Teste de hipotese OLS para hipótese 4a)

N= 71
F(1,69)= 6.19
Prob > F = 0.02
R-squared ajust.=0.07

BPR	β	t	P> t	E.P.
EXP	0,23	2,49	0,02	0,09
_const	10,86	22,90	0,00	0,47

E.P. - Erro Padrão; β - coeficiente

Através da **tabela 14**, pode constatar-se que quanto maior a experiência musical melhores serão os resultados no score geral da BPR. Assim, por cada ano de experiência adicional existe um acréscimo de 0.23 valores na BPR. Estes resultados são estatisticamente significativos para um nível de significância de 5% ($p=0.02$).

“Hipótese 4b): Alunos que começaram os seus estudos musicais há 2 anos ou menos obtêm melhor score geral das provas de raciocínio do que os que começaram há 3 ou mais anos”

Tabela 15. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 4

	BPR	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
EXPdummy	EXP ≥ 3	4	12,44	2,41		
	EXP < 3	28	11,22	1,96		
	Diff:		1,22			
	N	32	H0: diff=mean(EXP ≥ 3)-mean(EXP <3)		1,13	0,27

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 15** conclui-se que alunos do EPM com uma experiência musical recente (menor de três anos) apresentam resultados médios (11.22) no score geral da BPR inferiores aos apresentados pelos alunos no EPM (12.44) com mais tempo de experiência musical. Este resultado não é, no entanto, estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística t (30)=1.13, $p=0.27$.

“Hipótese 5a): Existem diferenças positivamente significativas, nos resultados dos scores gerais das provas de raciocínio, entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais”

Tabela 16. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 5a)

	BPR	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
INST	Outro	47	11,32	2,68		
	Cordas	24	12,67	2,13		
	Diff:		-1,35			
	N	71	H0: diff=mean(EXP ≥ 3)-mean(EXP <3)		-2,14	0,04

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 16** conclui-se que alunos inscritos no EPM e que têm as cordas como instrumento principal apresentam um score geral na BPR (12.67) superior ao apresentado pelos alunos que têm outro instrumento musical principal que não as cordas (11.32). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(69) = -2.14$, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada inferior a 5% ($p=0.04$).

“Hipótese 5b): Existem diferenças positivamente significativas nos resultados dos scores das provas de raciocínio espacial entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais”

Tabela 17. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 5b)

	RE	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
INST	Outro	47	8,87	3,63		
	Cordas	24	11,50	4,16		
	Diff:		-2,63			
	N	71	H0: diff=mean(outro)-mean(cordas)		-2,74	0,01

D.P.- Desvio-Padrão

Analisando os resultados apresentados na **tabela 17** conclui-se que alunos do EPM com cujo instrumento principal é de cordas apresentam resultados de raciocínio espacial médios (11.50) superiores aos apresentados pelos alunos que tenham outro instrumento musical principal que não as cordas (8.87). Este resultado é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística $t(69) = -2.14$, as diferenças entre médias têm uma probabilidade associada igual a 1% ($p=0.01$).

“Hipótese 6: Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre alunos do ensino regular com atividade musical extracurricular e alunos do mesmo tipo de ensino sem qualquer atividade musical.”

Tabela 18. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 6

	RE	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
M_EXT	não	81	10,74	2,67		
	sim	38	10,14	2,61		
	Diff:		0,60			
	N	119	H0: diff=mean(não)-mean(sim)		1,15	0,25

Em relação aos resultados apresentados na **tabela 18** conclui-se que alunos do ER com atividades extracurriculares ligadas à música apresentam resultados no score geral da BPR médios (10.14) inferiores aos apresentados pelos alunos sem actividades extracurriculares de música (10.74). Não obstante, este resultado não é estatisticamente significativo uma vez que, para uma estatística t (117)=1.15, p=0.26.

“Hipótese 7: Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular”

Tabela 19. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 7

	BPR	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
GÉNERO (ENSINO=EPM)	Fem	26	12,66	2,40		
	Masc	45	11,26	2,55		
	Diff:		1,39			
	N	71	H0: diff=mean(Masc)-mean(Fem)		2,26	0,03
	BPR	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
GÉNERO (ENSINO=ER)	Fem	58	10,25	2,53		
	Masc	61	10,83	2,76		
	Diff:		-0,57			
	N	119	H0: diff=mean(Masc)-mean(Fem)		-1,18	0,24

Analisando os resultados apresentados na **tabela 19** conclui-se que alunos do EPM com do sexo feminino apresentam resultados no score geral da BPR médios (12.66) superiores aos apresentados pelos alunos do sexo masculino (11.26). Este resultado é estatisticamente significativo pelo que prova que existem diferenças entres sexos (para t(69) = 2.55, p=0.03). Tal como testa a hipótese 7, não existem diferenças estatisticamente significativas entre género para o grupo do ER (t(117)=-1.18; p=0.24)

“Hipótese 8: Existem diferenças significativas nos resultados da prova de raciocínio espacial entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular”

Tabela 20. Teste t-student para diferença de médias para hipótese 8

	RE	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
GÉNERO (ENSINO=EPM)	Fem	26	11,42	3,36		
	Masc	45	8,80	4,04		
	Diff:		2,62			
	N	71	H0: diff=mean(Mas)-mean(Fem)		2,79	0,01
	RE	n	Média	D.P.	t-student	Prob(T > t)
GÉNERO (ENSINO=ER)	Fem	58	8,03	3,37		
	Masc	61	9,03	3,91		
	Diff:		-1,00			
	N	119	H0: diff=mean(Masc)-mean(Fem)		-1,49	0,14

Por fim, em relação aos resultados reportados na **tabela 20** deve concluir-se que alunos do EPM com do sexo feminino apresentam resultados médios no RE (11.42) superiores aos apresentados pelos alunos do sexo masculino (8.80). Este resultado é estatisticamente significativo pelo que prova que existem diferenças entres sexos (para $t(69) = 2.79$, $p=0.01$). Tal como testa a hipótese 8, não existem diferenças estatisticamente significativas entre género para o grupo do ER ($t(117)=-1.49$; $p=0.14$).

3. Testes de Robustez

Como referido no capítulo 3, aquando da descrição da amostra e da metodologia de tratamento de hipóteses, os resultados obtidos com recurso à técnica de diferença de médias t-student assenta num pressuposto de normalidade da amostra. Neste sentido importa verificar esse pressuposto tendo em vista a validação dos resultados obtidos no ponto anterior.

3.1. Teste Kolmogorov Smirnov

Para testar se as observações seguem uma distribuição contínua, independente e normal, utiliza-se o teste Kolmogorov- Smirnov (KS) (Lilliefors, 1969). De acordo com o autor existem, no entanto alguns testes alternativos ao teste KS, nomeadamente o teste qui-quadrado. No entanto, como refere, o KS apresenta algumas vantagens comparativas, que reforçam a utilização deste neste estudo, tais como: (1) pode ser utilizado em amostras pequenas, ao contrário do teste qui-quadrado para as quais os resultados seriam questionáveis; e (2) frequentemente apresenta resultados mais robustos para qualquer tamanho da amostra.

Apresentados os pressupostos da utilização deste teste, e partindo do facto de que a hipótese nula do teste garante a normalidade da distribuição²³, na **tabela 21**, resume os resultados do teste KS para as hipóteses que foram submetidas ao teste de diferenças de médias (*t-student*).

Tabela 21. Teste Kolmogorov-Smirnov para normalidade da amostra

		Grupo mais pequeno	D	p	corrigido
Hip 1a)	RN	EPM	0,19	0,04	
		ER	-0,01	0,99	
		Combinado K-S:	0,19	0,09	0,06
Hip 1b)	RV	EPM	0,09	0,51	
		ER	-0,01	1,00	
		Combinado K-S:	0,09	0,89	0,86
Hip 1c)	RE	EPM	0,16	0,11	
		ER	0,00	1,00	
		Combinado K-S:	0,16	0,23	0,18
Hip 1d)	RA	EPM	0,17	0,07	
		ER	0,00	1,00	
		Combinado K-S:	0,17	0,13	0,10
Hip 1e)	RM	EPM	0,19	0,04	
		ER	0,00	1,00	
		Combinado K-S:	0,19	0,07	0,05
Hip 1f)	BPR	EPM	0,19	0,04	
		ER	0,00	1,00	
		Combinado K-S:	0,19	0,08	0,06
Hip 3)	BPR	TPM < 3	0,37	0,01	
		TPM ≥ 3	-0,03	0,97	
		Combinado K-S:	0,37	0,02	0,01
Hip 4b)	BPR	EXP ≥ 3	0,10	0,69	
		EXP < 3	-0,22	0,18	
		Combinado K-S:	0,22	0,35	0,27
Hip 5a)	BPR	INST=outros	0,34	0,02	
		INST=cordas	-0,02	0,99	
		Combinado K-S:	0,34	0,05	0,03
Hip 5b)	RE	INST=outros	0,27	0,10	
		INST=cordas	0,00	1,00	
		Combinado K-S:	0,27	0,20	0,13
Hip 6)	BPR	M_EXT=não	0,07	0,98	
		M_EXT=sim	-0,10	0,57	
		Combinado K-S:	0,10	0,94	0,91
Hip 7)	BPR	GÉNERO (ENSINO=1)=Fem	0,02	0,86	
		GÉNERO (ENSINO=1)=Masc	-0,35	0,02	
		Combinado K-S:	0,35	0,03	0,02
	BPR	GÉNERO (ENSINO=0)=Fem	0,17	0,98	
		GÉNERO (ENSINO=0)=Mas	-0,10	0,99	
Combinado K-S:	0,17	0,37	0,30		
Hip 8)	RE	GÉNERO (ENSINO=1)=Fem	0,02	0,98	
		GÉNERO (ENSINO=1)=Masc	-0,35	0,02	
		Combinado K-S:	0,35	0,04	0,02
	RE	GÉNERO (ENSINO=0)=Fem	0,14	0,30	
		GÉNERO (ENSINO=0)=Masc	-0,02	0,97	
Combinado K-S:	0,14	0,58	0,51		

²³ A hipótese nula é dada por, **H₀**: X=F₀

Através da **tabela 21**, que reporta os resultados do teste KS, conclui-se que se aceita a hipótese nula de que as observações são contínuas e seguem uma distribuição normal para todas as hipóteses de diferenças de médias testadas, com exceção das hipóteses 3, 5a) 7 e 8 (estas em relação ao grupo de ENSINO=EPM). Nestes dois últimos casos a probabilidade corrigida do teste KS é de 1,1% e 2,6%, respectivamente, aceitando-se a hipótese alternativa de não normalidade (para $p < 0.05$). Assim, de acordo com os resultados produzidos pelo teste t-student, verificam-se as hipóteses 1a), 1c), 1d) 1e), 1f), 5b), e rejeitam-se as hipóteses 1b),4b) e 6). No entanto, quanto às hipóteses 3,5a), 7 e 8, o estudo aplicará, adiante, um teste alternativo ao *OLS* que não assente no pressuposto de normalidade de continuidade da amostra.

3.2. Teste de U Mann-Whitney

Vários autores sugerem o teste não paramétrico de *U Mann-Whitney* como uma boa alternativa ao teste *t-student* (p.e.Ruxton, 2006). Este teste é, como refere ao autor, frequentemente utilizado na ausência do pressuposto de normalidade da amostra, usando análise de variâncias para validação de diferenças entre amostras. Assim sendo, este estudo faz uso deste teste para testar as hipóteses 3 e 5a) cuja rejeição da hipótese nula do teste KS compromete os resultados produzido pelos testes reportados nas tabelas 13,16,19 e 20. Consequentemente as tabelas 22 a 25 reportam os testes às hipóteses 3 e 5a) pelo método de *U Mann-Whitney*.

“Hipótese 3: O tempo de prática musical em estudantes de música está positivamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio”

Tabela 22. Teste de U Mann-Whitney para hipótese 3				
	BPR	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Esperado</i>
TPM	TPM < 3	35	10,79	2,52
	TPM ≥ 3	34	12,71	2,29
	<i>combinado</i>	69	23,51	4,81
	<i>variância não ajustada</i>	6941,67		
	<i>variância ajustada</i>	6940,91		
			<i>H0: bpr(TPM < 3)=bpr(TPM ≥ 3)</i>	
			<i>z</i>	-3,16
			Prob> z 	0,00

A partir da observação dos dados da tabela anterior, pode rejeitar-se a hipótese nula de igualdade de observações, pois para uma estatística $z=-3.16$ corresponde $p=0.00$. Verifica-se, portanto a hipótese 3.

“Hipótese 5a): Existem diferenças positivamente significativas, nos resultados dos scores gerais das provas de raciocínio, entre estudantes de música cujo instrumento principal é de cordas relativamente aos demais”

	BPR	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Esperado</i>
INST	outros	47	1512,00	1692,00
	cordas	24	1044,00	864,00
	<i>combinado</i>	71	2556	2556
	<i>variância não ajustada</i>	6768		
	<i>variância ajustada</i>	6767,31		
<i>H0: INST(cordas)=INST(outros)</i>				
			<i>z</i>	-2,19
			Prob> z 	0,03

Analisando a tabela anterior, rejeita-se a hipótese nula de igualdade de observações, pois para uma estatística $z=-2.19$ corresponde uma probabilidade associada de $p=0.03$ significativo a um nível de 5%. Verifica-se, portanto a hipótese 5a).

Hipótese 7: Existem diferenças significativas no score geral das provas de raciocínio entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular.

	BPR	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Esperado</i>
GÉNERO (ENSINO=1)	Fem	26	1130,00	936,00
	Masc	45	1426,00	1620,00
	<i>combinado</i>	71	2556	2556
	<i>variância não ajustada</i>	7020		
	<i>variância ajustada</i>	7019,29		
<i>H0: INST(cordas)=INST(outros)</i>				
			<i>z</i>	2,32
			Prob> z 	0,02

Através da tabela anterior, rejeita-se a hipótese nula de igualdade de observações, pois para uma estatística $z=2.32$ corresponde uma probabilidade associada ($p=0.02$) significativa a um nível de 5%. Verifica-se, portanto a hipótese 7.

Hipótese 8: *Existem diferenças significativas nos resultados da prova de raciocínio espacial entre género dentro do grupo de estudantes de música. O mesmo não acontece entre alunos do ensino regular.*

Tabela 25. Teste de U Mann-Whitney para hipótese 8				
GÉNERO (ENSINO=1)	BPR	n	Média	Esperado
		outros	26	1165,00
	cordas	45	1391,00	1620,00
	<i>combinado</i>	71	2556	2556,00
	<i>variância não ajustada</i>	7020		
	<i>variância ajustada</i>	6972,33		
	H0: INST(cordas)=INST(outros)			
			z	2,74
			Prob> z 	0,01

Por último, analisando a tabela anterior, rejeita-se a hipótese nula de igualdade de observações, pois para uma estatística $z=2.742$ corresponde uma probabilidade associada ($p=0.006$) significativa a um nível de 1%. Verifica-se, portanto a hipótese 8%.

3.3. Testes aos resultados da regressão OLS

3.3.1. Testes à linearidade entre as variáveis

Uma vez aplicado um modelo de regressão linear é importante garantir que a amostra se comporta de forma linear, através de um gráfico “*observed versus predicted values*²⁴”. Para garantir a linearidade entre as variáveis, as observações devem estar simetricamente distribuídas ao longo da recta diagonal que representa a recta dos valores previstos (Ryan, 1997). Por conseguinte, nos gráficos 1 e 2 o estudo reporta o teste à linearidade para as hipóteses 2 e 4a) respectivamente.

²⁴ y = Observed values (valores reais da amostra). Ver expressão da regressão linear simples no ponto 2 do capítulo IV; Predicted values (valores previstos), são valores que se aproximam dos valores observados gerados pela regressão (Buxton,2008)

“Hipótese 2: Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio”

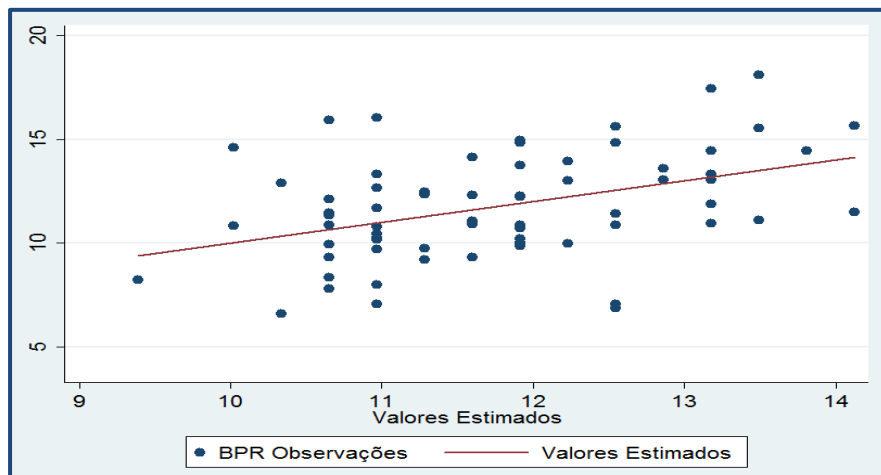


Gráfico 1. “Observed versus Predicted values” para hipótese 2.

Observando o gráfico anterior verificamos que existem evidências para uma relação linear entre as variáveis BPR e IDADE_IN, uma vez que as observações da variável BPR estão simetricamente distribuídas ao longo da recta dos valores estimados.

“Hipótese 4a): A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio”

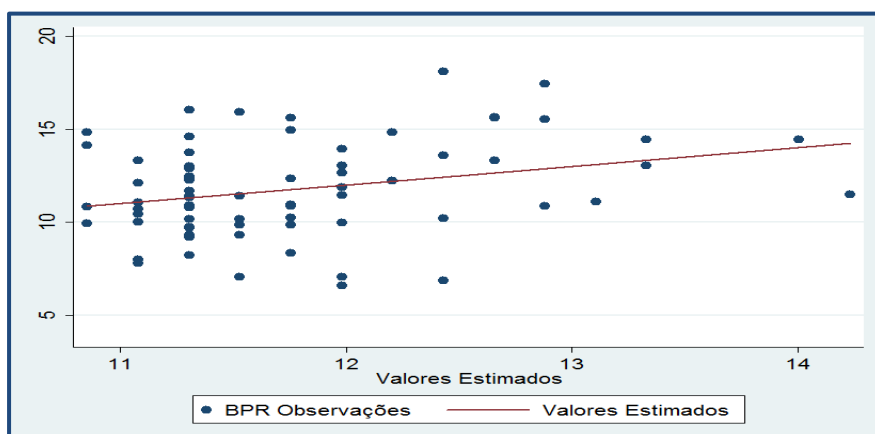


Gráfico 2. “Observed versus Predicted values” para hipótese 4ª)

Observando o gráfico anterior verificamos que existem evidências para uma relação linear entre as variáveis BPR e EXP, uma vez que as observações da variável BPR estão simetricamente distribuídas ao longo da recta dos valores estimados.

3.3.2. Testes à normalidade do termo de perturbação

A violação do pressuposto de normalidade do termo do erro compromete as estimativas dos coeficientes da regressão. Por vezes o erro é assimetricamente distribuído devido a *outliers* (valores extremos)²⁵ que impedem um ajustamento adequado do modelo e provocam uma curtose excessiva (Buxton,2008). Para aferir a normalidade dos erros os gráficos 3 e 4 reportam a distribuição dos erros, como sugere o autor anterior. Os gráficos de “*Distribuição dos Erros Vs Distribuição Normal, per quantil*” devem apresentar pontos próximos da linha diagonal.

“Hipótese 2: Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio”

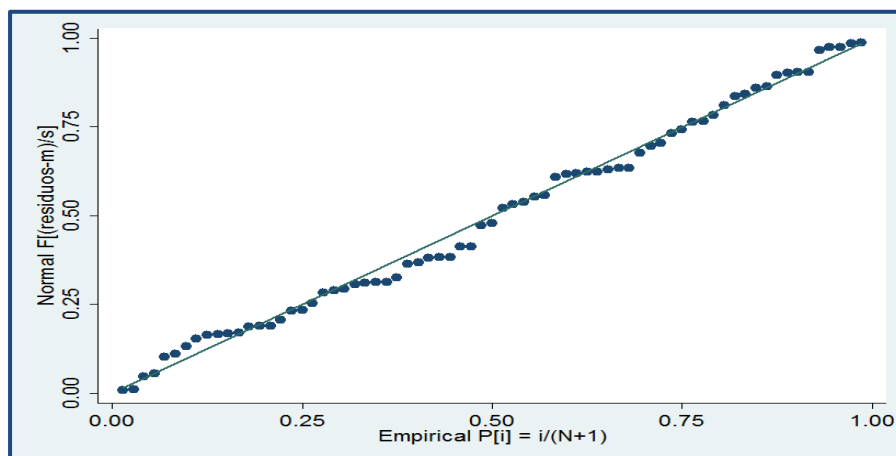


Gráfico 3. “*Distribuição dos Erros Vs Distribuição Normal, per quantil*” para hipótese 2

Analisando o gráfico anterior verifica-se que os pontos estão próximos da linha diagonal. Neste sentido o pressuposto de normalidade dos erros da regressão da hipótese 2 não foi violado.

²⁵ Para mais considerações sobre definição de *outliers* e seus impactos ver **Figueira (1998)**.

“Hipótese 4a): A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio”

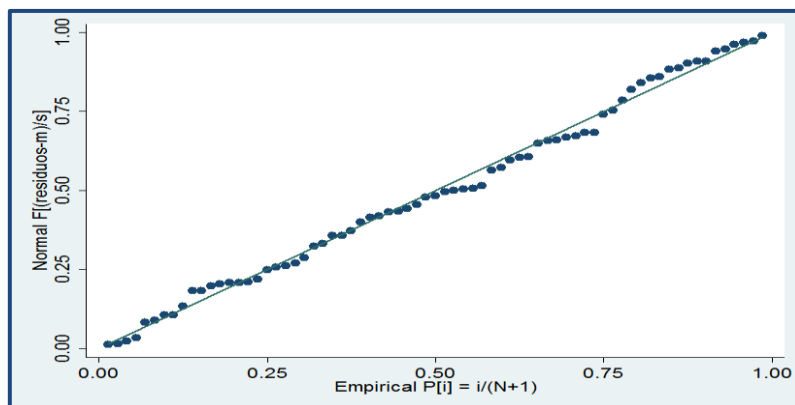


Gráfico 4. “Distribuição dos Erros Vs Distribuição Normal, per quantil” para hipótese 4a)

Analisando o gráfico 4 conclui-se que, pelos mesmos motivos que no gráfico 3, se verifica o pressuposto de normalidade dos erros na regressão linear simples da hipótese 4 a).

3.3.3. Teste à independência do termo de perturbação

A violação do pressuposto de independência coloca um problema sério no modelo de regressão. A não aleatoriedade das observações (ou seja, a não independência) é ainda mais séria quando a amostra tem um número de observações “non-large” (Ryan, 1997). O problema poderá advir de variâncias médias dos resíduos²⁶ correlacionados, que provocam resultados enviesados. Para aferir a independência entre o termo de perturbação/erro e as observações, Ryan (1997) propõe um gráfico “Resíduos Standardizados versus Observações”. Para que a amostra seja independente as observações devem estar aleatoriamente distribuídas. Os gráficos 5 e 6 reportam esse teste para os resíduos obtidos pelas regressões das hipóteses 2 e 4 a).

²⁶ Os resíduos são a diferença entre as variáveis observadas e as variáveis estimadas pelo modelo.

“Hipótese 2: Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio”

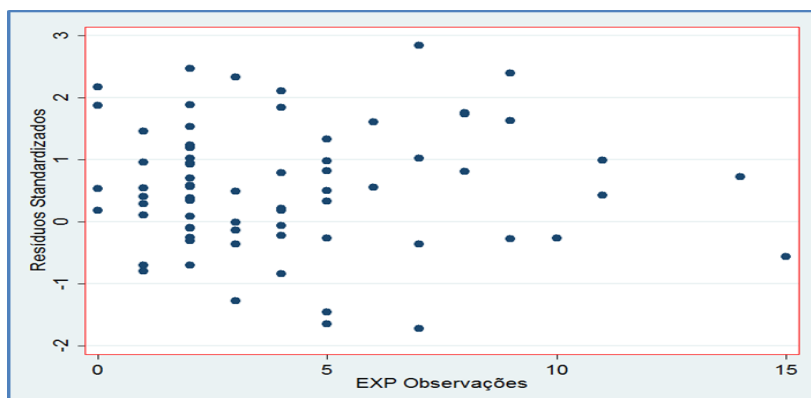
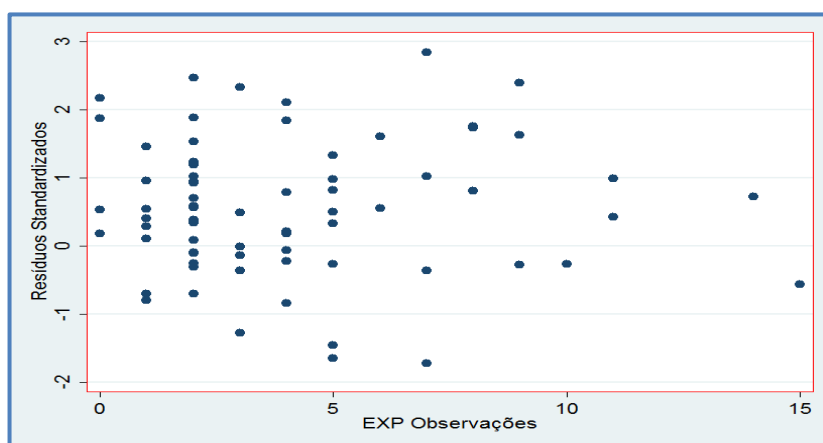


Gráfico 5. “Resíduos Standardizados versus Observações” para hipótese 2

Analisando o gráfico 5 verifica-se que os pontos estão aleatoriamente distribuídos eliminando a possibilidade de correlação entre as observações e os erros e confirmando o pressuposto de independência para a hipótese 2.

“Hipótese 4a): A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio” Gráfico 6. “Resíduos Standardizados versus Observações” para hipótese 2



Analisando o gráfico 6 verifica-se que os pontos estão aleatoriamente distribuídos eliminando assim a possibilidade de correlação entre as observações e os erros. Confirma-se o pressuposto de independência para a hipótese 4 a).

3.3.4. Teste à Homocedasticidade - *Teste de White*

Para verificar o pressuposto de homocedasticidade dos erros o estudo aplicou o teste White cuja hipótese nula garante a homocedasticidade (Johnson & Dinardo, 2001). As tabelas 26 e 27 apresentam o teste White para as regressões das hipóteses 2 e 4a), respectivamente.

“Hipótese 2: Idades inferiores de iniciação dos estudos musicais estão positivamente relacionados com o score geral das provas de raciocínio”

Tabela 26. Teste White para OLS da hipótese 2	
BPR = $\alpha + \beta \text{IDADE_INI} + \mu_i$	
Ho: homocedasticidade	
	χ^2 0,27
	Prob > χ^2 0,87

Analisando a tabela anterior conclui-se que os erros da regressão da hipótese 2 apresenta variância constante pois, para uma estatística qui-quadrado $\chi^2=0.27$ corresponde uma probabilidade acima de 5% justificando a aceitação da hipótese nula. Assim, face aos resultados dos gráficos 1, 3 e da tabela 26, pode afirmar-se que os resultados produzidos pelo OLS e reportados na tabela 12 são robustos, pelo que se verifica a hipótese 2.

“Hipótese 4a): A experiência de música, em anos, está negativamente relacionado com o score geral das provas de raciocínio”

Tabela 27. Teste White para OLS da hipótese 4	
BPR = $\alpha + \beta \text{EXPI} + \mu_i$	
Ho: homocedasticidade	
	χ^2 3,28
	Prob > χ^2 0,19

Analisando a tabela anterior conclui-se que os erros da regressão da hipótese 2 apresenta variância constante pois, para uma estatística qui-quadrado $\chi^2=0.27$ corresponde uma probabilidade acima de 5% justificando a aceitação da hipótese nula. Face aos resultados dos gráficos 2, 4, 6 e da tabela 27, pode afirmar-se que os resultados produzidos pelo OLS e reportados na tabela 14 são robustos. Assim, verifica-se a hipótese 4 a).

Capítulo 5 - Discussão de resultados

Este estudo contribuiu principalmente para uma abordagem da relação da música com a neurociência no contexto português. Considerando tratar-se de um campo de pesquisa recente, e quase inexistente em Portugal, esperamos que este trabalho possa lançar o desenvolvimento de mais pesquisas e estudos empíricos na área. A ideia de que o treino musical pode acarretar efeitos benéficos cognitivos, extensivos a áreas não-musicais como as capacidades cognitivas a nível verbal, matemático, visuo-espacial e memória de trabalho, foi a motivação principal da pesquisa levada a cabo neste estudo.

Estudos anteriores como os Pantev *et al.*, (2001), Rauscher *et al.*, (1993), Schellenberg (2001), Schlaug, 2001, Scmithorst e Holland (2003), e as controvérsias inerentes aos diversos resultados obtidos nos mesmos, a par dos escassos dados a nível nacional, que nos permitissem tirar algum tipo de conclusões sobre o universo dos estudantes de música em comparação com os estudantes regulares, foram a linha condutora deste estudo. Neste sentido, testaram-se não só algumas das capacidades cognitivas referenciadas nos estudos já existentes, como também os efeitos cognitivos (neste caso do treino musical) em faixas etárias diferentes das maioritariamente já estudadas. As pesquisas anteriores dedicam-se, na sua maioria, ao estudo dos efeitos da música apenas em idades precoces quando as mudanças neuro-estruturais são mais evidentes, e ao mesmo tempo quando o cérebro humano é, plasticamente, mais vulnerável (Adrews *et al.*, 1998; Best *et al.*, 1992; Halpern & Bartlett, 2002; Gregersen *et al.*, 2001; Ilari, 2005; Milanov, *et al.*, 2008; Rauscher *et al.*, 1993; Schellenberg, 2001). Mantendo-se a temática, o nosso estudo alargou a pesquisa a idades mais tardias tomando por base o facto de a pré-adolescência e a adolescência (faixas etárias observadas), serem, segundo alguns autores (Hargreaves, 2005; North *et al.*, 2000), a duas fases da vida do sujeito na qual este “consome” mais música e recorre mais frequentemente a ela como subterfúgio de várias atividades quotidianas. Estudos relativos a esta fase etária (Andreu *et al.*, 2009; Eccles *et al.*, 2003; Garcia, 2008; Giedd *et al.*, 1999; Hargreaves, 2005) defendem mesmo que a música poderá ter objetivos não só emocionais como de identidade ou de facilitador cognitivo.

Neste sentido, a escolha do instrumento utilizado para a realização do estudo e concretização dos seus objetivos teve em consideração as características da população em estudo, bem como o objetivo de testar abrangentemente o máximo de capacidades cognitivas referidas na literatura. Com a utilização da Bateria de Provas de Raciocínio (Almeida, 2009), foi possível trabalhar-se os resultados comparando os dois grupos (estudantes de música formal e estudante regulares), a nível de raciocínio geral (no conjunto de todos os tipos de raciocínio), e em específico, cada um deles (verbal, numérico, espacial, mecânico e abstrato). Foram também testadas relações entre o desempenho dos músicos nos testes e variáveis relacionadas com a prática musical: idade de início dos estudos de música, tempo de prática

musical total, experiência de música em anos. Foram realizadas comparações entre músicos em relação ao tipo de instrumento e à prática de instrumento secundário. Para além disso testou-se também os benefícios cognitivos da música enquanto atividade extracurricular a nível de raciocínio geral.

No que respeita às provas de raciocínio numérico, corroborando a revisão teórica, os estudantes de música obtiveram melhores resultados que os estudantes do ensino regular. Este facto pode estar associado, segundo Schmithorst e Holland (2004), com o aperfeiçoamento da memória de trabalho (resultante do treino musical) e com o aumento da representação abstrata de itens numéricos, os quais são vulgarmente utilizadas pelos músicos aquando do processamento e atividade musical (Halpern & Bartlett, 2002; Johanson, 2002). Importa referir que o tipo de raciocínio que testámos, numérico neste caso, é um tipo de raciocínio lógico-dedutivo. Este permite ao indivíduo analisar problemas, compreender a sua relação de causa-efeito e realizar cálculos matemáticos. Deste modo, esta conclusão permite-nos afirmar que os alunos de música detêm essas mesmas capacidades de forma mais eficiente que os alunos de ensino regular. A relação que a música tem com a matemática é prática e fácil de entender. Senão vejamos: para um indivíduo poder compreender a operação de ritmos, e trabalho musical deve ter algumas competências numéricas básicas que podem servir em atividades vulgares de um músico como por exemplo na descodificação das notas de uma pauta em termos de tempo ou ritmo (Morgan, 1992). A propósito deste tópico que já foi motivo de muita curiosidade desde há muito tempo, um grande compositor dissertou da seguinte forma: “ *a forma musical é de qualquer forma muito mais próxima da matemática do que a literatura (...) certamente para algo como um raciocínio matemático e relações matemáticas (...) Música formulada é matemática (...) embora possa ser matemática, o compositor não deve procurar fórmulas matemáticas*” (Stravinsky cit in Morgan, 1992).

Em relação ao desempenho dos dois grupos na prova de raciocínio verbal, também os músicos obtiveram melhores resultados no geral que os estudantes de ensino regular, apesar de estes não se revelarem significativos, facto previsto também pela revisão teórica (Carlson *et al.*, 1989; Milovanov, *et al.*, 2008; Patel, 2003; Peretz & Hyde, 2003). Deste modo não é possível afirmar a existência de uma relação causa-efeito entre a prática formal de música e a melhoria das capacidades verbais.

Em relação à comparação feita dos dois grupos no que concerne às capacidades visuo-espaciais, mais uma vez os resultados foram ao encontro do documentado na literatura, mostrando que os músicos apresentam (significativamente) melhores resultados em termos de raciocínio visuo-espacial que os estudantes de ensino regular (Brochard *et al.*, 2004; Elbert *et al.*, 1995; Rauscher, *et al.*, (1993), Schellenberg (2001), Schlaug, 2001, Scmithorst e Holland (2003); Sarnthein *et al.*, 1997). Este facto pode ser justificado por diversos factores ligados na sua maioria ao treino musical intensivo, para além de que, à semelhança dos outros tipos de raciocínio, tem uma área cerebral associada mais estimulada, responsável pelo

processamento da informação visual - o lobo occipital. Tal como alguns estudos salientam, atividades como a leitura de partituras proporcionam ao músico uma capacidade aumentada na antecipação do conteúdo visual de uma partitura (Rodrigues *et al.*, 2007; Gruhn, *et al.*, 2006), a fim de programar as ações motoras devidas ao bom desempenho da prática instrumental, essenciais para o desenvolvimento deste tipo de raciocínio (Amunts, *et al.*, 1997; Elbert *et al.*, 1995; Karni *et al.*, 1998; Kopiez, 2002). Esta antecipação é fruto de uma maior rapidez no processamento visual bem como da facilidade em tarefas onde o participante tenha de imaginar um objeto em diferentes perspectivas, reconhecer a identidade do mesmo quando é visto a partir de ângulos diferentes, imaginar o seu movimento ou deslocamento e pensar sobre as relações espaciais que este apresenta (Morgan, 1992). É importante explicar ainda que a prova de raciocínio espacial, realizada pelos participantes, avalia precisamente a capacidade de perceber o mundo visual com precisão, para realizar transformações e modificações nessas percepções iniciais e a capacidade de recriar aspetos de um estímulo visual, mesmo na ausência de estímulos físicos, o que resulta na capacidade de ver ou imaginar um objeto em diferentes perspectivas (Morgan, 1992). Assim podemos entender, dos resultados obtidos, que os músicos têm uma maior e melhorada capacidade mental de manipular relações espaciais. Por conseguinte, experiência musical dos estudantes de música e a prática com determinado instrumento, dota-os de uma habilidade acrescida na criação de imagens visuais, de uma maior compreensão das relações entre imagens e significados (por exemplo durante a leitura de uma partitura) e uma maior receção do espaço e efeito (resultado da interpretação de símbolos musicais para ações motoras).

Com o intuito de testarmos os mesmos efeitos cognitivos associados ao treino musical, apresentados em estudos anteriores, em tipos de população diferentes, o presente estudo elegeu a pré-adolescência e adolescência como as faixas etárias de interesse. A composição da amostra está relacionada com as características específicas destes dois grupos nomeadamente, por se tratar de uma fase desenvolvimental (pré-adolescência e adolescência) com um elevado potencial ativação do pensamento abstrato pelo que é razoável esperar que alterações no raciocínio abstrato sejam mais fáceis de detetar nestas idades (Lepre, 2003; Reichert, 2007; Resgate, 2001; Sampaio, 1993). Para além disso é de salientar que esta fase de desenvolvimento é ao mesmo tempo a altura da vida em que, segundo a literatura, os indivíduos têm maior propensão ao consumo de música e desenvolvimento de capacidades musicais (Eccles *et al.*, 2003; Claes, 1990; Garcia, 2008). É importante referir também que esta fase desenvolvimental é pautada pela utilização preferencial do pensamento abstrato, (Lepre, 2003; Reichert, 2007; Resgate, 2001; Sampaio, 1993) logo, espera-se que sejam mais facilmente detetadas possíveis diferenças cognitivas através das provas de raciocínio abstrato.

Para além disso, o estudo explorou em simultâneo a possibilidade de os jovens estudantes de música, pela sua proximidade com a atividade musical, estarem em vantagem em relação aos

estudantes de ensino regular que apenas utilizam a música (ainda que frequentemente comparado a outras fases desenvolvimentais) esporadicamente e com objetivos diferentes (Andreu *et al.*, 2009; Brochard *et al.*, 2004; Tanner *et al.*, 2008; Thomas, 2006). Neste sentido testou-se essa possibilidade através da comparação entre os dois grupos da amostra na prova de raciocínio abstrato e, mais uma vez, se confirmou a hipótese testada pelo que os músicos obtiveram melhores resultados em relação ao grupo dos estudantes regulares corroborando estudos anteriores (Hargreaves, 2005; Johanson, 2002; North *et al.*, 2000). A prova, utilizada para despistar as diferenças intergrupais, requer uma capacidade atencional e de concentração elevada, juntamente com um controlo elevado da fixação ocular, capacidades essas documentadas como sendo superiores nos músicos face aos não músicos (Gruhn *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2007). A rapidez e eficácia no processamento visual, resultantes do treino musical intensivo de leitura de partituras por exemplo (Gruhn *et al.*, 2006), é um ponto determinante para o bom desempenho das tarefas da prova.

No que concerne à prova de raciocínio mecânico também a hipótese de superioridade/acuracidade dos alunos de música face aos demais em termos de raciocínio técnico/mecânico foi confirmada. Nesta prova foram apresentados ao sujeito problemas físico-mecânicos que, ao contrário das outras, requerem características do sujeito que têm a ver com a aplicação de conhecimentos práticos adquiridos anteriormente na sua experiência diária. É neste ponto que os músicos se destacam dos demais, estando em vantagem em relação aos estudantes de ensino regular posto o facto de no músicos a atividade prática ser de tal forma estimulada, sob forma de treino instrumental, que justifica os resultados significativamente melhores dos músicos (Chin & Rickard, 2010; Menon & Levitin, 2005; Pantev, 2001).

Posto isto, relativamente ao score geral das provas de raciocínio, seria de esperar que os resultados sugerissem que, em termos gerais, os alunos com ensino profissional de música apresentam as suas capacidades cognitivas melhoradas face aos estudantes de ensino regular. Mostrando-se coerente com os resultados das provas específicas, concluiu-se que os indivíduos com ensino formal de música tiveram uma pontuação maior que os indivíduos do ensino regular. Estes resultados mostram que há de facto evidências no sentido da possibilidade de o exercício musical estender os seus benefícios a áreas cognitivas não musicais (Pantev *et al.*, 2001, Rauscher *et al.*, 1993, Schellenberg, 2001, Schlaug, 2001, Scmithorst e Holland, 2003). É igualmente importante ter em conta que todas as provas foram administradas no mesmo tipo de contexto, em sala de aula, com o mesmo tipo de material e de uma forma compreensível para os dois grupos da amostra, não havendo possibilidade de um grupo estar em vantagem perante o outro. Sendo assim, para além da rapidez que poderá ser avaliada pelo número superior de respostas dadas, nenhuma outra capacidade/habilidade física foi relevante para os resultados, sendo este mais um critério de igualdade entre os dois grupos. Assim pode

afirmar-se, que o treino musical formal/profissional, melhora vários tipos de raciocínio: abstrato, numérico, mecânico e, sobretudo, espacial.

O estudo testou e confirmou a hipótese das idades mais precoces de iniciação da prática instrumental estar positiva e significativamente relacionada com melhores resultados a nível de capacidades cognitivas (Best *et al.*, 1992; Giedd *et al.*, 1999; Gotgay *et al.*, 2004; Ilari, 2005; Joahson, 2002). Os resultados obtidos referem-se ao score das provas da BPR ponderado pelos resultados dos diversos testes de áreas específicas. Estes resultados devem-se, segundo a revisão teórica, ao facto do exercício musical moldar funcional e estruturalmente o cérebro do jovem, que, em idades precoces, tem mais facilidade plástica sendo precisamente essa a altura em que este ainda se encontra em formação (Pantev *et al.*, 2001; Rauscher *et al.*, 2000; Sluming *et al.*, 2002; Schlaug, 2001).

No que respeita ao facto de a prática diária intensiva dos estudantes de música estar positivamente relacionada com melhores capacidades cognitivas, neste caso a nível de raciocínio geral, mais uma vez, os resultados obtidos confirmam essa hipótese. Estes resultados sugerem que o contacto com o exercício musical facilita a utilização diferenciada dos diferentes tipos de raciocínio e capacidades cognitivas. Estes resultados confirmam os estudos anteriores que os justificam com a intensificação da memória de trabalho, capacidades de concentração, eficiência da capacidade de antecipação resultante de uma maior capacidade de fixação ocular, e do processamento mental e da sua rapidez (Schellenberg, 2001; Schlaug, 2001; Scmithorst & Holland, 2003; Sarthein *et al.*, 1997).

Baseados no estudo de Costa-Giomi (1999), em que se sugere que os alunos têm uma maior evolução cognitiva nos dois primeiros anos de treino musical, acontecendo um decréscimo dos mesmos à medida que o indivíduo ganha experiência musical, este estudo testou essa relação visando comprovar a possibilidade do efeito “recência” que autores anteriores defenderam. Com efeito, testaram-se duas hipóteses: a primeira em que a premissa é a experiência musical (enquanto variável contínua) estar negativamente relacionada com o desempenho do score geral das provas de raciocínio e a segunda em que se testa concretamente o grupo de alunos com menos de três anos de experiência face aos demais promovendo um teste direcionado à problemática apontada por Costa-Giomi (1999). No entanto, os resultados obtidos não confirmam essas hipóteses uma vez que a primeira hipótese produz uma relação positivamente significativa (concluindo o contrário do proposto) entre experiência musical e o score geral das provas de raciocínio. Desta forma pode concluir-se que quanto maior a experiência prática musical do indivíduo melhores são os seus resultados nas provas (relação sugerida por diversos autores, como por exemplo, Brochard *et al.*, (2004); Chin & Rickard (2010); Johanson (2002)). Em relação à segunda hipótese que testa diferenças entre o grupo com menos de três anos de experiência musical face aos demais não é estatisticamente significativa, pelo que se pode concluir que não existem diferenças significativas entre

aqueles dois grupos no que concerne aos as suas capacidades cognitivas, avaliadas pelas provas de raciocínio geral.

Estes resultados podem resultar, no entanto, das características da amostra deste estudo. Ao contrário do estudo de Costa-Giomi (1999), este estudo foi elaborado num contexto específico onde a atividade musical é tratada como formação profissional e não como extracurricular. Para além disso, também o facto de não estarmos a tratar da mesma faixa etária, que talvez no caso do estudo anterior fosse mais propícia a um entusiasmo momentâneo e efémero, do início da atividade, sem objetivos profissionais (de idades mais precoces- infância) pode produzir resultados diferentes. Por último, o facto de o tipo de estudo musical da amostra ser profissionalizante, e não meramente experimental, logo com um cariz mais artificial, pode justificar um envolvimento e intensificação de competências diferentes. Daí que a expertise seja um objetivo mais motivador, para os alunos de música profissionais, resultando numa maior eficiência cognitiva devido à prática diária e intensiva a que se sujeitam com uma entrega profissional (Brochard *et al.*, 2004; Chin & Rickard, 2010; Johanson, 2002).

Neste estudo pôde ainda testar-se até que ponto existem diferenças, em termos de superioridade cognitiva dos alunos de música cujo instrumento principal pertence à categoria de cordas (Baeck, 2002; Elbert *et al.*, 1995; Karni *et al.*, 1998; Pantev *et al.*, 2001; Schlaug, 2001). Neste caso foram relacionados tanto os resultados do score geral das provas como, especificamente, as provas de raciocínio espacial. Com respeito a esta dimensão do estudo confirmaram-se os pressupostos definidos na revisão teórica que previam que os músicos, pela estimulação derivada da ativação de áreas cerebrais ligadas ao controlo dos movimentos finos, por exemplo, que é mais exigente nos músicos de cordas (pelo exercício de sequências complexas) (Elbert *et al.*, 1995; Pantev *et al.*, 2001; Schlaug, 2001). É importante referir que foram escolhidas as provas de raciocínio espacial, em especial, pelo facto da estimulação em termos espaciais ser considerada maior, pela literatura, nos instrumentistas de cordas (Brochard *et al.*, 2004; Elbert *et al.*, 1995).

Considerando a importância que a atividade musical tem para os jovens, segundo a revisão teórica (Eccles *et al.*, 2003; Claes, 1990; Garcia, 2008) neste estudo procurou-se explorar a hipótese de, encarando a atividade musical como uma atividade extracurricular, esta poder trazer o mesmo tipo de benefícios cognitivos que se constataram nos estudantes de música formal. Tendo em vista a possibilidade de conciliação entre uma profissionalização numa área, que não a da música, com o exercício musical, analisou-se um subgrupo com duas características específicas, nomeadamente, ser aluno de ensino regular e ter alguma atividade musical (tocar um instrumento). Ao contrário da hipótese definida, não existem evidências que garantam uma relação positivamente significativa entre as duas atividades e os resultados apresentados das provas destes (os que tinham atividade musical) face aos demais.

No que concerne à possibilidade da existência de diferenças cognitivas (gerais e espaciais) no grupo do EPM (e não no ER) justificadas pelo de género, sugeridas de resto pela literatura (Hassler, 1992; Herlitz & Yonker, 2002; Kramer *et al.*, 1988), o estudo produz evidências que verificam essa possibilidade. Neste sentido, constatou-se que, entre os músicos, existe uma diferença substancial em termos de superioridade do género feminino em relação ao género masculino nos resultados cognitivos gerais e espaciais em particular. Isto sugere que de facto, o processamento musical acontece de maneira distinta entre os dois géneros, abrindo assim a possibilidade de a parte hormonal estar associada a essas diferenças (Hassler, 1992). Ao mesmo tempo pode sugerir também, no que concerne a habilidades espaciais, que os músicos do sexo feminino têm mais facilidade de utilizar mecanismos cognitivos da área musical em atividades não musicais, o que pode resultar também de tipos de ativação de áreas cerebrais diferentes durante o exercício musical que não são comuns aos dois géneros (Herlitz & Yonker, 2002; Kramer *et al.*, 1988). A somar-se a estas conclusões verifica-se que esse o efeito género não justifica diferenças significativas ao nível cognitivo geral ou espacial, em particular, para o grupo dos alunos do ER.

Capítulo 6 - Reflexão Crítica e Conclusões

A música é uma experiência muito pessoal onde vários factores, tanto genéticos como ambientais, têm um papel complementar. O efeito que a música tem no sujeito é aquele que na verdade o sujeito deixa ou quer experienciar. Neste estudo podemos comprovar isso mesmo, tendo em conta que, os efeitos esperados nas considerações iniciais, não foram por completo satisfeitas, posto o facto de a junção descomprometida da música com a atividade regular dos estudos dos jovens não produzirem os mesmos resultados. Ficou, portanto, provado que a música enquanto atividade extracurricular não justifica, por si só, algum tipo de benefício cognitivo que se pudesse estender a outras áreas não musicais.

No entanto, em relação aos benefícios da música em ambiente profissional, o estudo produz evidências estatisticamente significativas de tal forma que sugerem a existência de uma relação positiva entre a música e capacidades cognitivas gerais melhoradas. Com exceção do domínio verbal, todos os outros produzem evidências de um incremento dos músicos face aos não músicos. Podemos também apurar que uma maior dedicação aos estudos musicais poderá ser uma base preditora de melhores capacidades cognitivas, posto os alunos que mais horas dedicam do seu dia a estudar o seu instrumento de eleição, serem mais eficientes nas suas respostas cognitivas que os demais músicos que menos treino têm.

Apurámos também que, ao contrário do que se demonstrou no estudo de Costa-Giomi, (1999), os alunos que mais tempo de experiência de ensino musical têm são também aqueles que melhor pontuam e que, logo, detêm melhores capacidades cognitivas que os que começaram a sua atividade musical há menos tempo. Estes resultados deitam assim por terra, a teoria de que o entusiasmo inicial seria um factor relevante para melhorias das capacidades cognitivas e que estas capacidades tenderiam a diminuir com o passar dos anos e continuidade do exercício musical. Ao contrário destas conclusões, neste estudo pode perceber-se que à medida que o aluno vai evoluindo nos seus estudos musicais a possibilidade das suas capacidades cognitivas melhorarem aumenta significativamente de ano para ano.

Outro objetivo inicial deste estudo era o de perceber se haveria diferenças cognitivas dentro do grupo de músicos relativas ao tipo de instrumento que tocavam, o que foi comprovado levando a concluir que os instrumentistas de cordas obtêm resultados significativamente melhores que os instrumentistas de outro tipo. Ou seja, ficou explícito que os instrumentistas de cordas, talvez pelo tipo de estimulação motora e cognitiva que têm, detêm melhores capacidades cognitivas que os demais instrumentistas a um nível geral e em especial no que concerne ao raciocínio espacial.

Por fim podemos concluir também que como a teoria refere existe uma diferença de capacidades cognitivas entre os estudantes do sexo masculino e os do sexo feminino, sendo

que estes últimos apresentam melhores capacidades. No entanto, este resultado poderá dever-se mais a factores biológicos que de facto ao treino musical, uma vez que, uma das características da amostra é o facto de pertencerem à fase desenvolvimental da adolescência, fase esta em que a parte hormonal é um determinante forte para uma série de reações biológicas e comportamentais. Por este motivo os resultados referentes a esta hipótese não foram muito relevantes nesta pesquisa, carecendo esta área de um estudo mais profundo e técnico para se poder retirar conclusões válidas a este respeito.

Em suma, foram destacados neste estudo vários contributos que a música poderá trazer a um nível profissional e mais formal para a melhoria de capacidades cognitivas. No entanto, não podemos generalizar este efeito à atividade musical no geral quando não devidamente estruturada e significativa para o indivíduo (extracurricularmente). Assim, este estudo contribui para uma nova visão no panorama nacional da educação musical, embora devamos manter algumas ressalvas em relação ao tipo e envolvimento musical que de facto pode trazer benefícios cognitivos.

Não foi possível apurar se estes benefícios cognitivos seriam transferíveis a outras disciplinas como matemática, língua portuguesa ou outras línguas estrangeiras, visto não ter sido utilizada informação acerca das notas ou desempenho dos estudantes nestas áreas. Assim, propõe-se que em futuras investigações este desempenho seja uma variável a ter em conta, tanto no grupo dos músicos como no grupo dos estudantes regulares. Esta pode ser uma das limitações do estudo, pois apenas foram avaliadas as capacidades de resposta cognitiva e não a utilização das mesmas em áreas especificamente académicas.

Apesar de os participantes do estudo pertencerem a duas escolas que se consideraram como suficientemente representativas, seria importante verificar estes resultados, no contexto português, com uma amostra mais abrangente e dispersa por várias escolas de todo o país, tanto de música como regulares, de modo a que os resultados produzidos possam ser extensíveis ao espaço e contexto nacionais. Os resultados obtidos nesta pesquisa poderão gerar implicações ao nível da área da educação, já que, com a devida adaptação necessária aos interesses musicais dos estudantes, defendida também neste estudo, podem ser considerados uma variável relevante para o incentivo ao estudo da música.

Referências Bibliográficas

- Almeida, L., S. (2009). Bateria de Provas de Raciocínio (BPR).
- Amunts K., Schlaug G., Jäncke L., Steinmetz H., Schleicher A., Dabringhaus A. & Zilles K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: structural compliance in the human brain. *Hum. Brain Mapping*, 5, 206-215.
- Andrews, M. W. J., Bartlett, J.C. & Halpen, A. R., (1998). Identification of speeded and slowed familiar melodies by younger, middle-aged, and older musicians and nonmusicians. *Psychology and aging*, 13, 462-471.
- Andreu, R. C., Quiles, O. L. & Quadros Junior, J. F. S (2009). Conhecimento de estilo musical em estudantes espanhóis de educação secundária obrigatória com diferentes origens culturais: análise desde a educação formal. *Revista da ABEM*, 21, 67-75.
- Baeck, E. (2002). The neural networks of music. *European Journal of Neurology*, 9, 449- 456.
- Bahaloo, S., Service, S., Krich, N., Gitschier, J., & Freimer, N. B. (2000). Familial aggregation of absolute pitch. *American Journal of Human Genetics*, 67, 755-758.
- Best, C. T., Hoffman, H., & Glanville, B. B. (1992). Development of infant ear asymmetries in speech and music. *Perception and Psychophysic*, 31, 75-85.
- Brochard R., Dufour A. & Després O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54, 103-109.
- Brooks C. (2008). Introductory econometrics for finance. Cambridge University Press 2nd edition. United States of America.
- Buxton R. (2008). Simple Linear Regression: Reliability of predictions. *Mathematics learnig support center*.
- Câmara, M. M. & Cruz, A. R. (s.d.). Adolescência prolongada: o tempo que não se quer deixar passar. educaremrevista.ufpr.br/arquivos_15
- Carlson R., Friberg A., Frydén L., Granström B. & Sundberg J. (1989). Speech and music performance: Parallels and contrasts. *Contemporary Music Review*, 4, 391-404.
- Chin T. & Rickard N. S. (2010). Nonperformance, as well as performance, based music engagement predicts verbal recall. *Music Perception*, 27, (3), 197-208.

- Claes, M. (1990). *Os Problemas da Adolescência*. Verbo Editora, Lisboa
- Costa-Giomi E. (1999). Effects of Three Years of Piano Instruction on Children's Academic Achievement, School Performance and Self-Esteem. *Journal of reaserch in music education* 47,198-212.
- Cross, I. (2001). Music, cognition, culture and evolution. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 28-42.
- DeNora, T. (2000) *Music in everyday life* (Cambridge, Cambridge University Press).
- Eccles J., Barber, B., Stone, M, & Hunt, J. (2003). Extracurricular activities and adolescent development. *Journal of social Issues*, 59, 865-889.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. (1995). Increase cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270, 305-307.
- Figueira, M. (1998). Identificação de Outliers. *Millenium*, 12.
- Folkestad G. (2005): Here, there and everywhere: music education research in a globalised world. *Music Education Research*, 7, (3), 279-287.
- Flohr, J. W., Miller, D. C. & Debeus, R. (2000). EEG studies with young children. *Music Educators Journal*, 8, (2), 28-30.
- Gaab N., Gaser C., Zaehle T., Jancke L., & Schlauga G. (2003). Functional anatomy of pitch memory - an fMRI study with sparse temporal sampling. *NeuroImage* 19, 1417-1426.
- García, D. (2008). La adolescencia y la juventud como etapas del desarrollo de la personalidad. *Boletín Electrónico de Investigación de la Asociación Oaxaqueña de Psicología*, 4. (1), 69-76.
- Garcia, S., Cristhian, H., & Jacqueline Nelisis, J. (s. d.). O Papel das células da glia na atividade do sistema nervoso.
- Gaser, C. & Schlaug, G. (2003). Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians. *The Journal of Neuroscience*, 23, (27), 9240 -9245.
- Giedd J. N., Blumenthal, J., Jeffries N. O., Castellanos F., Liu H., Zijdenbos A., Paus T., Evans A. & Rapoport J. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861-863.

- Giedd, L. L., Kiralee M. Hayashi, D. G., Vaituzis A. C. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *PNAS*, *101*, 8174-8179.
- Gotgay, N., Giedd, J. N.; Lusk L., Hayashi M., Greenstein D., Vaituzis A. C., Nugent T., Herman D., Clasen L., Toga A., Rapoport J. & Thompson P. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *PNAS*, *101*, 8174-8179.
- Gregersen, P, K & Kowalsky, E. W. (2001). Early childhood music education and predisposition to absolute pitch: teasing apart genes and environment. *American Journal of Medical Genetics*, *98*, 280-282.
- Gruhn W., Litt F., Scherer A., Schumann T., Weib E. & Gebhardt C. (2006). Suppressing reflexive behaviour: saccadic eye movements in musicians and nonmusicians. *Músicae Scientiae*, *10*, 19-32.
- Halpern, A. R. & Zatorre, R. J. (1999). When that tune runs through your head: A PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex*, *9*, 697-704.
- Hargreaves, D. (2005). "Within you without you": Música, Aprendizagem e Identidade. *Revista electrónica de musicologia*, *9*, 19-43.
- Haslinger, B., Erhard, P., Altenmuller, E., Hennenlotter, A., Schwaiger, M., Graf von Einsiedel, H., Rummeny, E., Conrad, B. & Ceballos-Baumann, A.(2004). Reduced Recruitment of Motor Association Areas During Bimanual Coordination in Concert Pianists. *Human Brain Mapping* *22*, 206 -215.
- Hassler, M. (1992). Creative musical behavior and sex hormones: Musical talent and spatial abilities in the two sexes. *Psychoneuroendocrinology*, *17* (1), 55-70.
- Herlitz A. & Yonker J. E. (2002). Sex Differences in Episodic Memory: The Influence of Intelligence. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *24*, (1), 107-114.
- Huron, D. (2001). Is music an evolutionary adaptation? *Annals of the New York Academy of Science*, *909*, 41-44.
- Ilari, B. (2005). A música o desenvolvimento da mente no início da vida: investigação, factos e mitos. *Revista electrónica de musicologia*, *9*, 19-46.
- Itoha, K. B., Fujiia, Y., Suzukia, K. & Nakadaa, T. (2001). Asymmetry of parietal lobe activation during piano performance: a high field functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters* *309*, 41-44.

- Johansson, Barbro B. (2002). Music, age, performance, and excellence: a neuroscientific approach. *Psychology*, 18, 46-58.
- Johnston, J. & DiNaro, J. (2001). *Métodos econométricos*. McGraw-Hill. 4ª edição. Lisboa-Portugal.
- Karni A., Meyer G., Rey-Hipolito C., Jezzard P., Adams M. M., Turner R., & Leslie G (1998). The acquisition of skilled motor performance: Fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Ungerleider Proc. Natl. Acad. Sci*, 95, 861-868, USA. Colloquium Paper
- Keenan, J. P., Thangaraj, V., Halpern, A. R. & Schlaug, G. (2001). Absolute pitch and planum temporale. *Neroimage*, 14, 1402-1408.
- Kopiez, R., Galley N. (2002). The musicians' glance: a pilot study comparing eye movement parameters in musicians and non-musicians. Paper presented in International Conference on Music Perception and Cognition, Sidney.
- Kramer J. H., Delis D. C., & Daniel M. (1988). Sex Differences in verbal learning. *Journal of Clinical Psychology*, 44, (6).
- Laiho, S. (2004): The Psychological Functions of Music in Adolescence. *Nordic Journal of Music Therapy*, 13, (1), 47-63.
- Leman, M. (1999). Relevance of neuromusicology for music research. *Journal of New Music Research*, 28, (3), 186-199.
- Lemos, G. A., Leandro S., Guisande, A. M. & Primi, R. (2008). Inteligência e rendimento escolar: análise da sua relação ao longo da escolaridade. *Revista Portuguesa de Educação*, 21 (1), 83-99.
- Lepre, R. M. (2003). Adolescência e Construção da Identidade.
- Levitin, D. J. & Rogers S. E. (2005). Absolute pitch: perception, coding, and controversies. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, (1), 26-33.
- Levitin, D. J. & McGill, J. (2007). Life Soundtracks: The uses of music in everyday life. McGill University.
- Hubert W. Lilliefors, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62, (318), 399-402.

- Luke, S. & Nilsson N. (2001). The “Mozart Effect”: Does Mozart Make You Smarter? How are we to know?
- Marsh, H. W. (1988). Extracurricular Activities: A Beneficial Extension of the Traditional Curriculum or a Subversion of Academic Goals. *Educational Resources Information Center (ERIC) 301*, 578.
- Mazziotta, J. C., Phelps, M. E., Carson, R.E. & Kuhl, D. E. (1982). Tomographic mapping of human cerebral metabolism: auditory stimulation. *Neurology*, 32, 921-937.
- Menon, V. & Levitin D. J. (2005). The rewards of music listening: Response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *NeuroImage*, 28, 175-184.
- Milovanov, R., Huottilainen, M., Välimäki, V., Esquef, P. A., & Tervaniemi, M (2008). Musical aptitude and second language pronunciation skills in school-aged children: Neural and behavioral evidence. *Brain Research*, 1194, 81-89.
- Morgan, H. (1996). An analysis of Gardner's theory of multiple intelligence. *Roepers Review* 18, 263-270.
- Nantais, K. M. & Schellenberg, E.G. (1999). The Mozart effect: an artifact of preference. *Psychological Science*, 10, 370-373.
- Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Wasserman, W. (1996). Applied linear statistical models. McGraw-Hill, 4 edition.
- North A. C., Hargreaves D. J. & O'Neill S. A. (2000). The importance of music to adolescents. *British Journal of Educational Psychology* 70, 255-272.
- Pantev, C., Engelien, A., Candia, V. & Elbert, T. (2001). Representational cortex in musicians: plastic alterations in response to musical practice. *Annals of the New York Academy of Sciences* 930, (1), 300-314.
- Pantev C., Oostenveld R., Engelien A., Ross B., Roberts L. E. & Hoke M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392, 811-813.
- Pardoe, I. (2006). *Applied regression modeling. A business approach*. Wiley-Interscience. United States of America.
- Patel, A. D. (2003). Music, language, syntax and the brain. *Nature neuroscience*, 6, (7), 674-681.

- Patrik N., Juslin & Sloboda (2001). *Music and Emotion: Theory and Research*. Oxford University Press, 487.
- Pelaez, N. C. M. (2005). “A música do nosso tempo”: Etnografia de um universo musical de adolescentes. Tese de mestrado não publicada, Universidade Federal de Santa Catarina .
- Peretz I. & Hyde K. L. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, (8).
- Peterson, D. A. & Thaut, M. H. (2007). Music increases frontal EEG coherence during verbal learning. *Neuroscience Letters*, 412, 217-221.
- Pitts S. (2000). Reasons to teach music: establishing a place in the contemporary curriculum. *Cambridge University Press* 17, (1), 33-42.
- Quiles, O. L., Torres L. H. & Júnior J. F. (2009). Conhecimento de estilo musical em estudantes espanhóis de Educação Secundária Obrigatória com diferentes origens culturais: análise desde a educação formal. *Revista da ABEM*, 21, 67-75.
- Rauscher F. (2001). Mozart and the mind: factual and fictional effects of musical enrichment. Universidade do Wisconsin Oshkosh. USA.
- Rauscher, F., Shaw, G., & Ky, N. (1993). Music and spatial task performance: a causal relationship. *Nature*, 365, 611.
- Rauscher, F., Shaw, G., & Ky, N. (1995).listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters*, 185, 44-47.
- Rauscher, F. & Zupan, M. A. (2000). Classroom keyboard instruction improves kindergarten children’s spatial-temporal performance: a field experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, 15, (2), 215-228.
- Regelski, T. A. (2006). Music appreciation’ as praxis. *Music Education Research*, 8, 2, 281-310.
- Reichert, C. B. & Wagner, A. (2007). Autonomia na adolescência e sua relação com os estilos parentais. *Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*, 38, (3), 292-299.
- Resgate, I. (2001). Diversidade e comportamentos juvenis: um estudo dos estilos de vida de jovens de origens étnico-culturais diferenciadas em Portugal. *Aná. Psicológica*, 19, (3), 345-364.

- Rizzo, C. B. S. (2008). *A representação social do trabalho para os adolescentes ao iniciarem uma atividade profissional*. Dissertação de mestrado. Universidade de Taubaté. São Paulo.
- Rodrigues A. C., Guerra, L. B. & Loureiro, M. A. (2007). Visual attention in musicians and non-musicians: A comparative study. Proceedings of the third Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM07). Institute of Biological Sciences, Federal University of Minas Gerais, Brazil
- Ruxton G. D. (2011). The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann-Whitney U test. Downloaded from <http://beheco.oxfordjournals.org/> at UCSF Library and Center for Knowledge Management.
- Ryan, T. (1997). *Modern regression methods*. Wiley- Interscience. United States of America.
- Sampaio, D. (1993). *Vozes e Ruídos - Diálogos com Adolescentes*. Editorial Caminho, Ed. 8, Lisboa.
- Sarnthein, J., VonStein, A., Rappelsberger, P., Petsche, H., Rauscher, F., & Shaw, G. (1997). Persistent patterns of brain activity: An EEG coherence study of the positive effect of music on spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 107-116.
- Schellenberg, E.R. (2004). Music lessons Enhance IQ. *Psychological Science*, 15, (8), 510-514.
- Schellenberg, E. Glenn (2001). Music and Nonmusical Abilities. *Universidade de Toronto Canada L5L 1C6*.355-371.
- Schlaug, G. (2001). The brain of musicians: a model for functional and structural adaptation. *The New York Academy of Science*, 930, 281-299.
- Schlaug, G., Jancke, L., Hung, & Steinmetz (1995). In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Neuroscience*, 267, 699.
- Schmithorst, V. J. & Holland, S. K. (2003). The effect of musical training on music processing: a functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience*, 348, 65-68.
- Simão, R. I. P. (2005). *A relação entre actividades extracurriculares e o desempenho académico, motivação, auto-conceito e auto-estima dos alunos*. Monografia final de curso. Instituto Superior de Psicologia (ISPA). Lisboa, Portugal
- Sloboda, J. (2000). Individual differences in music performance. *Trends in Cognitive Science*, 4, (10), 397-403.

- Sluming, V., Barrick T., Howard M., Cezayirli E., Mayes, A. & Roberts N. (2002). Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *NeuroImage*, 17, 1613-1622.
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Tessner K. D. & Toga, A. W. (2001). Mapping Continued Brain Growth and Gray Matter Density Reduction in Dorsal Frontal Cortex: Inverse Relationships during Post-adolescent Brain Maturation. *Laboratory of Neuro Imaging*, 90095-1769.
- Sprinthall, N. A. (1994). *Psicologia do adolescente: uma abordagem desenvolvimentista*. (Ed). Lisboa. Publicações Fundação Calouste Gulbenkian
- Stalhammar, B. (2003): Music Teaching and Young People's Own Musical Experience. *Music Education Research*, 5, (1), 61-68.
- Tanner, J., Asbridge M. & Wortley S. (2008). Our favorite melodies: musical consumption and teenage lifestyle. *The British Journal of Sociology* 59 (1)
- Thomas, A. Regelski (2006): 'Music appreciation' as praxis. *Music Education Research*, 8, (2), 281-310.
- Trehub, S. E.(s.d.). Musical Predispositions in Infancy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 1, 1-16.
- Wong, P. C. M. (2002). Hemispheric specialization of linguistic pitch patterns. *Brain Research Bulletin*, 59, (2), 83-95.
- Zatorre, R. J. (s.d.). Absolute pitch: a model for understanding the influence of genes and development on neural and cognitive function
- Zatorre, R. J., Pascal Belin, P., & Virginia B. Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditor cortex: music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, (1), 37-46.

Anexos

Anexo 1

Questionário sócio-demográfico

Questionário de identificação dos participantes do estudo

1 – Código: _____

2 - Sexo: ()M ()F

3 – Idade _____

4 – Local de Residência _____

4- Escola _____

5 – Escolaridade (ano que frequenta): _____

5.1. Curso Superior que frequenta: _____

6 - Actividades de lazer: _____

7 – Possui alguma doença neurológica, psiquiátrica ou outras doenças? () Sim () Não

7.1 Em caso afirmativo, especifique qual/quais: _____

(Se for aluno de uma Escola Formal de música passe para o item 11)

8 - Já recebeu algum tipo de educação musical formal com prática de leitura de partitura?
Sim () Não ()

8.1 Em caso afirmativo, especifique quando e por quanto tempo.

9 - Actualmente toca algum instrumento? () Sim () Não

9.1 Em caso afirmativo, especifique o instrumento: _____

9.2. Tempo de prática: _____

10 - Actualmente lê partituras? () Sim () Não

(se não frequenta uma Escola Formal de Música dê por terminado o questionário sócio-demográfico)

11 - Actualmente lê partituras? () Sim () Não

12 – Instrumento que toca: _____

13 – Instrumento (s) secundário (s) (se houver): _____

14 - Idade de início dos estudos musicais: _____

15 - Horas de estudo individual com instrumento por dia: _____

Consentimento informado para o Encarregado de Educação

Externato de Nossa Senhora dos Remédios

Sou aluna do 2º ano do 2º Ciclo de estudos em Psicologia Clínica e da Saúde da Universidade da Beira Interior, e encontro-me, de momento a realizar a minha dissertação de mestrado intitulada *“Importância do ensino da música no desenvolvimento cognitivo e académico dos jovens adolescentes. Diferenças do seu efeito em estudantes de música e estudantes do ensino regular”* e venho por este meio solicitar a V. Ex.^a autorização para aplicar os instrumentos de colheita de dados no Externato de Nossa Senhora dos Remédios, no sentido de levar a cabo esta investigação.

Com respectivo estudo pretende-se que sejam apuradas diferenças significativas em termos de competências cognitivas entre alunos de ensino regular e alunos de ensino formal de música visto ser contextos completamente díspares e com exigências académicas focalizadas em diferentes objetivos e ao mesmo tempo terem um currículo geral comum. Outro dos objetivos deste estudo será perceber os benefícios que a música, mesmo quando não fazendo parte do currículo, ou seja, quando encarada como atividade de lazer, pode trazer aos jovens alunos em termos de desenvolvimento cognitivo.

O enquadramento teórico que servirá de base a este estudo baseia-se nas seguintes áreas temáticas: música, adolescência, desenvolvimento cognitivo. Para dar resposta aos objetivos definidos, pretendemos realizar um estudo *quasi*-experimental e transversal.

Serão administrados instrumentos já validados do âmbito da psicologia e um questionário sócio-demográfico com informações básicas como, a idade o ano que o aluno frequenta, género, área de residência e outras informações relativas aos hábitos musicais de cada um.

De esclarecer ainda que os dados que se obtiverem acerca de cada aluno são estritamente confidenciais e não será pedido a ninguém que coloque a sua identificação em momento algum da aplicação. Esta é uma regra imposta no exercício de qualquer estudo científico e por esse motivo este estudo será a afecto a ela.

Esta recolha de informação deverá ser feita num período compreendido entre 1 de Janeiro e 30 de Março do próximo ano.

Consentimento Livre e Informado

Eu, Susana Marisa Gomes Pereira, estudante do 2º ano de mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde, a realizar um trabalho de investigação no âmbito da dissertação de mestrado, subordinado ao tema “*Importância da música no desenvolvimento cognitivo e académico dos jovens adolescentes. Diferenças do seu efeito em estudantes de música e estudantes do ensino regular*”, vem solicitar a sua colaboração na participação deste estudo.

Informo que a sua participação é voluntária, podendo desistir a qualquer momento sem que por isso venha a ser prejudicado. De esclarecer ainda que as informações, que vamos recolher acerca de cada aluno são estritamente confidenciais e não será pedido a ninguém que coloque a sua identificação em momento algum da aplicação.

Consentimento Informado

Ao assinar esta página está a confirmar o seguinte:

- Entregou esta informação
- Explicou o propósito deste trabalho
- Explicou e respondeu a todas as questões e dúvidas apresentadas pelo doente.

Nome do Investigador (Legível)

(Assinatura do Investigador)

(Data)

Consentimento Informado

Ao assinar esta página está a confirmar o seguinte:

- O Sr. (a) leu e compreendeu todas as informações desta informação, e teve tempo para as ponderar;
- Todas as suas questões foram respondidas satisfatoriamente;
- O Sr. (a) recebeu uma cópia desta informação, para a manter consigo.

Nome do Aluno

Encarregado de Educação

(Assinatura do encarregado de educação do aluno)

(Data)

Consentimento informado para o Encarregado de Educação

Escola Profissional de Artes da Beira Interior

Sou aluna do 2º ano do 2º Ciclo de estudos em Psicologia Clínica e da Saúde da Universidade da Beira Interior, e encontro-me, de momento a realizar a minha Dissertação de mestrado intitulada *“Importância do ensino de música no desenvolvimento cognitivo e académico dos jovens adolescentes. Diferenças do seu efeito em estudantes de música e estudantes do ensino regular”*, orientada pela Professora Doutora Fátima Simões, e venho por este meio solicitar a V. Ex.^a autorização para aplicar os instrumentos de colheita de dados na Escola Profissional de Artes da Beira Interior (EPABI), por esta seguir exactamente o perfil indicado para fazer parte da amostra deste estudo.

Com o respectivo estudo pretende-se que sejam apuradas diferenças significativas em termos de competências cognitivas entre alunos de ensino regular e alunos de ensino formal de música visto serem diferenciados com exigências académicas focalizadas em diferentes objetivos e ao mesmo tempo terem um currículo geral comum. Outro dos objetivos deste estudo será perceber os benefícios que a música, mesmo quando não fazendo parte do currículo, ou seja, quando encarada como atividade de lazer, pode trazer aos jovens alunos em termos de desenvolvimento cognitivo.

O enquadramento teórico que servirá de base a este estudo baseia-se nas seguintes áreas temáticas: música, adolescência, desenvolvimento cognitivo.

Serão administrados instrumentos já validados do âmbito da psicologia e um questionário sócio-demográfico com informações básicas como, a idade o ano que o aluno frequenta, género, área de residência e outras informações relativas aos hábitos musicais de cada um.

De esclarecer ainda que os dados que se obtiverem acerca de cada aluno são estritamente confidenciais e não será pedido a ninguém que coloque a sua identificação em momento algum da aplicação. Esta é uma regra imposta no exercício de qualquer estudo científico e por esse motivo este estudo será afecto a ela.

Esta recolha de informação deverá ser feita num período compreendido entre 1 de Janeiro e 30 de Março do próximo ano.

Consentimento Livre e Informado

Eu, Susana Marisa Gomes Pereira, estudante do 2º ano de mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde, a realizar um trabalho de investigação no âmbito da dissertação de mestrado, subordinado ao tema “*Importância da música no desenvolvimento cognitivo e académico dos jovens adolescentes. Diferenças do seu efeito em estudantes de música e estudantes do ensino regular*”, vem solicitar a sua colaboração na participação deste estudo.

Informo que a sua participação é voluntária, podendo desistir a qualquer momento sem que por isso venha a ser prejudicado. De esclarecer ainda que as informações, que vamos recolher acerca de cada aluno são estritamente confidenciais e não será pedido a ninguém que coloque a sua identificação em momento algum da aplicação.

Consentimento Informado

Ao assinar esta página está a confirmar o seguinte:

- Entregou esta informação
- Explicou o propósito deste trabalho
- Explicou e respondeu a todas as questões e dúvidas apresentadas pelo doente.

Nome do Investigador (Legível)

(Assinatura do Investigador)

(Data)

Consentimento Informado

Ao assinar esta página está a confirmar o seguinte:

- O Sr. (a) leu e compreendeu todas as informações desta informação, e teve tempo para as ponderar;
- Todas as suas questões foram respondidas satisfatoriamente;
- O Sr. (a) recebeu uma cópia desta informação, para a manter consigo.

Nome do Aluno

Encarregado de Educação

(Assinatura do encarregado de educação do aluno)

(Data)

Anexo 3

Pedido de autorização aos directores das escolas

Ex. mo Sr. Director da Escola Profissional de Artes da Beira Interior

Sou aluna do 2º ano do 2º Ciclo de estudos em Psicologia Clínica e da Saúde da Universidade da Beira Interior, e encontro-me, de momento a realizar a minha Dissertação de mestrado intitulada “*Importância do ensino de música no desenvolvimento cognitivo e académico dos jovens adolescentes. Diferenças do seu efeito em estudantes de música e estudantes do ensino regular*”, orientada pela Professora Doutora Fátima Simões, e venho por este meio solicitar a V. Ex.^a autorização para aplicar os instrumentos de colheita de dados na Escola Profissional de Artes da Beira Interior (EPABI), por esta seguir exactamente o perfil indicado para fazer parte da amostra deste estudo. Devo ainda referir o facto de outras escolas estarem a ser utilizadas também como amostra, no entanto esta parte da amostra (EPABI) é de facto a mais fulcral para atingir os resultados obtidos com esta investigação, visto ser a única detentora da característica mais importante do estudo, ser uma escola formal de música.

Com o respectivo estudo pretende-se que sejam apuradas diferenças significativas em termos de competências cognitivas entre alunos de ensino regular e alunos de ensino formal de música visto serem diferenciados com exigências académicas focalizadas em diferentes objetivos e ao mesmo tempo terem um currículo geral comum. Outro dos objetivos deste estudo será perceber os benefícios que a música, mesmo quando não fazendo parte do currículo, ou seja, quando encarada como atividade de lazer, pode trazer aos jovens alunos em termos de desenvolvimento cognitivo.

O enquadramento teórico que servirá de base a este estudo baseia-se nas seguintes áreas temáticas: música, adolescência, desenvolvimento cognitivo. Para dar resposta aos objetivos definidos, pretendemos realizar um estudo *quasi*-experimental e transversal.

Serão administrados instrumentos já validados do âmbito da psicologia e um questionário sócio-demográfico com informações básicas como, a idade, o ano que o aluno frequenta, género, área de residência e outras informações relativas aos hábitos

músicais de cada um. Com estes instrumentos pretende-se medir algumas capacidades cognitivas.

Não sabemos ainda ao certo o tempo que as provas levam a ser aplicadas mas eventualmente uma sessão com cada turma num bloco de 90 minutos, seria suficiente.

A fim de não sermos uma presença perturbadora do bom funcionamento académico, a intenção seria utilizar blocos de aulas menos exigentes em termos curriculares se estes existirem, como não temos informação ao certo sobre as condições horárias da escola a escolha dessas aulas passaria por uma decisão dos professores que eventualmente fizessem o enorme favor de as dispensar em prol da nossa investigação. A nossa amostra teria de ser constituída por turmas desde o 7º ao 11º ano de escolaridade, tirando assim uma turma que a partida estará mais carregada em termos de volume de trabalhos finais, o 12º ano.

De esclarecer ainda que os dados que se obtiverem acerca de cada aluno são estritamente confidenciais e não será pedido a ninguém que coloque a sua identificação em momento algum da aplicação. Esta é uma regra imposta no exercício de qualquer estudo científico e por esse motivo este estudo será afecto a ela.

Esta recolha de informação deverá ser feita num período compreendido entre 1 de Janeiro e 30 de Março do próximo ano.

Por se tratar de uma investigação científica sujeita a prazos estabelecidos pela Universidade, peço uma resposta com a maior brevidade possível.

Agradecendo a atenção dispensada, os melhores cumprimentos.

Pede Deferimento

A aluna:

Susana Pereira

Director

(assinatura)

Representação homuncular de Penfield

Fig. 1: Homunculo motor²⁷



²⁷ Performance Differences in the Fingers, Wrist, and Forearm in Computer Input Control Balakrishnan R., Wavefront A., MacKenzie S. (1997). Electronic Publications: Papers

Anexo 5

Representação cortical da mão esquerda de instrumentistas de cordas relação com a idade de começo

Fig. 2²⁸ Equivalent current dipoles (ECD) elicited by stimulation of the digit 5 (D5) of the left hand of control subjects and string players, superimposed onto an MRI reconstruction of the cerebral cortex of a control subject, selected to provide anatomical landmarks for the interpretation of the MEG-based localization. The arrows represent the location and orientation of the ECD vector for D5 averaged across musicians (*black arrow*) and control subjects (*white arrow*). The length of the arrows represents the mean magnitude of the dipole moment for D5 in each group. The dipole moment is larger for the musicians' D5 as indicated by the greater magnitude of the black arrow. (Modified from Elbert *et al.*,.39)

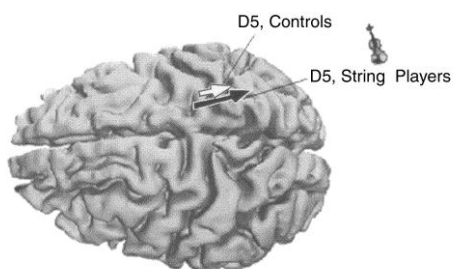
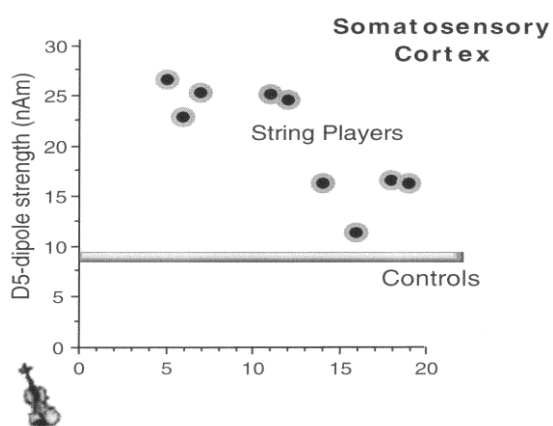


Fig. 3 - The magnitude of the D5 cortical strength as a function of the age of inception of musical practice: string players (*circles*), mean value for control subjects (*line*). Note the larger dipole moment for individuals beginning musical practice before the age of 12. (Modified from Elbert *et al.*,.39)



²⁸ Pantev *et al.*, 2001