

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
MESTRADO EM PSICOLOGIA COGNITIVA

RICARDO NOGUEIRA MAISCH

O raciocínio lógico-matemático em correlação com a atividade musical na adolescência: Estudo contextualizado na perspectiva de construção de instrumento psicológico.

RECIFE
2015

RICARDO NOGUEIRA MAISCH

O raciocínio lógico-matemático em correlação com a atividade musical na adolescência: Estudo contextualizado na perspectiva de construção de instrumento psicológico.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Psicologia Cognitiva.

Área de concentração: Psicologia Cognitiva.

Orientador: Prof. Dr. José Maurício Haas Bueno.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Síntria Laubres Lautert

RECIFE
2015

Catálogo na fonte

Bibliotecário Rodrigo Fernando Galvão de Siqueira, CRB4-1689

M231r Maisch, Ricardo Nogueira.

O raciocínio lógico-matemático em correlação com a atividade musical na adolescência: estudo contextualizado na perspectiva de construção de instrumento psicológico / Ricardo Nogueira Maisch. – Recife: O autor, 2015.

88 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. José Maurício Haas Bueno.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Síntria Laubres Lautert.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, 2015.

Inclui referências e apêndices.

1. Psicologia cognitiva. 2. Raciocínio (Psicologia) - Testes. 3. Música - Instrução e estudo. 4. Adolescentes - Testes psicológicos. I. Bueno, José Maurício Haas (Orientador). II. Lautert, Síntria Laubres (Coorientadora). III. Título.

153 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2015-18)

ATA DA 297ª DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA DO CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, NO DIA 23 DE FEVEREIRO DE 2015.

Aos **23** (vinte e três) dias do mês de **fevereiro de dois mil e quinze** (2015), às nove horas e trinta minutos, na Sala de Aula 01 do 8º andar do Centro de Filosofia e Ciências Humanas-CFCH da Universidade Federal de Pernambuco, em sessão pública, teve início a defesa da Dissertação de Mestrado intitulada “O Raciocínio Lógico-Matemático em Correlação com a Atividade Musical na Adolescência: estudo contextualizado na perspectiva de construção de instrumento psicológico” do aluno **RICARDO NOGUEIRA MAISCH**, na área de concentração Psicologia Cognitiva, sob a orientação do Prof. Dr. José Maurício Haas Bueno. O mestrando cumpriu todos os demais requisitos regimentais para a obtenção do grau de MESTRE em Psicologia Cognitiva. A Banca Examinadora foi indicada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva em *Ad Referendum* e homologada pela Diretoria de Pós-Graduação, através do Processo Nº 23076.005356/2015-46 em 05 (cinco) de fevereiro de dois mil e quinze (2015), composta pelos Professores Doutores JOSÉ MAURICIO HAAS BUENO (Presidente e 1º Orientador), ACACIA APARECIDA ANGELI DOS SANTOS (Examinador Externo, Dep. de Psicologia/USF – Itatiba/SP) e PAULO SÁVIO ANGEIRAS DE GOES (Examinador Interno, Dep. de Odontologia Preventiva/UFPE). Após cumpridas as formalidades, o candidato foi convidado a discorrer sobre o conteúdo da Dissertação. Concluída a explanação, o candidato foi arguido pela Banca Examinadora que, em seguida, reuniu-se para deliberar e conceder ao mesmo a menção **APROVADA** da referida Dissertação. E, para constar, lavrei a presente Ata que vai por mim assinada, Secretária de Pós-Graduação, e pelos membros da Banca Examinadora.

Recife, 23 de fevereiro de 2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. JOSÉ MAURICIO HAAS BUENO

Profa. ACACIA APARECIDA ANGELI DOS SANTOS

Prof. PAULO SÁVIO ANGEIRAS DE GOES

Aos meus pais, à minha irmã Renata, ao meu avô Osvaldo e a todos os professores de Matemática que fazem da arte de ensinar uma contínua alegria.

AGRADECIMENTOS

Qualquer ação pressupõe sacrifícios e qualquer conquista originada de um conjunto de ações é resultado de esforços coletivos. Isso significa que implicados no sistema vigente, é muito difícil conquistar algo sozinho, forças conhecidas e não conhecidas podem atrapalhar, mas também podem colaborar para o sucesso. Toda essa confluência do visível e do invisível num único objetivo não está na mão do acaso, do provisório ou do "de repente"; por isso, agradeço à Deus onisciente, onipresente e onipotente em primeiro lugar por tocar, nessa fase de minha história, nas necessidades do meu pequeno coração.

Entre as forças visíveis destaco, por este trabalho e outros, a motivação de meus pais por acreditarem em todos os momentos de que essa travessia era necessária, apesar de arriscada, e que aprender a navegar ao meio de tempestades é um meio crucial de sobrevivência. Mesmo sem conhecer os autores que me coloquei à disposição em debatê-los, sem conhecer as ferramentas da estatística ou as normas da escrita técnica, meus pais me abraçaram para me oferecer apoio e incentivo irrestrito nessa travessia. Obrigado pelo brilho nos olhos de sempre e pelo exemplo dado para jamais desistir de nossos objetivos.

Ao lado dos meus pais, minha irmã Renata N. M. Lima foi incomparavelmente quem mais compreendeu minhas angústias e quem mais soube me ajudar a decifrar meus fantasmas. Teve paciência de esperar longos momentos em viagens que pareciam eternas. Agradecê-la em algumas frases parece-me pequeno diante de tamanha gratuidade que soube me oferecer ao longo do trajeto. Meus agradecimentos ao meu avô Osvaldo, minha avó Ondina e minha tia Osvanilde pelo carinho e pela preocupação que sempre tiveram comigo, enchendo meu coração de presença afetuosa quando me sentia solitário. A palavra "família" nos remete a um grupo de convivência social de relacionamentos consanguíneos e essa ideia é verdadeira, porém, tal conceito não se limita a tais princípios. Família também é Frederico Jordão, meu cunhado, que conjuntamente com seus pais (Zezito e Rosarina) preanunciaram desde o primeiro instante, quando souberam dos planos deste percurso, que a vitória e sucesso seriam certos; obrigado pela amizade familiar sólida que temos construído. Família também é Gláucia Madureira que se felicita comigo e comigo vive angústias sem nunca mostrar uma vírgula de descontentamento, discutiu temas e ouviu atentamente sobre os projetos e as ideias que viriam a ser concretizados para este estudo, à Gláucia minha eterna gratidão.

À providência divina na cidade do Recife. A providência divina se mostrou pela face, pelas mãos e pela palavra amiga de Lúcia Dantas, muito obrigado por ajudar a construir esse momento especial fruto de tantas ações de nossas Minas Gerais.

Aos professores do programa, em especial, a professora Dr^a Síntria Laubres que me incentivou dando-me oportunidade de estudo já nos primeiros dias no Núcleo de Estudo em Psicologia da Educação Matemática - NuPPeM.

Ao meu orientador pelo dinamismo e entrega na construção desta obra, o professor Dr. José Maurício Haas Bueno e a todos os colegas no Núcleo de Estudos em Avaliação Psicológica - NEAP pelo acompanhamento deste processo.

Aos meus colegas do mestrado pelos debates, construções e desconstruções na arte da reflexão psicológica ao que tange à cognição.

Ao professor do Conservatório de Música de Pernambuco Paulo Barros pela acolhida e pela total abertura na condução do processo de coleta de dados juntos aos estudantes da instituição. Agradeço de igual modo aos alunos de música que se dispuseram a participar da pesquisa.

À CAPES pelo auxílio financeiro ao longo dos dois anos para a concretização deste trabalho e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o surgimento e amadurecimento das ideias que de algum modo estão presentes nestas páginas de pesquisa, meu reconhecimento de que nenhuma conquista de grandes proporções pode ser realizada sozinho. Obrigado!

Na parede de um botequim de Madri, um cartaz avisa: Proibido cantar. Na parede do aeroporto do Rio de Janeiro, um aviso informa: É proibido brincar com os carrinhos portabagagem. Ou seja: Ainda existe gente que canta, ainda existe gente que brinca.

Eduardo Galeano

RESUMO

Maisch, R.N. (2015). *O raciocínio lógico-matemático em correlação com a atividade musical na adolescência: Estudo contextualizado na perspectiva de construção de instrumento psicológico*. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

A relação entre música e matemática perpassa pela história desde Pitágoras até os dias de hoje, entretanto tal proximidade perdeu força ao longo do tempo com diferentes acontecimentos na filosofia, educação, artes, política e etc. O presente estudo tem como objetivo o estudo correlacional entre os aspectos cognitivos do raciocínio lógico-matemático e da atividade musical instrumental em adolescentes, utilizando-se do Teste de Avaliação Psicológica das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa). O TRMa foi construído especificamente nesta investigação cuja fundamentação teórica está na psicogenética piagetiana. Participaram, do primeiro estudo, 41 adolescentes de 14 a 18 anos de idade. Do segundo estudo participaram da amostra 39 adolescentes entre 14 e 18 anos de idade devidamente matriculados na escola regular e em escolas de músicas. Nesta faixa etária são requisitados dos adolescentes, na escola regular, a capacidade de resolução de problemas que mobilizam estruturas cognitivas típica do estágio das operações formais, estágio em que, cognitivamente, ocorre o ápice da capacidade de abstração e maturação do raciocínio hipotético dedutivo. Foram analisados os resultados da prova de Raciocínio Abstrato (RA) da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5), do teste de Raciocínio Auditivo (RAu) e do Teste de Avaliação Psicológica das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa). O TRMa foi inspirado na estrutura de avaliação da Olimpíada Brasileira de Matemática de diversas edições com os três eixos principais: a aritmética, a geometria e a análise combinatória. Foram utilizados, na primeira parte, estudo de validade e resultados de análises oriundos Teoria de Resposta ao Item (TRI) no estudo das propriedades psicométricas. Na segunda parte foi utilizado estudo de validade incremental, controlando-se a Inteligência Fluida na correlação entre o raciocínio matemático e a atividade musical instrumental. Os resultados apontaram para a viabilidade da construção de um instrumento de avaliação psicológica específico do raciocínio matemático, foi apresentado um índice de precisão pelo Coeficiente de Kuder-Richardson (fórmula 20) em 0,677 e foi apresentada adequação dos itens diante da habilidade dos adolescentes pela TRI. Na análise incremental verificou-se uma correlação positiva (0,421) e significativa ($p < 0,01$) entre o raciocínio matemático e a atividade musical, contudo não foram apresentadas evidências seguras quanto a capacidade de previsibilidade entre os aspectos cognitivos destas atividades quando se controla a Inteligência Fluida. Estes resultados apresentam bons indícios para o aprofundamento da temática em estudos futuros aumentando-se o tamanho da amostra e incluindo-se outros instrumentos de avaliação psicológica que contemplem os mesmos fatores.

Palavras chave: raciocínio lógico-matemático, atividade musical, adolescentes, cognição.

ABSTRACT

Maisch, R.N. (2015). *The logical mathematical reasoning related to musical activity in adolescence: contextualized study on a construction perspective of psychological instrument*. Mastering dissertation, Cognitive Psychology Post Graduation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

The relation between music and Math crosses history from Pitagoras to these days, however such proximity has lost its strength overtime with different events on Philosophy, education, Arts, Politics ,etc. The present study aims the correlational study between the cognitive aspects of the logical mathematical reasoning and of the musical activity, it' used the instrument built specifically in this investigation whose theoretical grounding is in Piaget's psychogenetic, Matrix Psychological Evaluation of the Logical Mathematical Reasoning to Adolescent Test (MRTa). In first part 41 teenagers from 14 to 18 years took part and second study 39 teenagers from 14 to 18 years properly registered on regular schools and on musical schools old took part of the sampling. In this age group it's required from the teenagers, on regular school, the capability of solving problems which mobilizes cognitive structures which are typical of formal operation levels, level in which, cognitively occurs the apex of the abstraction and maturation capability of the hypothetical deductive reasoning. The result of the Abstract Reasoning tests (AR) from the Amount of Reasoning Tests (ART/5), from the Hearing Reasoning test (HR) and from the Matrix Psychological Evaluation of the Logical Mathematical Reasoning to Adolescent Test (MRTa). The MRTa is instrument inspired on the evaluation structure of several editions of the Brazilian Math Olympics with the three main axis: arithmetic, geometry and combinatorial analyses. It was used, in first part of the study, the study of psychometric and analyses result arising from the Item Response Theory (IRT). In the second it was used the study of incremental validity, controlling the Fluid Intelligence related to mathematical reasoning and instrumental music activity. The outcome of the first part of the study pointed to a construction viability of an specific psychological evaluation instrument of the mathematical reasoning. It was presented a precision index by the Kuder- Richardson coefficient (formula 20) in 0,677 and it was presented adequacy of items before the teenagers skills by the IRT. In the incremental analyses it was verified a positive (0,421) and significant ($p < 0,01$) correlation between the mathematical reasoning and musical activity, however, safe evidences were not presented concerning the capability of predictability between the cognitive aspects of these activities when the Fluid Intelligence is controlled. These results present good indications to the thematic deepening in future studies increasing the size of sampling and including other psychological evaluation instruments which contemplate the same factors.

Key words: logical mathematical reasoning, musical activity, teenagers, cognition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de itens	53
--------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Estrutura Fatorial - <i>Factor Matrix</i> ^a	52
Tabela 4.2 – Ajuste do Modelo <i>Rasch</i> – TRI	52
Tabela 5.1 – Correlação de <i>Pearson</i> TRMa/RA/RAu	67
Tabela 5.2 – Coeficientes da Regressão Linear.	68
Tabela 5.3 - Variáveis preditoras.	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	15
3	ASPECTOS TEÓRICOS	19
3.1	O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO	19
3.2	PSICOGENÉTICA PIAGETIANA.....	22
3.3	CONTRIBUIÇÕES DO MODELO DE INTELIGÊNCIA CHC	34
	REFERÊNCIAS	39
4	O TESTE DAS MATRIZES DO RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO PARA ADOLESCENTES.....	44
4.1	INTRODUÇÃO	44
4.2	MÉTODO	50
4.2.1	Participantes.....	50
4.2.2	Instrumentos.....	50
4.2.3	Procedimentos	51
4.2.4	Resultados e Discussão	51
4.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS.....	57
5	VALIDADE INCREMENTAL ENTRE O PROCESSAMENTO AUDITIVO E O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO.	59
5.1	INTRODUÇÃO	59
5.2	MÉTODO	64
5.2.1	Participantes.....	64
5.2.2	Instrumentos.....	64
5.2.3	Procedimentos	67
5.2.4	Resultados e Discussão	68
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS.....	72
6	CONCLUSÃO GERAL.....	75
	REFERÊNCIAS.....	79
	APÊNDICES.....	80

1 INTRODUÇÃO

A reflexão sobre a inteligência e de como organiza, a partir de princípios lógicos, o raciocínio humano é primordial quando se assume a concepção do sujeito cognitivamente epistêmico. Nesta concepção o raciocínio e suas diferentes formas de organização e desenvolvimento ocupam um lugar privilegiado de análise. Neste estudo a matemática será instrumentalizada como principal mecanismo de acesso das dinâmicas do raciocínio do adolescente. Tal instrumentalização se dará dentro de campos específicos, entre eles, a aritmética, a geometria e a análise combinatória. Contudo, raciocinar matematicamente possui implicação direta com a lógica das ações oferecidas sobre a incessante busca de compreensão do mundo onde o sujeito está inserido. Desta forma, esta pesquisa contempla os princípios encontrados na conceituação de sujeito epistêmico piagetiano, ou seja, utiliza-se da lógica das ações para compreender o ambiente onde o sujeito está inserido e a ação direta exercida por ele sobre o objeto que se quer conhecer. No curso do desenvolvimento a organização da ação sobre o objeto cognoscível vai se modificando gradativamente, este estudo foca-se no período da adolescência, delimitando seu espaço de reflexão. Compreender as características cognitivas do raciocínio lógico-matemático dos adolescentes está configurado, neste estudo, em correlação a algumas características dos processos cognitivos presentes na atividade musical de performance instrumental.

Neste sentido, Schellenberg (2006) estudou as relações entre as aulas de música e o aumento da inteligência geral em estudantes de escola regular. Schellenberg (2006) verificou tal relação através da aplicação da Escala Wechsler de Inteligência para Crianças, o WISC-III, em estudantes canadenses de seis a onze anos de idade. Os resultados indicaram que a exposição formal de aulas de música na infância está associada positivamente com o aumento do QI e com desempenho acadêmico. Nesse estudo, as correlações foram baixas, mas de efeitos duradouros. É importante levar em consideração que o autor aponta que não é somente a atividade musical responsável por relações positivas sobre o QI, outras atividades de fora do cotidiano escolar podem contribuir positivamente para o estabelecimento desta relação. Considerando ainda a perspectiva do sujeito epistêmico dentro da relação entre o raciocínio e a performance musical, é necessário apontar para o estudo brasileiro de caráter teórico de Beyer (1988). A pesquisadora procurou relacionar cada estágio descrito da teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget com o desenvolvimento da capacidade cognitiva musical. Em sua tese de doutorado, Justi (2011) seguiu o mesmo caminho epistêmico de Beyer (1988) e assumiu em alguns aspectos a atualização da reflexão em que se observa a teoria piagetiana como teoria de base. O estudo de Justi (2011) foi voltado para as representações mentais de crianças de

diferentes faixas etárias durante a execução instrumental, correlacionando o estágio do desenvolvimento com a representação mental infantil. Contudo, é importante salientar que a teoria piagetiana possui em sua concepção primária a ideia de sujeito epistêmico e seu principal objeto de pesquisa foi analisar o curso do desenvolvimento da inteligência da criança utilizando-se da lógica e da matemática.

Cogo-Moreira, Ávila, Ploubidis e Mari (2013), no campo da Medicina, apontaram para uma correlação positiva entre a atividade musical e a qualidade do raciocínio em estudantes. A pesquisa envolveu 235 crianças de dez escolas com idades entre oito e dez anos, a metade dos participantes foi submetida a uma educação musical específica e a outra metade não recebeu nenhum treinamento desta ordem. Os resultados apontaram melhora significativa no grupo que foi submetido à educação musical nas atividades ordinárias de língua portuguesa e depois numa correlação mais baixa porém de igual modo significativa nas atividades de matemática. Ainda assim é preciso que outros campos do conhecimento mostrem de maneira empírica se esta correlação pode ser concretamente configurada como apontam os indícios dos resultados das pesquisas apresentadas inicialmente.

Depreende-se disso que é preciso entender de que forma a matemática e a música influenciaram-se mutuamente ao longo do tempo e se esta influência encontra consonância na cognição humana, neste caso, especificamente na adolescência. A matemática e a música são áreas do conhecimento humano que estiveram muito próximas ao longo da história, assim se faz necessário apontar que esta problematização possui raízes históricas antigas e de desafios atuais, já que tanto a matemática quanto a música são atividades circundantes do cotidiano contemporâneo. Caracteriza-se diante do exposto a questão central deste estudo, que é a de verificar se existem correlações entre os processos cognitivos mobilizados na atividade musical instrumental e no raciocínio lógico-matemático.

Entre outros aspectos presente na pesquisa destaca-se o sujeito de pesquisa, o adolescente. O período da adolescência foi destacado por duas fortes razões que são diferentes e ao mesmo tempo paradoxais. A primeira razão reside no pouco interesse deste tipo de investigação nessa faixa etária em pesquisas atuais, fato que pode ser observado, por exemplo, ao se levantar o banco de dados de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC), do *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e do Periódicos Eletrônicos em Psicologia (PEPsic), o número de pesquisas interessadas na adolescência no que tange à atividade musical e sua relação com o impacto cognitivo nesta fase do desenvolvimento é muito pequeno. E a segunda razão está no fato da superexposição musical comum à adolescência na contemporaneidade por meio das mais diferentes mídias. Estes fatos apesar de diferentes são paradoxais, pois justamente o período de maior interesse pela música, como atividade, é também o período com pouquíssimos trabalhos de investigação com este objetivo. Assim, este estudo vai na

direção de contribuir para a reflexão acerca do tema dentro do campo da Psicologia Cognitiva numa pesquisa de delineamento transversal e quantitativo. De que forma estes posicionamentos assumidos podem colaborar para a reflexão? Para refletir acerca desta temática é preciso, primeiramente, estabelecer princípios teóricos balizadores que favoreçam o debate interpretativo dos resultados oriundos do universo empírico. Contudo, ao se buscar correlacionar a atividade musical com aspectos da cognição, se faz necessária a compreensão que esta possível proximidade ocorre por causa de alguns fatos históricos que merecem ser destacados.

2 ASPECTOS HISTÓRICOS

Os primeiros sinais de êxito na relação entre a matemática e a música surgiram no século VI a.C., quando Pitágoras através de experiências com sons do monocórdio, efetuou uma de suas mais belas descobertas, que deu à luz, na época, ao quarto ramo da matemática: a música (Leinig, 2009). Pitágoras morreu por volta de 500 a.C. e não deixou nenhum registro escrito do seu trabalho, isso se justifica porque Pitágoras foi envolvido por aqueles que o seguiam por uma atmosfera mística, na realidade pouco se sabe sobre ele e sobre seus trabalhos com precisão e certeza. Além disso, o centro pitagórico de Crotona (Itália) foi destruído por um grupo rival político, quando a maioria dos seus membros foram mortos e os restantes dispersaram-se pelo mundo grego levando a sua filosofia. Pode-se considerar que os pitagóricos eram uma ordem religiosa e uma escola filosófica. Pensa-se que a filosofia pitagórica se baseava no lema "o número é tudo"; isto é, o número era a substância de todas as coisas (Silva et al, 2012).

A máxima da filosofia pitagórica baseava-se na suposição de que a causa última das características do homem e da matéria são os números inteiros. Isso, conseqüentemente levou o movimento à exaltação e ao estudo das propriedades dos números e da aritmética, no sentido de teoria dos números. (Silva et al, 2012). Entendiam o que hoje chamamos de números racionais como a razão ou quociente de números naturais. Se um segmento tivesse x *mónadas* e outro segmento unitário qualquer tivesse y *mónadas*, a medida do primeiro relativamente ao segundo seria x/y ; esta fração podia ser redutível e até representar um número inteiro.

Os números racionais serviram também aos pitagóricos para interpretar problemas do domínio da Música, eles descobriram que a harmonia na música correspondia a razões simples entre números. Daí nasce a relação mútua entre a Matemática e a Música que pode ser facilmente verificada na teoria musical atualmente, resguardados os avanços respectivos de cada área. De acordo com Aristóteles, os seguidores de Pitágoras pensavam que todo o céu era composto por escalas musicais e números. A harmonia musical e os desenhos geométricos levaram os pitagóricos a acreditar que tudo se resumia a números, eles pensavam que as razões numéricas básicas da música envolviam apenas os números 1, 2, 3 e 4, cuja soma é 10. Representavam o número 10 como um triângulo, ao qual chamaram *tetraktys*. O número 10, por sua vez, é a base do nosso sistema de numeração. Os números, bem como as leis que regem as relações numéricas, intervieram no passado e ainda continuam a intervir na música como elemento primário (Leinig, 2009). Tal relação encontra-se evidenciada na formação e correção das escalas, na classificação de harmonias de movimento ou de repouso, na qualificação dos compassos, ritmos e movimentos, na avaliação de harmônicos superiores e inferiores, entre outros aspectos verificados no campo da teoria musical.

Oficialmente, a relação entre música e matemática é marcada, segundo Cunha (2008), “pelo primeiro experimento científico ocorrido na história” (p.17), no sentido de isolar algum dispositivo para observar fenômenos de forma artificial. No experimento foi utilizado um instrumento musical chamado monocórdio, que foi pesquisado por Pitágoras, conforme afirma a historiografia. A palavra deriva-se do grego *monochórdon* (pelo latim *monochordon*) e significa de forma literal "um fio". O monocórdio é um instrumento composto por uma única corda estendida entre dois cavaletes fixos sobre uma prancha ou mesa, possuindo ainda um cavalete móvel colocado sob a corda estendida e a altura musical do som emitido quando tocada. Ele provou que ao dividir a vibração bem no meio da corda, a tonalidade do som não era a mesma da produzida com a corda solta, mas uma oitava acima, ou seja, com o som mais agudo. Em seu experimento, Pitágoras observou que pressionando um ponto situado a $\frac{3}{4}$ do comprimento da corda em relação a sua extremidade, o que seria equivalente a reduzir a corda $\frac{3}{4}$ de seu tamanho original, tocando-a a seguir, ouvia-se uma quarta acima do tom emitido pela corda inteira. Analogamente, exercida a pressão $\frac{2}{3}$ do tamanho original da corda, ouvia-se uma quinta acima e a $\frac{1}{2}$ obtinha-se uma oitava do som original. A partir de tal experiência, os intervalos musicais passam a denominados de consonâncias pitagóricas (Novaes, 2006).

Também é atribuído a Pitágoras outros estudos que concernem a relação entre a Música e a Matemática. Leinig (2009) aponta para um estudo que é a relação dos números inteiros entre as notas, Dó, Fá, Sol e o Dó da oitava abaixo, bem como seus equivalentes, em qualquer escala. Outro foi a descoberta da *Lambdoma*, também conhecida como tabela de Pitágoras, antiga teoria musical e matemática que relaciona música e razões, a tabela é composta por duas séries, uma representa a divisão de uma corda e sua frequência vibratória; a outra representa a multiplicação dessa corda ou sua série harmônica.

Depois da dispersão dos pitagóricos, foi na Grécia que suas descobertas ganharam força e prestígio social. No mundo grego a musicalidade era vista como uma atividade necessária para a formação dos indivíduos, a música fazia parte das disciplinas fundamentais para a formação homem livre, considerada fonte de sabedoria. Platão pedia para que o cidadão harmonizasse a relação entre o corpo e a alma, o corpo seria as atividades físicas e a música estaria entre as atividades concernentes à alma. Na Grécia foi desenvolvido, além de outros importantes princípios do conhecimento, o raciocínio matemático, elemento primordial para a o pensamento musical (Loreiro, 2010). É nessa reflexão que se pode considerar as pesquisas de Pitágoras e sua disseminação no mundo grego como um dos fatos históricos mais importantes para o detalhamento da relação entre a música e a matemática.

Ainda na Grécia, Loreiro (2010) aponta que o ensino da música estava ligado à idade do estudante. Na fase inicial, que compreendia os anos de 7 aos 14, a educação ficava a cargo dos mestres e seu conteúdo incluía a ginástica e a música, que compunham outros campos do saber como a poesia,

a história, o drama, a oratória e a ciência. Mesmo com essa ramificação, a maior parte do tempo, deste período inicial, era dedicada ao estudo da música que abrangia a aprendizagem dos fundamentos da teoria musical, princípios dos sons e de sua grafia e as leis que regem a construção melódica e rítmica. O segundo nível da educação musical iniciava-se antes dos vinte anos e terminava aos 30 anos de idade. Nessa etapa eram discutidos diferentes conteúdos num mesmo campo de saber: astronomia, geometria, aritmética e música, estes ramos compunham o *quadrivium*, ou estudo das disciplinas científicas. Um terceiro nível, que estendia por mais cinco anos, levava o estudante ao estudo filosófico da dialética, que era para ser ensinada para aqueles que se revelassem capazes o suficiente para a exposição a uma educação mais elevada. Aqueles que não apresentassem condições para as reflexões filosóficas se tornavam militares.

Com a invasão das cidades gregas pelo império romano, o panorama se modificou. Bromberg e Abdounur (2011) apontam que a matemática, representada pela aritmética e pela geometria, juntamente com a música e a astronomia compunham o grupo das artes matemáticas pertencentes às Artes Liberais, no grupo denominado por *quadrivium*. Cunha (2008) afirma que a base da organização do ensino escolar no ocidente se constituiu durante séculos como organizada pelos gregos, que incluía ainda o *trivium*, que se compunha pela gramática, retórica e dialética. Ainda na Grécia a formação foi ganhando, aos poucos, outros delineamentos, que segundo Loreiro (2010) surgiram somente com a invasão pelo império romano do mundo grego. Com o tempo a música começou a ser estudada, entre os romanos, como ciência.

No entanto, conforme aponta Loreiro (2010), a cultura romana aceitava a modalidade do conhecimento musical mais como saber científico, rejeitando-a como prática. O império romano possuía fortes interesses na motivação dos guerreiros para a sustentação de sua filosofia expansionista, que se contrapunha à sensibilidade da cultura grega à cidadania e outras dimensões humanas. O império romano absorveu muito do desenvolvimento intelectual do mundo Grego, mas não o assimilou na forma original, pois existiam princípios de organização social divergentes na Roma antiga em relação às cidades gregas. Foi neste limiar de relações que surgiram as mais diferentes formas de tratamento do conhecimento musical e as formas que as relações assumiram tal qual conhecemos atualmente. Ainda é perceptível o desenvolvimento das características destes princípios ao longo da história do Brasil e a forte influência recebida da Europa no que concerne à pesquisa científica e as artes de maneira geral, especificamente a música.

No âmbito do trajeto histórico apresentado, observa-se que a atividade musical vai, aos poucos, perdendo suas características originais ao longo do tempo. Atualmente é possível vislumbrar a existência de iniciativas preocupadas em resgatar aspectos outrora perdidos, iniciativas que podem ser vislumbradas com a culminância da aprovação da lei 11.769 sancionada em 2008, que prevê a educação musical como componente obrigatório da educação básica em todas as escolas brasileiras;

contudo, é preciso pensar de que maneira essa reconstrução pode ser realizada diante dos aspectos da contemporaneidade. Alguns países como a Finlândia, China, Inglaterra, Alemanha entre outros perceberam a necessidade de trazer a atividade musical para o currículo ordinário da vida escolar, em contrapartida, muitos outros ainda não veem importância das aulas de música na formação integral do cidadão. Esta situação é atrativa para a realização de pesquisas para a busca de indícios satisfatórios de como melhor acoplar a educação musical na formação de crianças, jovens e adultos. Essa constatação aponta para a necessidade de apontamentos teóricos capazes de corroborar na reflexão destes fatos.

3 ASPECTOS TEÓRICOS

Inicialmente é importante o esclarecimento sobre a compreensão de atividade musical que se assume neste estudo. Diante das possibilidades que existem neste campo de investigação apresentado, alguns aspectos precisam ser mencionados. Sloboda (2008) descreve três níveis de envolvimento musical capazes de levantar condições teóricas para reflexão desta temática, o nível da escuta, o da execução e o da composição. O nível da escuta trata-se de uma tarefa passiva, isso porque não há nenhuma atividade física observável, mas o mesmo não se pode afirmar quanto ao comportamento mental, o produto final da escuta musical é uma série de imagens mentais, sensações, memórias e emoções altamente incomunicáveis. O nível da composição envolve todos os processos cognitivos superiores da criatividade, pois é o nível da criação de alguma peça musical comunicável, improvisando-a ou registrando-a numa partitura de maneira clara, concisa e consciente, utilizando-se para isso de linguagem musical própria. Já o nível da execução refere-se a um executante ou um grupo de executantes, que interpreta alguma peça musical conscientemente para um público, ou seja, aquele ou aqueles que dão realidade à uma composição já preexistente. É deste nível de envolvimento da atividade musical que se investiga sua correlação com o raciocínio lógico-matemático.

3.1 O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO

O raciocínio matemático contém o ato pelo qual a mente humana se distancia do mundo externo, um ato que ocorre em si mesmo ou por si mesmo, de modo que, não são os objetos presentes no mundo físico que permeiam o raciocínio, mas a maneira de organizá-los, categorizá-los ou mesmo de entender sua estrutura em relação a si e ao ambiente (Piaget, 1971/2002), formando, com tais característica, a engenharia do pensamento humano. Ao estudar os processos do raciocínio lógico-matemático espera-se alcançar o que há de mais essencial na mente humana, principalmente pela sua natureza particular de revelar as construções do pensamento. Por isso, Poincaré (1908/1996) aponta que estudar as construções do raciocínio lógico-matemático, em sua gênese, deveria despertar o interesse de todos os psicólogos.

O mundo contemporâneo é dinâmico, marcado pelo desenvolvimento de novas tecnologias, por meio das quais as informações são adquiridas e processadas quase que instantaneamente. Por isso é necessária a compreensão deste dinamismo de informações pelos indivíduos, organizando-as, interpretando-as e oferecendo novos significados de fluxo contínuo. São os processos mentais que

irão modular a informação recebida a fim de dar soluções e esclarecimentos àquilo que é apresentado ao indivíduo, pois o ser humano precisa pensar, buscar condições cognitivas superiores para construir os significados das formas (Assumpção & Oliveira, 2011). Isso não significa afirmar que o pensamento do homem moderno é superior ao do homem cuja dimensão histórica não estava contextualizada nas novas tecnologias, o pensamento lógico é inerente à natureza humana, o exemplo citado consiste em apontar sua necessidade e expressão também na contemporaneidade.

Sobre o “raciocínio lógico” é importante a apresentação de dois conceitos que estão presentes na expressão, o raciocínio e a lógica. Sobre o raciocínio Mortari (2000) diz que “raciocinar significa fazer inferências” (p.19). E fazer inferências consiste em manipular informações com o intuito de se fazer conexões entre as pré-existentes e as novas, ou seja, é a capacidade de reordenar os pensamentos através de desencadeamentos de informações, priorizando uns e desfazendo-se de outros, analisando tudo aquilo que possibilite a formação ou criação de novas informações (Assumpção & Oliveira, 2011). Portanto, quando o ser humano se põe a fazer inferências sobre o mundo, ele está raciocinando de modo a reestruturar-se, no nível do pensamento e compreensão, diante do mundo que está exposto.

Estes conceitos apresentados coadunam com a teoria piagetiana. Para Piaget (1964) o comportamento dos seres vivos não é inato, nem resultado de condicionamentos. Para ele, o comportamento é construído numa interação entre o meio e o indivíduo. Esta teoria epistemológica é caracterizada como interacionista. A inteligência do indivíduo como recurso para e resultado da adaptação a situações novas está relacionada com a natureza da interação: indivíduo e o meio. Em outras palavras, quanto mais complexa for esta interação, mais se requisitará do indivíduo a estrutura de raciocínios complexos, acentuando desta forma a importância da qualidade da interação.

Uma demonstração matemática não é uma simples justaposição de silogismos. Tal demonstração está calcada numa razoável organização, em que a ordem de como os elementos foram organizados é mais importante que os próprios elementos (Poincaré, 1908/1996), essa ideia rege o segundo conceito da expressão “raciocínio-lógico”: a lógica. Mortari (2000) afirma que o estudo da lógica analisa tanto os métodos como os princípios da inferência, e seu objetivo é encontrar as condições necessárias de análise da organização de fatos, objetos ou afirmações. Isso consiste em analisar se aquilo que fora organizado possui implicação relacional, ou não, um com os outros. Num diálogo entre os conceitos intrínsecos da expressão raciocínio-lógico, podemos definir a lógica como o campo propício de se estudar métodos e princípios capazes de fazer distinção entre o raciocínio que está correto do raciocínio incorreto (Copi, 1978). Desta forma, pode-se entender que a lógica consiste nos princípios de validação do raciocínio, ou seja, que ao fazer inferências, raciocinar, é preciso validar o que fora organizado e para isso aplica-se a lógica. Tal validação pode ocorrer por meio da verificação abstrata ou formal.

Para a verificação formal do raciocínio o estudo da lógica dispõe de ferramentas de análises próprias, entre elas, o estudo das proposições lógicas na construção de argumentos formais, cujo debate merece espaço próprio. Já a validação via verificação abstrata ocorre pelas vias do raciocínio abstrato que é uma característica observada no curso do desenvolvimento cognitivo como uma capacidade complexa e importante para a maturação cognitiva, além de ser relevante na resolução de problemas matemáticos no uso do raciocínio-lógico (Piaget & Inhelder, 1978).

No que concerne à abstração, o primeiro passo fundamental dado pelos gregos foi insistir que a matemática deveria tratar de conceitos abstratos. Quando se aprende os primeiros números, somos imediatamente levados a aprender a pensar em coleções de objetos particulares como duas maçãs, três laranjas e, etc. Pensar em caracteres gregos é saber que qualquer número inteiro é uma abstração de uma propriedade, indiferentes às coleções, conjunto de frutas ou outro exemplo. A comunidade grega distinguiu a forma de se relacionar com os números: o estudo das propriedades de números puros, chamada de aritmética era considerada a mais valiosa ação da mente, em detrimento ao estudo dos números em aplicações práticas, chamada pelos gregos de logística que era considerada por eles uma habilidade como outra qualquer (Kline, 1967). Os gregos valorizavam mais a atividade abstrata que a prática. Essa concepção pode ser observada também na Psicologia do desenvolvimento em Piaget e Inhelder (1978) quando afirmam que o ápice do desenvolvimento cognitivo humano ocorre no estágio das operações formais, período que é marcado pela capacidade do sujeito praticar a lógica sem recorrer aos recursos concretos ou intuitivos necessários nos estágios anteriores. No estágio das operações formais, tido como último estágio do desenvolvimento na psicogenética, o indivíduo é capaz de realizar operações lógicas complexas utilizando de recursos oriundos somente do raciocínio abstrato, essa capacidade abre-lhe condições de construções e raciocínios mais complexos que eram intangíveis nos estágios anteriores. No presente estudo o raciocínio lógico é observado pela capacidade de resolução de situações-problema no campo da Matemática que também requerem a abstração.

Mas como definir uma situação-problema de matemática? Neste estudo, uma situação-problema é compreendida como uma situação devidamente contextualizada que requer uma solução adequada capaz de mobilizar no respondente habilidades adquiridas pelo conhecimento matemático. Habilidade como refletir sobre possíveis soluções, resultados, conclusões e interpretações de cunho matemático. Para tanto, o indivíduo deve transitar em raciocínios e soluções, revendo-os dentro do problema devidamente contextualizado, e deve ser capaz de determinar se os resultados fazem sentido e são razoáveis à situação problematizada (OCDE, 2012a). Como tais habilidades são possíveis na construção do conhecimento matemático, convém compreendermos sua definição para o presente estudo. Sobre conhecimento matemático o documento que estabelece as matrizes de avaliação do *Programme for International Student Assessment (PISA)* diz que é compreendido como a capacidade

individual de formular, empregar e interpretar o raciocínio matemático em contextos variados. Isso inclui a utilização de conceitos, de procedimentos, de fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos. O conhecimento matemático contribui para que os indivíduos reconheçam a importância da matemática ao fazer inferências no mundo, bem como tomar decisões adequadas e necessárias à vida reflexiva, engajada e construtiva (OCDE, 2012b).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) encontra-se uma importante reflexão acerca do conhecimento matemático. A Matemática se faz presente no cotidiano ou nas pesquisas científicas pela quantificação do real, pela contagem, medição de grandezas e no desenvolvimento das técnicas de cálculo com esses sistemas. No entanto, esse conhecimento vai muito além, o conhecimento matemático se constrói também na criação de sistemas abstratos, ideias que se estruturam com o intuito de revelar os fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números. O conhecimento matemático está associado quase sempre a fenômenos do mundo físico. A Matemática não é um campo do conhecimento baseado no empírico. Não há uma verificação no mundo físico sobre os axiomas matemáticos, mas a coerência lógica de seu próprio status de argumentação. Essas particularidades concebem o saber como algo maleável, passível às inter-relações entre os conceitos matemáticos, seus vários modos de representação, e, também, passível de interação com problemas de vários outros campos científicos (Parâmetros Curriculares Nacionais, Brasil, 1998). A Matemática não se desenvolveu de maneira linear ao longo da história, desenvolveu-se no meio a movimentos de idas e vindas, de rupturas e reorganizações de paradigmas. O modelo de matemática aceito atualmente, originou-se com a civilização grega, num período próximo de 700 a.C. a 300 d.C., mas a maturidade desses sistemas matemáticos, tal qual hoje são utilizados, foram atingidos somente no século XIX com o surgimento da Teoria dos Conjuntos e do desenvolvimento da Lógica Matemática.

A Matemática tem como uma de suas características o rigor da lógica e, ainda, como afirma os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), a matemática proporciona o desenvolvimento do raciocínio lógico e das capacidades de observação, comunicação, argumentação e validação de processos. Nesta linha de compreensão, a matemática e a lógica não podem assumir nem serem apontadas como conhecimentos de verdades inquestionáveis ou absolutas, elas são sobretudo ferramentas e mecanismos que colaboram na investigação da forma do indivíduo pensar e de estruturar seu raciocínio (Assumpção & Oliveira, 2011).

3.2 PSICOGENÉTICA PIAGETIANA

Após a reflexão sobre o raciocínio lógico matemático, se faz necessária a devida contextualização da teoria piagetiana na presente pesquisa, que tem por finalidade responder a três questões fundamentais. A primeira questão se fundamenta na preocupação de se estabelecer conjecturas analíticas para os participantes da pesquisa, ou seja, por que o adolescente é o sujeito desta pesquisa? E de que tipo de sujeito estamos diante? Também nesse sentido, a segunda questão fundamental busca avaliar quais estruturas do raciocínio lógico-matemático, de acordo com a teoria piagetiana, estão presentes na adolescência, assim aponta-se para o instrumento, indagando sobre as áreas do raciocínio que o instrumento de desempenho matemático avalia e de que forma estas áreas estabelecem conexão com os sujeitos pesquisados?

A terceira questão fundamental que justifica a presente reflexão acerca da teoria piagetiana, reside na capacidade de interlocução que a teoria pode fazer com outros modelos teóricos. Nessa investigação correlacionam-se instrumentos de pesquisas fundamentados na concepção de inteligência oriunda do modelo psicométrico de inteligência (modelo *Cattel-Horn-Carrol* - CHC), desta forma é necessário buscar as interlocuções teóricas capazes de favorecer a discussão dos resultados encontrados. Então, como é possível uma linha de diálogo entre um instrumento fundamentado na psicogenética piagetiana com instrumentos fundamentados no modelo CHC, já que são estruturas teóricas de princípios diferentes?

Sobre o perfil do sujeito pesquisado, referente à primeira questão posta é primordial o apontamento que a perspectiva de sujeito psicológico que o presente estudo adota está contextualizada dentro da Psicologia Cognitiva como sujeito epistêmico. Um dos teóricos que refletiu acerca das características desta perspectiva foi Jean Piaget, que estudou a inteligência utilizando-se da lógica e da matemática como instrumentos capazes de lhe oferecer acesso aos processos cognitivos em voga. O sujeito epistêmico, na obra piagetiana, é um sujeito que constrói seu raciocínio sobre o ambiente por meio da interação. É preciso aprofundar na relação estabelecida entre organismo e ambiente proposta na teoria, pois é diante de tal relação que se estabelece o conceito e a importância da perspectiva interacionista.

De acordo com Bellini e Kato (2009), a compreensão de Piaget sobre a interação está fundamentada na concepção de organismo e ambiente oriundos da biologia. Para o embriologista e biólogo Waddington (1976), que influenciou determinantemente as ideias de Piaget, o conceito de organismo perpassa pela necessidade de compreensão de outro conceito crucial, o conceito de estrutura. Assim, para o entendimento de conceito de organismo no modelo da biologia é preciso primeiramente entender a ideia de estrutura. A estrutura é todas as condições internas de um organismo que permite, ao mesmo tempo, a abertura para absorção de novos materiais do ambiente e o fechamento para que diante dos novos materiais adquiridos o organismo não se desfaleça nem perca sua condição viva. Sem estrutura não há trocas do organismo com o meio, nem de caráter

interno, nem externo. Nessa perspectiva o organismo é um sistema de estruturas, um sistema que está fechado e ao mesmo tempo aberto, dependendo da qualidade das trocas com o meio que o conduz para a estabilidade e para a organização de seu funcionamento; contudo, ao apontar para a estabilidade não se quer afirmar que o organismo é estático, ao contrário; tais condições oferecem ao organismo plena possibilidade de mudanças constantes. Waddington (1976) trouxe para sua obra, da teoria de Lamarck, a compreensão de ambiente e da teoria de Darwin o conceito de evolução. Do ponto de vista embriológico, Waddington (1976) esforçou-se em criar um modelo evolutivo sintético que contemplasse o diálogo entre as teorias de Lamarck e de Darwin. Do primeiro extraiu a ideia principal de que o ambiente atua sobre o organismo provocando mudanças e do segundo a perspectiva central da adaptação do organismo ao ambiente de forma evolutiva (Bellini & Kato, 2009). É a partir destes conceitos que Piaget (1964) constrói uma das mais importantes ideias do desenvolvimento cognitivo, a ideia de interação pela eminente necessidade do organismo de adaptar-se ao meio. Pela interação o organismo não desenvolve apenas sua dimensão física, mas também desenvolve o sistema nervoso e as funções que este desenvolvimento possibilita, por intermédio das estruturas do organismo capazes de oferecer condições para a qualidade da interação.

Flavell (1975) elege como um dos objetivos científicos mais importantes da teoria piagetiana, a investigação de cunho teórico e ao mesmo tempo experimental do desenvolvimento das qualidades das estruturas intelectuais do sujeito. Ou seja, o comportamento de um adulto não pode ser compreendido e nem estudado sem se levar, em algum momento, a perspectiva evolutiva deste comportamento em consideração. É nessa perspectiva que a teoria piagetiana é apontada como uma teoria do desenvolvimento. O estudo sobre as gêneses do conhecimento, nesta ótica, não significa oferecer isoladamente um caráter de contextualização histórica da cognição. A teoria piagetiana busca encontrar as possibilidades de análise da cognição humana em termos qualitativos e em desenvolvimento. É crucial a observação de que o que se verifica nos estudos psicogenéticos piagetianos é apontar para as mudanças qualitativas e ontogenéticas do comportamento. Isso significa estudar o funcionamento cognitivo menos avançado para o mais avançado, assumindo, desta forma, a existência de estágios cognitivos. Do ponto de vista ontogenético os estágios seguem um curso do desenvolvimento comum, mas em dependência da qualidade da interação proporcionada pelo organismo e pelo ambiente em questão. Algumas considerações sobre a perspectiva piagetiana acerca do desenvolvimento são necessárias, entre elas, a que não existe objetivamente por parte de Piaget interesse de observar as variáveis que poderiam acelerar ou retardar temporalmente a passagem dos estágios cognitivos (mudanças qualitativas da cognição que ocorrem no organismo no curso comum do desenvolvimento), mas sobretudo de compreender quais os mecanismos afetavam o desenvolvimento das estruturas da cognição.

É nítida a inclinação na teoria piagetiana o estudo da estrutura da inteligência em detrimento de sua função e de seu conteúdo. Nesta ótica, Piaget se distancia de muitos estudiosos do campo da inteligência e do estudo do desenvolvimento de crianças de seu tempo. O estudo das estruturas da cognição humana levando em consideração a qualidade destas e como são formadas evolutivamente no âmbito da interação com o meio, são necessidades vitais para que organismo encontre condições para se adaptar, assim aponta Piaget (1971/2002). Nessa perspectiva, o teórico aponta que a inteligência é um processo adaptativo e que a sua função é estruturar o universo. Não há na teoria piagetiana diferenças funcionais entre os seres vivos, mas diferenças estruturais de acordo com os níveis de como se organizam. Assim, as estruturas da inteligência mudam no processo adaptativo em decorrência das acomodações ou modificações dos esquemas ou estruturas de assimilação.

O termo assimilação, na obra piagetiana, é compreendido como uma atividade de integração dos elementos novos nas estruturas existentes no organismo. Estas estruturas são sistemas de ações, de tal modo que a significação construída pela inteligência do organismo dependa destas estruturas. Por isso, na teoria piagetiana, conhecer um objeto consiste em operar sobre ele e criar condições de transformá-lo, não apenas o entendimento numa réplica mental; mas a fim de compreendê-lo em função do sistema de transformação que este objeto está inserido no ambiente. São as próprias ações esquematizadas que permitem o organismo internalizar tal conhecimento acerca do objeto (Piaget, 1971a).

Piaget (1970/1982) denomina esquema de ação aquilo que numa ação é transponível, generalizável ou capaz de realizar diferenciações de uma situação para outra, ou seja, o que há de comum nas diversas repetições ou aplicações da mesma ação. A acomodação é o polo transformador dos próprios esquemas de assimilação, pois quando estes não são mais suficientes para responder a uma situação e resolver um problema, surge a necessidade de o esquema modificar-se em função da situação. O ato inteligente se traduz pelo equilíbrio alcançado pela acomodação e pela assimilação. Mas o que seria a adaptação? A adaptação do ponto de vista da cognição é a constituição do equilíbrio progressivo e gradativo entre o mecanismo de assimilação e acomodação. É nesta perspectiva que torna-se fundamental a afirmação de que a teoria piagetiana preocupa-se em analisar a inteligência nos aspectos qualitativos e não pela contextualização histórica de forma isolada, conforme apontado anteriormente.

Outro ponto marcante na teoria de Jean Piaget é a definição dos estágios do desenvolvimento cognitivo. Aqui não se tem o objetivo de se aprofundar nas questões típicas de cada estágio, mas apontar alguns elementos primordiais do estágio típico do sujeito de pesquisa. Mas antes de iniciar, é necessário levantar um importante conceito oriundo da biologia para a compreensão do mesmo, sem esta análise poderíamos perder a capacidade explicativa da proposta piagetiana, este conceito é a ideia de creodo. O creodo é o evento em que o organismo descreve trajetórias temporais de trocas

progressivas do desenvolvimento, que surgem pela natureza da organização causal de seu ponto de partida (Bellini & Kato, 2009). Em outras palavras, convém a afirmação de que o organismo segue trajetórias de desenvolvimento que são mantidas pelas trocas entre o meio e o organismo e como este organiza os conteúdos oriundos desta relação. Assim, o organismo se diferencia e muito do seu ponto inicial, agora ele carrega marcas do ambiente onde houve o processo de interação. Piaget se aproxima desta ideia ao trazer à tona a reflexão acerca dos estágios, na medida em que os conceitos apresentados anteriormente permanecem como componentes ativadores da cognição humana até o fim da vida do indivíduo, mas sem perder a perspectiva de que estes seguem uma trajetória de desenvolvimento passível de análises. É diante do conceito de creodo que se torna possível entender a proposta de Piaget acerca dos estágios para o desenvolvimento cognitivo e sua relação com a aprendizagem. Desta forma percebe-se que a criança não é um adulto em miniatura, ela possui, segundo o estágio que se encontra, estruturas de raciocínio específicas para fundamentar sua experiência com o meio. O raciocínio lógico vai ganhando dimensões com o desenvolvimento dos estágios. Para que tal desenvolvimento ocorra, a consciência da necessidade do pensamento lógico está ligada ao desfecho de uma composição reversível das ações, e esta composição de reversibilidade é que transforma as ações simples em operações propriamente ditas (Piaget, 1971b).

Para a compreensão sobre a concepção de desenvolvimento cognitivo, nesta abordagem, é preciso levar em consideração a ideia de operação nela contida. Uma operação é uma ação interiorizada, nunca isolada e também reversível (Piaget, 1973). Um exemplo desta ideia é a seriação, uma operação lógica natural, segundo a qual um número não existe isoladamente, existe uma série de números que o antecede ou o sucede, o número é compreendido dentro de uma estrutura. Para Piaget (1973), a lógica envolve um sistema de operações que são tomadas simultaneamente ligadas ao desfecho de reversibilidade. O raciocínio é a atividade operatória de reunir, dissociar, realizar encaixes de multiplicação e divisão, reunir objetos segundo sua semelhança, seriação segundo sua diferença, estabelecer relações de assimetria ou simetria, ou seja, é efetuar ações sobre o objeto cognoscível para a construção do conhecimento até o nível da capacidade de reversibilidade de toda ação aplicada mentalmente ou materialmente, seja a reversibilidade da negação ou de reciprocidade. Conhecer não é copiar identicamente o objeto, mas conhecer é a capacidade de agir sobre o objeto por intermédio das operações que foram geradas pelos esquemas de ação e estruturas desenvolvidas pelo indivíduo ao longo de seu processo de maturação.

Contudo, a reversibilidade só pode ser adquirida por etapas, só depois de uma organização sensório-motora dos atos, das articulações com algum tipo de mobilidade representativa, é que as operações vão se constituindo, primeiro sob a égide do concreto, depois aumentando o nível de complexidade e extensão no campo do abstrato e da lógica formal (Piaget, 1971b). E essa é a

interpretação de maturação diante do processo que o sujeito está imerso ao longo do desenvolvimento cognitivo.

Depois de levantada, em linhas gerais, as condições teóricas capazes de oferecer os fundamentos epistemológicos para esta investigação, voltemos às questões que foram inicialmente apresentadas. Estamos diante de que tipo de sujeito de pesquisa e por que o adolescente é o sujeito desta pesquisa? O objeto principal de análise deste estudo não é a reflexão sobre os estágios do desenvolvimento, mas entender algumas características de um estágio específico; essa decisão aponta para a perspectiva metodológica, isso significa que este estudo se trata de uma pesquisa de cunho transversal, sem desconsiderar o caráter evolutivo presente no sujeito de pesquisa. Na adolescência ocorre o último estágio do desenvolvimento apontado na teoria piagetiana e apontado como o nível mais avançado da maturação das estruturas lógicas que foram construídas ao longo do processo evolutivo e interativo. Ou seja, a adolescência é o resultado da culminância do processo de desenvolvimento da estrutura operatória da criança e nesse estágio está contido algumas características que apontam para as bases fundamentais de elaboração do instrumento de mensuração do raciocínio lógico-matemático utilizado nesta pesquisa. Estamos diante do sujeito epistêmico, consciente, ativo, construtor de suas estruturas e interacionista conforme nos aponta a teoria piagetiana.

A apresentação dos estágios piagetianos é uma tarefa densa, haja vista a existência de subestágios no desenrolar do desenvolvimento, contudo, em linhas gerais serão apresentados os estágios e o foco será no último, chamado por Piaget de operatório formal. O primeiro estágio apontado por Piaget (1971/2002) é o estágio sensório-motor, que vai do momento em que a criança nasce até por volta dos dois anos de vida, no qual a criança procura conquistar o domínio de seus movimentos e conhecer os aparatos físicos que a cercam. Um objeto só existirá se tiver no campo perceptual da criança, caso contrário, para ela, o objeto não existe. Nesta fase ocorre o que o autor chama de adualismo, não há claramente no bebê uma fronteira estável entre o seu universo interior e o universo externo, não há uma manifestação de uma consciência de si (Piaget, 1971/2002). Sua interação com o ambiente se dá sem nenhuma intermediação, nem mesmo a de seus pensamentos. Tudo é levado para o nível do corpo e tal egocentrismo é também ignorado pela própria percepção do bebê.

A etapa seguinte é a pré-operacional, que corresponde ao estágio pré-escolar, abrangendo a criança de 2 até 6 anos de idade, Piaget (1964) afirma ser, nesta etapa, o início da linguagem e das funções de representação. Nesse período ela desenvolve o intelecto simbólico, o pensar centrado em si mesma e guiado pela intuição, a incapacidade de distinguir o mundo das aparências do universo real, a ideia de situações não reversíveis. Portanto, Piaget (1971/2002) demonstra existir estágios intermediários entre o nível sensório-motor e o pré-operacional, existem operações que a criança aos poucos vai conseguindo desenvolver e raciocinar com o passar do tempo dentro de um mesmo estágio

do desenvolvimento, o autor não apresenta rigidez quanto às idades tampouco rigidez quanto à descrição dos aspectos qualitativos do desenvolvimento cognitivo, o que ele faz é apresentar aproximadamente certas regularidades quando submetidas à um ambiente problematizado no uso de operações lógicas.

O estágio operatório concreto pressupõe que a criança de 7 a 11 anos está preparada para compreender as abstrações, tais como os números e o processo de interação social. Aqui encontra-se operações de classificação, ordenação, a construção da ideia de número, operações espaciais e temporais e todas as operações fundamentais da lógica elementar de classes e relações da matemática elementar (Piaget, 1964). Nesta etapa da infância, a criança elabora uma lógica interior concreta e apresenta a capacidade de resolver questões consistentes. Os infantes podem, então, entender os conceitos de tempo, espaço, velocidade, disciplina, entre outros, sendo capazes de abstrair informações proporcionadas pela esfera do real.

O sujeito desta pesquisa, segundo a teoria piagetiana, deve se encontrar no estágio operatório formal (Piaget, 1967/1997), que se desenrola dos 12 anos em diante com um ponto de equilíbrio por volta dos 14 ou 15 anos de idade, quando o adolescente já empreende o raciocínio lógico, sendo capaz de sistematizar as informações. Piaget (1967/1997) afirma que o adolescente navega com mais facilidade pelo pensamento abstrato, prescindindo da plataforma do concreto, e é capaz de realizar deduções lógicas a partir de objetos consistentes, ou pela simples elaboração verbal de alguma problematização. A capacidade de abstração agora permite o pensamento por hipóteses, que ganha força na estrutura cognitiva, e é o que vai marcar o fim de sua etapa infantil e o início da utilização do raciocínio hipotético-dedutivo ou formal. Nesta etapa, a lógica das proposições surge aprofundando a lógica das relações de números, classes ou sistemas. A lógica das proposições implica na observância do sistema regulador que constitui a proposição, ou seja, o raciocínio não é apenas no objeto em si, mas naquilo que o implica, é a versão abstrata das operações concretas.

O aparato cognitivo chega ao ápice no estágio das operações formais, permitindo que a mente pratique a lógica na solução de toda e qualquer questão, sem recorrer aos recursos concretos ou intuitivos antes presentes. O resultado deste desencadeamento em relação aos objetos libera o raciocínio da forma para atuar sobre o conteúdo, permitindo novas associações entre quaisquer elementos de quaisquer classes. Esta realidade leva o adolescente a uma característica marcante e extremamente importante em nosso estudo que a capacidade lógica de realizar análise combinatória, seja das mais simples às mais complexas. A análise combinatória é uma característica crucial para o desenvolvimento do raciocínio do adolescente, porque lhe permite combinar objetos ou fatores concretos ou não, combinar proposições ou ideias utilizando o raciocínio abstrato. No que tange à combinação de proposições surgem afirmações correlacionadas à lógica moderna, até então desconhecida pelo adolescente. Sem, necessariamente, ter estudado lógica formal, o adolescente

inicia o uso de operações lógicas como a implicação (o uso do se, então), da disjunção (*ou/ou*, ou *os dois*), da exclusão (*ou, ou*), da incompatibilidade (*ou/ou*, ou *nem um nem outro*), dentre outras (Piaget & Inhelder, 1978). Essa mudança na qualidade do raciocínio aponta que o adolescente saiu da verificação lógica obtida no nível concreto para o nível das ideias, sem recorrer às crenças, à percepção ou algum tipo de experiência pretérita (Piaget, 1967/1997). Tais processos cognitivos oferecem condições cognitivas de responder a todos os testes propostos, inclusive o de avaliação do raciocínio matemático que tange sobre a análise combinatória. Este período, assim como qualquer outro dentro do âmbito da psicogenética piagetiana, não pode ser entendido como uma superposição de fatores, mas se trata de um conjunto de novas sínteses e reestruturações que se prolongam diante das precedentes, porque surge para preencher as lacunas do estágio anterior (Piaget & Inhelder, 1978).

Sobre a segunda questão chave proposta no uso da teoria piagetiana é quais estruturas do raciocínio lógico-matemático, segundo a teoria, estão presentes no sujeito de pesquisa, possivelmente apontando ao mesmo tempo para o instrumento de pesquisa, indagando sobre as áreas do raciocínio de desempenho matemático podem ser avaliados e de que forma estas áreas estabelecem conexão com os adolescentes? Sobre esta questão, a reflexão acerca do estágio das operações formais mostra-se suficiente. Primeiro por demarcar a área da Análise Combinatória como estrutura cognitiva presente no adolescente, o raciocínio abstrato oferece ao estudo da Matemática o grau de alto nível de compreensão de seus axiomas, pois, no que concerne à abstração, o primeiro passo fundamental dado pelos gregos para o desenvolvimento da matemática foi insistir que a matemática deveria tratar puramente de conceitos abstratos. Esta realidade não se perdeu com o passar dos séculos, ao contrário, a força da capacidade de abstração para o estudo da matemática continua vivaz. Então foi definida a forma de se relacionar com os números, que foi nomeada de aritmética, considerada a mais valiosa ação da mente, em detrimento da aplicação da aritmética (Kline, M. 1967). O estudo dos números em aplicações práticas também chama a atenção, como é o caso da Geometria, por exemplo, também defendido pelo Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) como um dos descritores do estudo da Matemática, o estudo de medidas, distâncias e capacidades das formas geométricas. Diante do exposto, verifica-se a viabilidade teórica de utilizar da análise combinatória, aritmética e geometria num instrumento de avaliação psicológica do raciocínio lógico matemático em adolescentes; áreas comuns também utilizadas nas edições da Olimpíada Brasileiras de Matemática.

Ainda no que se refere às operações lógicas do estágio formal, não se pode entender que os progressos intelectuais encontrados nessa fase residem na melhoria do discurso que fora adquirido de forma individualizada. O pensamento hipotético-dedutivo está apoiado numa linguagem, seja matemática ou não. Diante da necessidade de se apoiar numa linguagem, o adolescente pode desenvolver ou não estes recursos cognitivos em conformidade com a qualidade das relações sociais que foram estabelecidas nessa fase, o que por outro lado não implica dizer que o adolescente não

tenha capacidade de desenvolvê-las. (Piaget 1973). Contudo, há outro aspecto notável do pensamento que precisa ser evidenciado, apesar de não ser muito usual pela caracterização da formação escolar atualmente, que é a construção do perfil experimental do adolescente, isso é, o sujeito vai utilizando dos princípios experimentais para conhecer o mundo. As operações típicas da análise combinatória imbuída do raciocínio abstrato proposicional tornam essa realidade cognitiva acessível a este sujeito (Piaget & Inhelder, 1978). Tal perfil experimental vai agora não só integrar as engrenagens da estrutura cognitiva, como, aos poucos, contribui para a formação do adulto. Ou seja, a capacidade de raciocínio experimental que ganha força somente na formação escolar adulta surge como resultado do amadurecimento das estruturas cognitivas na adolescência.

Piaget (1964) identificou quatro fatores que favorecem o desenvolvimento de um estágio para o outro: a maturação biológica, o papel da experiência, a transmissão social e a equilibração. A maturação biológica envolve o crescimento fisiológico e o desenvolvimento do sistema nervoso. É notado que as idades médias com que os estágios aparecem variam de sociedade para sociedade, contudo a ordem destes estágios é constante (Bellini & Kato 2009) e tem sido observada em ambientes culturalmente diferenciados. Essas variações de idade mostram que a maturação não consegue sozinha explicar muito sobre a gradação dos estágios cognitivos, mas é um componente importante para a compreensão do desenvolvimento porque a passagem dos estágios não se faz separado da maturação biológica.

De acordo com La Taille (1996) ao estruturar o universo o sujeito também se estrutura, sendo necessário dois conceitos que descrevem o processo: a experiência física e a lógico-matemática. O papel da experiência da realidade física é um fator básico no desenvolvimento das estruturas cognitivas, esta experiência consiste em agir sobre o objeto e extrair algum conhecimento a partir de uma abstração dos mesmos. É a experiência física no mesmo sentido usado pelos empiristas, por outro lado, na experiência lógico-matemática, o conhecimento, neste tipo de experiência, não é extraído dos objetos, mas das ações efetuadas sobre estes. Um exemplo que poderíamos dar para diferenciar ambas experiências é a de uma criança de sete anos de idade brincando com pedrinhas, ela descobre com o tempo que indiferente da forma como ela arruma as pedrinhas este conjunto terá sempre a mesma quantidade, ela não descobre, neste sentido, uma propriedade das pedrinhas, mas sim uma propriedade da ação de ordenar, através da ação que exerceu sobre as pedrinhas. Ela conclui que a soma dos objetos ocorre indiferente de sua ordem. São as propriedades das ações transferidas às pedrinhas que se defina outra forma de experiência, este é o ponto de partida para a experiência matemática. Em síntese a experiência física é produto das ações do sujeito sobre os objetos, enquanto a experiência lógico-matemática resulta da coordenação de ações e não de uma única ação sobre os objetos. Portanto, a experiência física mostra-se insuficiente para explicar a concatenação dos

estágios desenvolvimento, apesar de ser uma etapa importante para a passagem para a experiência lógico-matemática (Piaget, 1964).

Outro fator responsável por esse desenvolvimento é a transmissão social, Piaget (1967/1997) também o traduz sinonimamente chamando-o de transmissão linguística. A criança recebe informações importantes via linguagem ou via educação dirigida por algum adulto, mas estas informações serão suficientes para a desequilibração cognitiva do indivíduo, somente se ela se encontrar num estado em que possa compreender esta informação que lhe foi dada, em outras palavras, para receber a informação para lhe fazer algum sentido ela deve ter uma estrutura que possibilite a assimilação desta. Assim Piaget (1964) destaca que a criança precisa estar engajada nas expressões linguísticas que são usadas no trato da informação no momento da transmissão para que estas sejam suficientemente eficazes dos processos de desequilibração cognitiva.

O último fator primordial para a compressão do desenvolvimento como aparato balizador da aprendizagem e da inteligência é a equilíbrio ou autorregulação (Piaget, 1967/1997). Mas não se trata de um sistema estático, é dinâmico e permanente, incapaz de alcançar a perfeição. Segundo Bringuier (1978), “é o processo que conduz ao equilíbrio perfeito. O equilíbrio nunca é alcançado porque o universo inteiro” (p.64). A compreensão que o sistema estrutural da inteligência é aberto para transformações permanentes, abre neste ponto, importante aspecto de compreensão de que na psicogenética piagetiana o sistema de equilíbrio é contínuo, não acabado em si mesmo. Já no sentido de autorregulação o termo é usado de forma semelhante ao termo *feedback* usado na cibernética. A equilíbrio seria um sistema em que o organismo regularia a si mesmo por uma compensação progressiva de sistemas, isso significa que esse tipo de mecanismos corrige falhas de interação que levam o organismo à equilíbrio, um processo pautado na retroalimentação. Assim, adaptar é equilibrar-se ao meio (Piaget, 1964).

Nesta perspectiva existe uma concepção de sujeito ativo na tarefa de construção do conhecimento em oposição ao sujeito reativo, defendido por linhas teóricas em que o comportamento se dá diante a eliciação de estímulos. Há também nesta compreensão, níveis diferentes de equilíbrio conforme a realidade operatória de cada estágio do desenvolvimento, assim este fator se torna extremamente importante para explicar tais estágios, pois os níveis seguintes só podem ser alcançados se o nível em que se encontra o sujeito esteja equilibrado, é a probabilidade sequencial, a probabilidade de entrada na próxima sequência é possível mediante a realidade de equilíbrio do sujeito. Assim este fator se torna extremamente importante para explicar os estágios do desenvolvimento, pois os níveis seguintes só podem ser alcançados se o nível em que o sujeito se encontra estiver equilibrado. É o que Piaget denomina de probabilidade sequencial, a entrada na próxima sequência é possível mediante a realidade de equilíbrio do sujeito (Piaget, 1967/1997).

Os conceitos apresentados pela teoria piagetiana receberam, com o passar do tempo, diferentes interpretações e aplicações dos mais diferenciados campos de pesquisas, inclusive na educação musical (Beyer,1988/1995; Moraes,1999; Deckert, 2008; Kebach, 2008; Justi, 2011). O presente trabalho busca, via investigação empírica, possível correlação da atividade musical instrumental com as atividades de desempenho do raciocínio lógico-matemático. Depois de se definir em que perspectiva será avaliado o raciocínio lógico, a questão que se põe é, de que forma será avaliada a atividade musical instrumental capaz de articular com os conceitos anteriormente refletidos?

Beyer (1988,1995), Moraes (1999), Deckert (2008), Kebach (2008) e Justi (2011), são exemplos de estudos que refletiram sobre a educação musical e adotaram como teoria de base ou como teoria de diálogo com outras teorias, a psicogenética piagetiana. Foram estudos que aplicaram as concepções piagetianas no entendimento do desenvolvimento da prática musical em crianças no âmbito da escuta e da execução de instrumentos. Beyer (1988), voltada para o objetivo de construir uma teoria psicogenética em música, define a atividade musical como linguagem específica, mas uma linguagem passível de desenvolvimento somente depois do desenvolvimento da fala propriamente dita, elas não são simultâneas porque o ambiente não requisita os dois tipos de linguagens da mesma forma. A exposição da criança à linguagem musical ocorre de maneira diferenciada à linguagem falada. Nesse sentido, Deckert (2008) aponta que criança está em contato com a fala desde o seu nascimento, construindo significantes e significados, chegando até o processo de escrita, a alfabetização, obrigatória em nossa sociedade. A linguagem musical assume um caráter secundário na formação da criança. A música assume, do ponto de vista social, o papel de fundo para as relações, mas não exerce o fator de centralidade em que condicionam todos os momentos inerentes à comunicação dos grupos familiares. O simples fato de ouvir música não implica diretamente no desenvolvimento da linguagem musical da criança. É imperativa a necessidade que a criança exerça alguma ação sobre o som, desta forma abarcando condições de produção musical, o que por outro lado reforça as qualidades de percepção musical, decodificando e codificando mensagens musicais (Beyer, 1988).

A linguagem falada está no nível da sobrevivência social e sua aplicação nas atividades cotidianas do indivíduo, a linguagem musical assume o nível diametralmente oposto, assume o supérfluo e muitas vezes o caráter puramente lúdico nas reuniões sociais. Portanto, para se compreender a música é necessário concebê-la no nível da linguagem e para isso se faz fundamental a construção de seus “significantes” e “significados” (Deckert, 2008). É importante apontar que se a criança for exposta aos dois tipos de linguagem de forma concomitante, pode desenvolver as duas de maneira significativa, isso se o ambiente oferecer e solicitar as mesmas dimensões que são oferecidas à linguagem verbal à linguagem musical (Justi, 2011).

Essa compreensão acerca da perspectiva da atividade musical como linguagem específica corrobora inexoravelmente com o estudo na medida em que o instrumento de avaliação utilizado, baseado no modelo psicométrico de inteligência, aponta para a perspectiva de que a atividade musical pode ser entendida como linguagem, conforme apontaremos na sessão seguinte. Beyer (1995) ainda afirma que não somente na linguagem verbal, mas na linguagem escrita, especificamente a escrita musical, também existem relações com as estruturas cognitivas descritas na teoria piagetiana, evidentemente respeitando as diferenças de acesso às linguagens (musical e verbal) o que diferencia a apontamento dos estágios. Crianças de 9 e 10 anos de idade foram instruídas para que grafassem o som que ouvissem levando em consideração o timbre em função do tempo. Algumas desconsideraram o tempo e tentaram representar o timbre, outras desconsideraram o timbre e ficaram preocupadas em representar o tempo e um outro grupo ainda tentou grafar as duas dimensões. Contudo, algumas tentavam marcar o tempo com quantidade de notas, outras tentavam apontar o timbre pelo posicionamento das notas no papel de forma invertida, ou ainda, algumas não conseguiram grafar nenhum tipo de relação musical. Conforme observa a autora, características semelhantes foram observadas em crianças do estágio pré-operatório quando eram apresentadas questões lógicas sobre dimensões na teoria piagetiana.

Além da linguagem, a dimensão de que o fazer musical é uma característica passível de desenvolvimento é de fundamental importância para a compreensão de que qualquer pessoa pode, minimamente, aprender algo sobre música, assim como qualquer outra linguagem. Justi (2011) ao refletir acerca da representação do fazer musical, levou em consideração que os aspectos figurativos presentes nas representações mentais realizadas pelas crianças, conforme o domínio e a potencialização destes aspectos, podem nos informar, com certo grau de precisão, o estágio do desenvolvimento que a criança se encontra, se levarmos em consideração a teoria piagetiana. Isso está diretamente imbricado com a significação. Na música, o apelo à abstração é maior que na fala. O que justifica a ideia de que exista um “talento” em operação em detrimento ao estudo de uma habilidade que pode ser desenvolvida. E o desenvolvimento da habilidade musical estará em conformidade com as condições cognitivas do aprendiz, o que justifica o estudo da epistemologia genética de forma análoga na reflexão desta temática.

E o que pode ser dito em relação ao estágio das operações formais dentro desta perspectiva? Segundo Beyer (1988) e Justi (2011) a estrutura cognitiva do pensamento hipotético-dedutivo, típica do último estágio do desenvolvimento, segundo a teoria piagetiana e já apontado nesta reflexão teórica anteriormente, oferece ao adolescente o aumento de suas potencialidades em exercer, fomentar e aprimorar suas habilidades musicais, já que na produção de improvisações do sistema melódico o músico precisa utilizar de recursos cognitivos típicos das estruturas das operações combinatórias, de probabilidade, de proporção e arranjos lógicos como os utilizados nas relações

proposicionais. Ou seja, nesta fase, o estudante de música possui a estrutura cognitiva capaz de oferecer maior profundidade nas dimensões do estudo da música, inclusive no que concerne à composição. Apesar da análise sobre as possibilidades que existem entre a psicogenética piagetiana e o estudo das habilidades musicais, esse não é o objeto principal de estudo deste trabalho. Estes apontamentos corroboram para a compreensão das estruturas cognitivas que podem ser mobilizadas quando um adolescente aprende a tocar algum instrumento musical. Outras possibilidades de diálogos são possíveis, dentre elas, a aproximação entre o modelo desenvolvimentista e o psicométrico da cognição.

3.3 CONTRIBUIÇÕES DO MODELO DE INTELIGÊNCIA CHC

No início desta seção é preciso retomar a terceira questão apontada acerca da possibilidade de diálogo entre um modelo desenvolvimentista de análise da inteligência com um modelo psicométrico. Nessa investigação correlaciona-se um instrumento de avaliação do raciocínio lógico-matemático fundamentado na psicogenética piagetiana - (Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes, TRMa) - com instrumentos de pesquisa fundamentados na concepção de inteligência oriunda do modelo psicométrico de *Cattel-Horn-Carrol* (CHC) - (Teste de Raciocínio Auditivo, RAu e Bateria de Provas do Raciocínio, BPR-5), ou seja, nesta investigação existem instrumentos fundamentado em modelos teóricos distintos. Neste caso, torna-se necessária a busca de interlocuções capazes de favorecer uma reflexão mais consistente dos resultados encontrados. Então, a questão que se formula é de como favorecer uma linha de diálogo entre um instrumento fundamentado na concepção psicogenética piagetiana com instrumentos fundamentados no modelo CHC?

Para o início desta compreensão, primeiramente é preciso pontuar que existem três grandes correntes de estudo da inteligência, a corrente psicométrica que concentra-se na definição de estruturas e como estas se organizam no indivíduo, a corrente desenvolvimentista oriunda das obras de Vigotsky e de Piaget preocupadas em definir as estruturas da inteligência ao longo do desenvolvimento humano, caracterizando em cada período do desenvolvimento características específicas da cognição, e há ainda a corrente do processamento da informação que utiliza-se de metodologia de análise diferente da utilizada pela psicomетria aproximando, desta forma, seus resultados à neurologia, dando origem ao campo da neurociência cognitiva (Sternberg, 1981; Almeida, 1988a; Almeida 1988b; Primi et al, 2001).

O principal expoente da perspectiva desenvolvimentista é Piaget, cujos conceitos principais foram descritos na seção anterior, contudo, este estudo também lança mão de elementos importantes da Psicometria e procura estabelecer as relações possíveis entre ambas. O modelo *Cattel-Horn-Carroll* (CHC) pertence ao campo da psicometria e é resultado de uma confluência de estudos ao longo de um período da história. Spearman no início do século XX, buscando compreender e estruturar a inteligência, apontou que as atividades cognitivas exprimem-se predominantemente por meio de um único fator, uma Inteligência Geral (g). Em oposição, Thurstone, na década de trinta, propunha a Teoria das Aptidões Primárias, na qual descreveu um conjunto de habilidades básicas ou primárias, pelas quais negava a existência de um fator geral para a inteligência (Schelini,2006).

Uma contribuição importante ao modelo psicométrico foi dado por Cattell em 1942 que distinguiu a inteligência fluída (Gf) e a inteligência cristalizada (Gc) (Schelini,2006). Esse modelo foi aprimorado por Horn (1991) numa proposta hierárquica, que combinava o fator geral com fatores específicos. A síntese destes estudos foi realizada por Carroll (1993), que realizou um levantamento reanalisando 461 conjuntos de dados utilizando-se da análise fatorial, cujos resultados culminaram na proposição da Teoria dos Três Estratos. McGrew (1997, 2009) sintetizou a proposta de Cattell-Horn com a de Carroll, que resultou no modelo psicométrico de inteligência mais aceito atualmente, que, pela abreviação das iniciais dos autores, ficou conhecido como modelo CHC da inteligência.

O modelo CHC enfatiza a natureza multidimensional da inteligência, compreendendo-a como sendo composta por uma diversidade de capacidades intelectuais que diferem entre si. Nessa concepção, a inteligência é explicada por meio de três estratos, hierarquicamente organizados, levando em consideração a ideia de que para um modelo da cognição humana ser completo todas as habilidades sensoriais devem estar nele incluídas. Assim, no estrato III encontra-se o fator geral (g), identificando a interação e interligação entre todas as capacidades cognitivas. Derivado desse fator geral encontra-se o estrato II que contém 16 fatores amplos da inteligência¹. A partir destes fatores, no estrato III, derivam aproximadamente 70 habilidades específicas (McGrew, 2009).

Dos fatores presentes no estrato II destacam-se para este estudo, a Inteligência Fluida (Gf) e o Processamento Auditivo (Ga). O Processamento Auditivo é entendido como a habilidade cognitiva que depende do som como *input*, em que o sujeito pode cognitivamente processar e controlar as percepções provenientes dos mesmos. Esse processamento possibilita analisar, compreender, manipular e sintetizar sons, grupos de sons e padrões sonoros (McGrew, 2009). Segundo o modelo CHC, Ga é a habilidade relacionada a *inputs* sonoros e, como proposto por Peretz e Zatorre (2005),

¹ A saber: *Inteligência Fluida* (Gf), *Inteligência Cristalizada* (Gc), *Memória de Curto Prazo* (Gsm), *Processamento Visual* (Gv), *Processamento Auditivo* (Ga), *Armazenamento e Recuperação da Memória de Longo-Prazo* (Glr), *Velocidade Cognitiva Geral* (Gs), *Decisão e Velocidade de Reação* (Gt), *Leitura e Escrita* (Grw), *Conhecimento Quantitativo* (Gq), *Conhecimento Específico* (Gkn), *Habilidade Tátil* (Gh), *Habilidade Sinestésica* (Gk), *Habilidade Olfativa* (Go), *Habilidade Psicomotora* (Gp) e *Velocidade Psicomotora* (Gps) - grifo do autor.

essa habilidade, referente ao processamento de estímulos sonoros, é única e presente na cognição de todos os indivíduos, diferenciando-se por meio de um refinamento de habilidades cognitivas específicas. Uma habilidade cognitiva implica “potencial de realização” para determinada área, como possuir certa facilidade em lidar com tarefas de um conteúdo específico. O investimento nessas tarefas resultaria na organização dos estímulos e estratégias utilizados com esse propósito, culminando numa especialização da habilidade para determinado domínio o que elevaria a habilidade ao status de competência (Primi et al, 2001). Nesse sentido, a habilidade musical estaria inserida no II estrato, o processamento auditivo (Ga) é definido como uma habilidade associada à percepção e discriminação de padrões sonoros (incluindo a linguagem oral), particularmente quando apresentados em contextos mais complexos envolvendo distorções ou estruturas musicais complexas (Flanagan, McGrew & Ortiz, 2000; Flanagan & Ortiz, 2001). Esta concepção também associa a habilidade musical com a linguagem, mas considera que a habilidade no processamento auditivo se manifesta mais claramente no reconhecimento e manipulação de padrões sonoros complexos, como os que aparecem nas composições musicais.

Assim, a concepção de processamento auditivo advinda do modelo CHC da inteligência (Flanagan, McGrew & Ortiz, 2000; Flanagan & Ortiz, 2001) se aproxima do conceito de linguagem musical de Beyer (1988) quando são observados quatro parâmetros: duração e altura, como na linguagem verbal, e ainda, a intensidade e o timbre, que juntos elaboram um nível mais complexo de padrões sonoros da atividade musical. Segundo Schneider e McGrew (2012), “o processamento auditivo pode ser definido como a habilidade de detectar e processar informações significativas não verbais em sons” (p.131). Segundo esses autores esta não é uma boa definição porque ela pode causar confusão, a não ser que esteja se referindo ao som dos discursos ou ao som musical. O processamento auditivo (Ga) além de tratar sobre estas realidades também se refere as outras realidades sonoras. Existem dois equívocos sobre o Ga. Primeiro, embora o Ga necessite do estímulo sonoro o processamento não se refere ao estímulo em si mesmo, mas naquilo que o cérebro processa após receber tal informação sonora, às vezes muito depois que o estímulo sonoro foi ouvido (Beethoven compôs seus melhores trabalhos depois de surdo, imaginando como os sons ficariam se fossem organizados como imaginara). Segundo equívoco é que o Ga é a compreensão da linguagem oral, um erro comum de interpretação acerca desta característica. É verdade que um aspecto do Ga está relacionado com a linguagem oral mas apenas como um precursor de sua compreensão ou não compreensão, isso não significa que esta compreensão se dá por causa do Ga, mas oferece condições para a compreensão no campo específico da linguagem (Schneider & McGrew, 2012).

Outro fato presente no estrato II presente neste estudo, além do Processamento Auditivo (Ga) é a Inteligência Fluida (Gf). A Gf refere-se como a capacidade do indivíduo raciocinar diante de situações que lhe são novas, o indivíduo realiza operações mentais que não estão automatizadas, essa

capacidade está associada a baixa influência dos componentes culturais ou conhecimentos prévios, ou seja, é a capacidade de compreender e reorganizar informações ou conceitos abstratos aparentemente distintos e não imediatamente óbvios, caracteriza-se principalmente de conteúdo não verbal (Flanagan & Ortiz, 2001; Pessoto, 2011). Diferentemente, a Inteligência Cristalizada (Gc) está voltada para a habilidade de aplicação de definições que foram adquiridas anteriormente, bem como sua extensão e profundidade; ou seja, a participação dos componentes culturais ou conhecimentos prévios são de absoluta importância nesta definição, está relacionada a maioria das atividades escolares porque está associada à capacidade de raciocínio que fora adquirida pela imersão no conhecimento de conteúdo verbal (Schellini, 2006; Pessoto, 2011).

A inteligência fluida torna-se um processo de suma importância no presente estudo ao lado da teoria piagetiana. Se por um lado Piaget trouxe a reflexão acerca do processo de maturação cognitiva via raciocínio lógico-matemático ao longo do curso do desenvolvimento, por outro o modelo CHC aponta mais precisamente os fatores que envolvem o raciocínio. São os fatores presentes na Inteligência Fluida segundo Primi (2002), Schellini (2006) e Schneider e McGrew (2012) o a) Raciocínio Sequencial Geral (RG), b) a Indução (I), c) o Raciocínio Quantitativo (RQ) e o d) Raciocínio Piagetiano (RP). É preciso apontar com maior clareza teórica o motivo de altas correlações entre as provas piagetiana com os outros fatores da inteligência fluida (Schneider & McGrew, 2012), mas a ausência de reflexão teórica ou de apontamentos empíricos não são impeditivos que subjazem a realização do presente estudo, ao contrário, a presente pesquisa pode colaborar no apontamento de questões para se aprofundar na análise das correlações encontradas (entre as provas piagetianas e os aspectos da inteligência fluida).

O Raciocínio Sequencial Geral (RG) é o primeiro fator a ser apresentado, conforme descrição apontada no parágrafo anterior. O RG envolve tarefas que de alguma maneira requisitam o raciocínio dedutivo para a sua execução ou resolução, ou seja, a capacidade de formular conclusões ou descobrir novos passos de resolução a partir de mais de uma premissa lógica. Sobre a Indução (I) entende-se como a habilidade de observar um ou mais fenômenos e descobrir os princípios e regras subjacentes que os determinam. O sujeito pode avaliar um conjunto de estímulos para avaliar as regras comuns para inferir relações entre eles. As tarefas deste tipo de raciocínio podem se subdividir em descobertas de conceitos, seriação, tarefas de múltiplos exemplares, matrizes e analogias. Sobre o Raciocínio Quantitativo (RQ) mescla-se os princípios dos raciocínios indutivo e dedutivo, mas oferecendo a estes mecanismos de resolução dentro do campo das relações quantitativas da matemática principalmente em aritmética, sem tomar distância da álgebra, geometria e cálculos mais complexos. Em outras palavras, é o raciocínio voltado para as relações matemáticas, números e operações em que estejam envolvidos os constructos cognitivos comuns da Indução (I) e do Raciocínio Sequencial Geral (RG) (Primi, 2002; Schellini 2006; Schneider & McGrew, 2012). Sobre

o Raciocínio Piagetiano (RP) é preciso analisar alguns pontos importantes no estudo do escopo teórico-científico da Inteligência Fluida. Segundo Schneider e McGrew (2012), não existem ainda evidências que caracterizem pontualmente os motivos das correlações entre as provas piagetianas e a Inteligência Fluida, e como elas podem contribuir para a formulação teórica do modelo CHC, tão pouco pode-se afirmar que essas correlações sempre podem ocorrer.

A corrente desenvolvimentista de estudo da cognição, aponta para características semelhantes à corrente psicométrica no que tange à inteligência Fluida e Cristalizada. Perrenoud (1997) aponta que a competência é alcançada por dois princípios, no primeiro quando alguém domina com rapidez e segurança situações comuns e isso ocorre porque o indivíduo possui à sua disposição esquemas capazes de entrar imediatamente em ação, sem a necessidade de reflexão da realidade em que está inserido; e segundo, quando esse indivíduo também é capaz de perceber os esquemas de resolução que possui e conscientemente eleger ou combinar esquemas diferentes diante de uma situação nova, isso mediante a necessidade de uma razoável atitude reflexiva. Ou seja, a competência é adquirida por intermédio do conhecimento e a capacidade de mobilização de conhecimento necessários para o enfrentamento de situações ordinárias. Segundo Primi (2003), estes princípios de aquisição de competência assemelham-se prontamente com os conceitos de Inteligência Fluida (Gf) e Inteligência Cristalizada (Gc) respectivamente como fora apresentado. Essa aproximação entre a psicogenética piagetiana e o modelo de inteligência da Psicometria, realizada por Primi (2001), é relevante por dois motivos: 1) por não serem mutuamente excludentes e 2) porque ambas apontam para possibilidades de interlocuções teóricas capazes de oferecer análise de resultados por seus respectivos instrumentos de forma próxima, apesar de serem correntes de princípios epistemológicos diferentes.

No fim desta seção é possível apontar, que a reflexão teórica construída até neste ponto, teve o objetivo de apresentar justificativas fundamentadas sobre as decisões de pesquisas tomadas para este estudo. Essa construção serve como fonte de colaboração para o aprofundamento reflexivo baseados nos indícios encontrados em seus resultados. O perfil do sujeito de pesquisa e suas características cognitivas ligadas à atividade do raciocínio lógico-matemático e à atividade musical mostra a possibilidade de interlocução destes campos no nível teórico. Por outro lado, a eminente condição de diálogo existente entre as linhas de fundamentação contidas nos instrumentos utilizados no sujeito deste estudo abre possibilidades de verificação empírica.

REFERÊNCIAS ²

- Almeida, L. S. (1988a). *Teorias da inteligência*. Porto: Edições Jornal de Psicologia.
- Almeida, L. S. (1988b). *O Raciocínio diferencial dos jovens*. Porto: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Assumpção, A.L.M., & Oliveira, P.A. (2011). O ensino da matemática e o desenvolvimento do raciocínio lógico: um estudo introdutório. In *XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brasil. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1335/894
- Bellini, M & Kato, L.(2009). Conrad Hall Waddington: Uma descrição para a interface entre a Biologia teórica e a Matemática. *Encontro Nacional de pesquisa em educação em ciências*. Florianópolis, Santa Catarina. Recuperado em 19 de novembro de 2014, de <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/580.pdf> >
- Beyer, E. (1988). *A abordagem cognitiva em Música. Uma crítica ao ensino da Música a partir da teoria de Piaget*. Dissertação de mestrado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Beyer, E. (1995) Os múltiplos desenvolvimentos cognitivo-musicais e sua influência sobre a educação musical. *Revista da ABEM*. 2(2)53-6. Recuperado em 18 de setembro de 2014, de http://www.abemeducaacaomusical.org.br/Masters/revista2/artigo_6.pdf
- Bringuier, J. C. (1978). *Conversando com Jean Piaget*. Rio de Janeiro/São Paulo: Difel
- Bromberg, C., & Abdounur, O.J.(2011). A Matemática e Documentos Musicais Italianos do século XVI. In *Anais do IX simpósio de história da Matemática*. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de http://www.each.usp.br/ixsnhm/Anaisixsnhm/Comunicacoes/1_Bromberg_C_Matem%C3%A1tica_e_Documentos_Musicais_Italianos_do_s%C3%A9culo_XVI.pdf
- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities: a survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.

² De acordo com o estilo APA- *American Psychological Association*.

- Cogo-Moreira, H., de Avila, C.R.B., Ploubidis, G.B., & Mari, J.D.J. (2013). Effectiveness of Music Education for the Improvement of Reading Skills and Academic Achievement in Young Poor Readers: A Pragmatic Cluster-Randomized, Controlled Clinical Trial. *PLoS ONE* 8(3): e59984. doi:10.1371/journal.pone.0059984
- Copi, I. M. (1978). *Introdução à Lógica* (2a ed.). São Paulo, SP: Mestre Jou
- Cunha, N. (2008). *Matemática e Música: Diálogo Interdisciplinar*. Editora Universitária UFPE, Recife
- Deckert, M. (2006). *Construção do conhecimento Musical sob uma perspectiva Piagetiana: Da Imitação à Representação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- Flanagan, D. P. & Ortiz, S. O. (2001). *Essentials of cross-battery assessment*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Flanagan, D. P., McGrew, K. S. & Ortiz, S. O. (2000). *The Wechsler Intelligence Scales and Gf-Gc Theory: a contemporary approach to interpretation*. Boston: Allyn & Bacon.
- Flavell, J.H.(1975). *A Psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget*. São Paulo: Pioneira
- Horn, J. H. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In K. S. McGrew, J. K. Werder, & R. W. Woodcock (Eds.), *WJ-R Technical Manual* (pp. 197-245) Allen, TX: DLM.
- Justi, L. do A. M. (2011). *Integração de abordagens da teoria e da prática em escolas de música através das representações do fazer musical. Um estudo de caso: O Curso de Formação Inicial da Escola de Música Villa-Lobos no Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Música, Centro de Letras e Artes, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- Kebach, P. F. C.(2008). *Musicalização coletiva de adultos: o processo de cooperação nas produções musicais em grupo*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- Kline, M. (1967). *Mathematics for the Nonmathematician*. New York: Dover Publications
- La taille, Y.A. (1996). Indisciplina e o sentimento de vergonha. *Indisciplina na escola: Alternativas teóricas e práticas*. In J. G. Aquino (org.). São Paulo: Summus.

- Leinig, C.E. (2009). *A música e a ciência se encontram: um estudo integrado entre a música, a ciência e a musicoterapia*. Curitiba: Juruá
- Loureiro, A.M.A. (2010). *O ensino da música na escola fundamental*. (7a ed). Campinas, SP: Papirus
- McGrew, K. S. (1997). Analysis of the major intelligence batteries according to a proposed comprehensive Gf-Gc framework. In D. P. Flanagan, J. L. Genshaft, & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 151–179). New York: Guilford.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*. 37 (1) 1-10
- Ministério da Educação e Cultura (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. (2a ed). Brasília, DF:MEC/SEF
- Moraes, Z.O. (1999). *Psicogênese do som e do ritmo a luz da teoria do desenvolvimento de Piaget, um estudo de caso*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Mortari, C. A.(2000). *Introdução à lógica*. São Paulo, SP: UNESP.
- Novaes, C.F.(2006). *Uma Abordagem Físico-Matemática das qualidades Fisiológicas do Som*. Recuperado em 26 de agosto de 2014, de: <http://www.mat.ufg.br/bienal/2006/poster/cailey.pdf>
- (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2012a), *Relatório Nacional PISA 2012: resultados brasileiros*. ISBN 978-85-63489-17-3. Recuperado em 15 de janeiro de 2015, de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/PISA/resultados/2014/relatorio_nacional_PISA_2012_resultados_brasileiros.pdf
- (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2012b). *Matrizes de avaliação de Matemática: PISA 2012*. Recuperado em 15 de janeiro de 2015, de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/PISA/marcos_referenciais/2013/matriz_avaliacao_matematica.pdf
- Peretz, I. & Zatorre, R. (2005) Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*. 56, 89-114
- Perrenoud, P. (1997). *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: Artes Médicas

- Pessoto, F. (2011). *Investigação das relações entre inteligência e habilidade musical*. Dissertação de mestrado, Universidade São Francisco, Itatiba, SP. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de <http://www.usf.edu.br/galeria/getImage/385/518687215375685.pdf>
- Piaget, J. (1964). Cognitive Development in Children. *Journal Of research in Science teaching*, 2 (3) 176-186
- Piaget, J. (1971a) *A Formação do Símbolo na Criança. Imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. (A. Cabral, trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 1971.
- Piaget, J. (1971b). *Ensaio de Lógica operatória*. (M. A. Almeida, trad.). Porto Alegre, RS: Editora Globo
- Piaget, J. (1973). *Estudos Sociológicos*. (R. Piero, trad.). Rio de Janeiro: Companhia Editora Forense
- Piaget, J. (1982). *O nascimento da inteligência na criança*. (4.ed.). Rio de Janeiro: Zahar
- Piaget, J. (1997). *Seis Estudos de Psicologia*. (22a ed.). Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Piaget, J. (2002). *Epistemologia genética*. (2a ed.). (A. Cabral, trad.). São Paulo: Martins Fontes
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1978). *A Psicologia da criança*. (O.M. Cajado, trad.). Rio de Janeiro: Difel
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1978). *A Psicologia da criança*. (O.M. Cajado, trad.). Rio de Janeiro: Difel
- Poincaré H. (1996). *A invenção Matemática. Investigar para aprender matemática*. Abrantes, L. C. Leal, & J. P. Ponte (Eds.) (pp. 7-14). Lisboa: Projecto MPT e APM
- Primi, R. (2002). Inteligência fluida: definição fatorial, cognitiva e neuropsicológica. *Paidéia*. 12(23) 57-75. Recuperado em 16 de dezembro de 2014 de <http://www.scielo.br/pdf/paideia/v12n23/05.pdf>
- Primi, R. (2003). Inteligência: Avanços nos modelos teóricos e nos instrumentos de medida. *Avaliação Psicológica*. 2(1). ISSN 2175-3431

- Primi, R; Santos, A.A.A; Vendramini, C.M; Taxa, F; Muller, F.A; Lukjanenko, M. & Sampaio, I.S. (2001). Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes Definições dos Mesmos Construtos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. 17 (2)151-159
- Schelini, P.W. (2006). Teoria das inteligências fluida e cristalizada: início e evolução. *Estudos de Psicologia*. 11(3) 323-332
- Schellenberg, E.G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*. 98(2) 457-468
- Schneider, W. J., & McGrew, K. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In, D. Flanagan & P. Harrison (Eds.). *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (3rd ed.) (p. 99-144). New York: Guilford.
- Silva, C.C.; Vasconcelos, E. V.; Paiva, D. P. & Moura, A.O. (2012). *A Matemática Pitagórica*. Seminário de MAT232/2012-I. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- Sloboda, J. (2008). *A mente musical: Psicologia Cognitiva da Música* (B. Ilari & R. Ilari, trads.). Londrina: EDUEL
- Sternberg, R. J. & Smith, C. A. (1981). The evolution of theories of intelligence. *Intelligence*. 5, 209-230.
- Waddington, C.H. (1976). *Hacia una biología teórica*. Madrid: Alianza Editorial

4 O TESTE DAS MATRIZES DO RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO PARA ADOLESCENTES

4.1 INTRODUÇÃO

Para compreender o conceito de raciocínio lógico-matemático é importante a apresentação de dois conceitos que estão presentes na expressão, o raciocínio e a lógica. Sobre o raciocínio Mortari (2000) diz que “raciocinar significa fazer inferências” (p.19). E fazer inferências consiste em manipular informações com o intuito de se fazer conexões entre as pré-existentes e as novas, ou seja, é a capacidade de reordenar os pensamentos através de desencadeamentos de informações, priorizando uns e desfazendo-se de outros, analisando tudo aquilo que possibilite a formação ou criação de novas informações (Assumpção & Oliveira, 2011). Num diálogo entre os conceitos intrínsecos da expressão raciocínio-lógico, podemos definir a lógica como o campo propício de se estudar métodos e princípios capazes de fazer distinção entre o raciocínio que está correto do raciocínio incorreto (Copi, 1978). Desta forma, pode-se entender que a lógica consiste nos princípios de validação do raciocínio, ou seja, que ao fazer inferências, raciocinar, é preciso validar o que fora organizado e para isso aplica-se a lógica. Entende-se raciocínio lógico-matemático como a capacidade de se fazer inferências lógicas em situações que requerem conhecimento matemático. O conhecimento matemático é compreendido como a capacidade individual de formular, empregar e interpretar o raciocínio matemático em contextos variados. Isso inclui a utilização de conceitos, de procedimentos, de fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos (OCDE, 2012a). Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) o conhecimento matemático se faz presente no cotidiano ou nas pesquisas científicas pela quantificação do real, pela contagem, medição de grandezas e no desenvolvimento das técnicas de cálculo com esses sistemas.

Na construção de um instrumento de avaliação psicológica capaz de mensurar o raciocínio lógico-matemático, independente do sujeito em questão, o estudo da inteligência mostra-se um fator de grande relevância para se alcançar resultados precisos e fidedignos à capacidade do respondente. Pasquali (2009) afirma que o desempenho acadêmico talvez seja o critério de validade mais utilizado para testes de inteligência; contudo, a observação do rendimento escolar ou o número de prêmios obtidos pelo estudante no decorrer do ano possuem aspectos que contêm forte conotação subjetiva. Diante desta constatação torna-se importante elaborar um instrumento com capacidade de mensurar a resolutividade de problemas em matemática com boas propriedades psicométricas para uso no desenvolvimento de pesquisas ou mesmo na clínica escolar.

Para discutir acerca da educação no Brasil, especificamente no que tange à matemática, torna-se importante retomar alguns aspectos oriundos das avaliações nacionais e internacionais que propõem princípios a serem avaliados. No que se refere ao Ensino Médio, duas avaliações nacionais merecem destaques, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Outra avaliação de caráter internacional e de ampla participação no Brasil, que revela características importantes sobre as capacidades cognitivas dos estudantes do ensino médio em matemática é o (*Programme for International Student Assessment*) PISA. Essas avaliações utilizam-se da resolução de situações-problema desafiadoras como itens de avaliação do conhecimento matemático. Uma situação-problema é compreendida como uma situação devidamente contextualizada que requer uma solução adequada capaz de mobilizar no respondente habilidades adquiridas pelo conhecimento matemático. Habilidade como refletir sobre possíveis soluções, resultados, conclusões e interpretações de cunho matemático. Para tanto, o indivíduo deve transitar em raciocínios e soluções, revendo-os dentro do problema devidamente contextualizado, e deve ser capaz de determinar se os resultados fazem sentido e são razoáveis à situação problematizada (OCDE, 2012a).

Sobre as formas de avaliação do conhecimento matemático pode-se pontar para as três avaliações que compõem o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb), (a) A Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA), (b) Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) que avalia estudantes do 3º ano do Ensino Médio por amostragem, cujo os resultados serão apresentados nesta investigação e a (c) Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc - também denominada "Prova Brasil") que avalia de forma censitária estudantes das séries iniciais e finais do Ensino Fundamental. Segundo o Plano de Desenvolvimento da Educação Básica (Inep, 2011a) que versa sobre as matrizes de referência para o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) do 3º ano do Ensino Médio, quatro temas principais subsidiam o detalhamento dos descritores que são avaliados em cada edição, o primeiro tema tem como título "Espaço e Forma", o segundo, "Grandezas e medidas", o terceiro tema "Números e Operações/Álgebra e Funções" e o último "Tratamento da Informação", todos estes temas estão focados na resolução de problemas matemáticos que fornecem situações desafiadoras, nas quais o conhecimento possa ser aplicado. Esse entendimento, segundo o Plano de Desenvolvimento da Educação Básica (Inep, 2011a) é o caminho capaz de oferecer significado ao conhecimento em matemática com o objetivo de se obter indicadores nacionais para a avaliar da qualidade da educação.

O *Programme for International Student Assessment* - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) é uma avaliação que se utiliza de amostragem, assim como ocorre com o Saeb. Enquanto o Saeb avalia os alunos séries específicas da educação básica, no caso do Ensino Médio somente o terceiro ano; o PISA, por sua vez, avalia estudantes a partir dos 15 anos de idade,

compreendida como idade de corte para possibilitar a comparação entre alunos de diferentes países. No Brasil, um estudante de 15 anos de idade equivale ao aluno que se inicia no oitavo ano, o PISA avalia estudantes a partir dos 15 anos, o que equivale apontar para todos os que cursam o Ensino Médio incluindo os alunos do oitavo e nono ano. O objetivo principal é levantar indicadores capazes de contribuir para a reflexão da qualidade do ensino dos países participantes, avaliando até que ponto as instituições educacionais contribuem para a formação integral do jovem para ingressá-lo como cidadãos, da melhor forma possível, no ordinário da sociedade contemporânea. Sobre as matrizes de referência, o PISA se fundamenta sobre a ideia de letramento em matemática. O PISA define letramento matemático como a capacidade de comunicar, representar, argumentar matematicamente, utilizar-se de linguagem e operações simbólicas formais e técnicas, e ainda, utilizar das ferramentas matemáticas disponíveis para orientar o raciocínio (matematizar). Essas capacidades são avaliadas dentro de contextos pessoais, sociais, científicos e ocupacionais. Os conteúdos contextualizados versam sobre quantidade, incertezas e dados, mudanças e relações, e por último, espaço e forma. O PISA ainda distingue seis níveis de dificuldades baseados nestes princípios, quanto maior o nível, mais complexas as relações (processo matemático, contexto e conteúdo) e exigências avaliativas do letramento (OCDE, 2012b).

Ao analisar as matrizes de referências de avaliação do Saeb e do PISA em proximidade com o Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa), observa-se divergências e confluências. Em ambos os modelos verifica-se a presença das construções aritméticas, algébricas, de probabilidade, de dados estatísticos, de análise combinatória e o do estudo da geometria como pontos a serem avaliados e contextualizados dentro de situações-problema em que será requisitado do jovem a melhor maneira de resolvê-los, levando em consideração, para este fim, o acesso aos axiomas construídos dentro do espaço escolar. Desta forma, estes modelos além de avaliarem a capacidade individual dos estudantes, também conseguem captar a capacidade de ensino das escolas e com isso oferecem dados para a reflexão das políticas públicas educacionais. A elaboração do TRMa, proposta neste estudo, possui em comum com o Saeb e o PISA a avaliação das capacidades individuais e alguns itens das matrizes de avaliação em Matemática (aritmética, geometria e análise combinatória), mas se distancia da proposta de avaliar os sistemas educativos em que os alunos são expostos.

O resultado, em matemática, do Saeb apontados pela Aneb para o 3º ano do Ensino Médio em 2007 foi 272,89; em 2009 foi de 274,72; e em 2011, foi de 274,83 (Inep, 2011b). Compreende-se que, em matemática, o resultado apresentou estabilidade no período considerado, a diferença entre os anos estudados foi muito pequena. Este resultado, pode ser entendido como claro indicador que há uma dificuldade considerável do sistema de ensino em transmitir de forma qualitativa os conteúdos das matrizes de referência em matemática (Castro, Torres & França, 2013), que não engloba toda a matriz

de referência apontada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), já que estes resultados se mantêm num nível ainda baixo. Do ponto de vista da capacidade avaliativa do Saeb é possível afirmar que o este sistema reúne condições que se torna possível reconhecê-lo como um sistema de avaliação de desempenho dos estudantes da rede do ensino médio brasileiro, sem desconsiderar os limites sobre o conceito de qualidade inerentes nas avaliações em seus resultados e a possibilidade de não colaborar para um ensino não democrático, diante do uso que se possa fazer destas mensurações; mas, ainda assim, é inegável que uma das dimensões da qualidade do ensino médio é retratada de forma confiável pelo Saeb (Souza, 2011).

Já ao avaliar o desempenho dos alunos em seis níveis de competência, o PISA aponta os dois primeiros (1 e 2) como insuficientes, os dois seguintes (3 e 4) como adequados e os dois últimos (5 e 6) como avançados. A preocupação com o resultado brasileiro do PISA é concreta, pois ao somar os percentuais dos níveis insuficientes, obtêm-se, em 2012, 87,4% para Matemática e 84,4% em Ciências, evidencia-se que são muito semelhantes aos resultados da prova de 2009, 88,1% e 83,0%, respectivamente (OCDE, 2012b). O número de estudantes com desempenho avançado em Matemática ou Ciências foi pequeno, assim como a comparação entre os exames de 2009 e 2012 se observada a distribuição nos níveis. O que se pode concluir dos resultados das duas avaliações apontadas (PISA e Saeb), de forma geral, é que nos últimos anos não houve melhoras significativas e que o debate sobre a qualidade do ensino em matemática é de extrema importância para a reflexão do sistema educacional atualmente.

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) também é apontado como uma importante avaliação do sistema educacional brasileiro, mas este se diferencia das avaliações do Saeb em alguns pontos. Enquanto o Saeb avalia individualmente os alunos procurando, com esta iniciativa levantar dados sobre o sistema de educação que as escolas têm desenvolvido, o Enem avalia individualmente os alunos concluintes e egressos sem a prerrogativa de avaliar o sistema educacional. A presença dos egressos do ensino médio é uma variável destoante do Saeb. Outro ponto de diferença reside na forma de participação dos estudantes, enquanto o Saeb, pela Aneb, é uma avaliação por amostragem; no Enem a participação é voluntária, não se tem controle sobre a adesão dos estudantes concluintes ou egressos ao exame, portanto seus resultados não podem ser correlacionados com a qualidade das escolas no ensino médio, como é feito com o Saeb (Souza, 2011).

Outra avaliação em que os estudantes do Ensino Médio são submetidos desde de 2005 é a Olimpíada Brasileira de Matemáticas das Escolas Públicas (OBMEP), na qual os alunos só participam quando a escola se candidata. No Brasil, em 2013, a participação foi de 99,3% dos municípios brasileiros. Nos últimos anos as provas da OBMEP especificaram suas questões em três áreas do conhecimento matemático, aritmética, análise combinatória e geometria em todos os níveis avaliados (nível 1- sexto e sétimo ano, nível 2 – oitavo e nono ano e nível 3- todos os anos do ensino médio).

Os objetivos da Olimpíada, entre outros, são o de promover o desenvolvimento de mecanismos de ensino na área de matemática nas escolas públicas (envolvendo os professores no processo) e o de identificar jovens talentos na rede pública com o intuito de inseri-los nas áreas científicas e de tecnologia (OBM, 2015). Por causa da metodologia utilizada de participação da OBMEP, o resultado não é um bom indicador da qualidade do ensino médio quando comparada ao Saeb e o PISA, por causa do forte peso dado ao talento individual no processo.

Para a construção do Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa), foi levado em consideração as três áreas de domínio matemático conforme encontrado na OBM (2015), a saber, a análise combinatória, a geometria e a aritmética, isso se justifica por duas razões. A primeira por entender que estes conteúdos perpassam as matrizes de conteúdo presentes nas outras avaliações nacionais, assim, o TRMa fica alinhado à proposta brasileira de formação no que tange à construção do conhecimento matemático. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) refletem acerca do conhecimento matemático que se faz presente tanto no cotidiano como nas pesquisas científicas pela quantificação, pela contagem, medição de grandezas e no desenvolvimento das técnicas de cálculo. A Segunda razão reside no fato que o TRMa se aporta na psicogenética piagetiana, na caracterização do perfil das capacidades cognitivas do adolescente, para responder questões típicas do uso do raciocínio matemático das áreas de conhecimento oriundas da OBM, independente da instituição de ensino que este esteja matriculado. Outro ponto importante na elaboração dos itens do TRMa se refere ao método de abordagem por situações-problemas, método também encontrado nas avaliações nacionais (Aneb, OBM e Enem) e de caráter internacional (PISA).

A viabilidade em construir instrumentos de avaliação educacional está na diversidade de objetivos que os instrumentos possuem, os instrumentos construídos pelo governo têm especificamente o intuito de levantar dados sobre a qualidade da educação para a possibilidade de revisão e análises de políticas públicas sobre o tema, com forte conotação econômica-administrativa. Contudo, no campo da Avaliação Psicológica o que se busca é a mensuração de traços latentes do indivíduo ou grupos, bem como avaliar a capacidade da intervenção na estrutura ou reestruturação dos traços avaliados, sem que isso signifique a marcação de metas a serem cumpridas. Assim, verifica-se que a construção de instrumentos de avaliação é uma tarefa trabalhosa e muito complexa, por outro lado, a construção de instrumento de qualidade é extremamente necessária para oferecer mecanismos seguros aos profissionais, como referência, em partes específicas do processo de avaliação psicológica (Couto & Primi, 2011).

A existência de instrumentos capazes de oferecer condições de análise sobre a avaliação do raciocínio lógico-matemático é importante para o desenvolvimento de pesquisas na área, bem como colaborar para reflexão teórica e empírica para a comunidade acadêmica e clínica no trato do raciocínio. Por isso o uso de metodologia de estudo do instrumento deve estar também de acordo com

as avaliações que são utilizadas atualmente. Em Nota Técnica do Ministério da Educação (2011) sobre a Teoria de Resposta ao Item (TRI), encontra-se referência sobre seu uso em avaliações nacionais. Após 1995 foi implementado em outras avaliações como o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA), Prova Brasil e o Enem. A decisão de usar a TRI na correção do Enem teve dois objetivos principais: (1) comparar os resultados entre os anos que foram aplicados e (2) aplicar o Exame várias vezes ao ano com a finalidade de verificar a eficácia do ensino baseado em seu banco de questões. A Nota Técnica (2011) também afirma que ao se comparar dois estudantes que foram submetidos ao mesmo exame com a mesma nota, pode-se verificar escores diferentes em sua proficiência dada pela TRI, porque esta técnica leva em consideração o padrão de respostas do estudante e não somente o somatório de acerto e erro.

A área de avaliação educacional tem demonstrado grande interesse de aplicar técnicas oriundas da TRI. Existem algumas vantagens no uso dessas técnicas em detrimento da Teoria Clássica, porque a TRI permite comparações entre populações amostrais desde que estas sejam submetidas a provas que tenham, no mínimo, alguns itens em comum. É possível ainda a comparação de indivíduos da mesma população que tenham sido submetidos a provas completamente diferentes umas das outras. Isto se torna possível porque as técnicas da TRI estão fundamentadas na análise dos itens e não na população. Sob este prisma, inúmeras questões de interesse educacional conseguem ser respondidas com esta metodologia. Entre outras possibilidades, é possível, por exemplo, avaliar o desenvolvimento de um estudante dum ano escolar para outro ou comparar o desempenho de alguma disciplina entre escolas de mesma categoria ou de categorias diferentes (Andrade, Tavares, & Valle, 2000).

Pasquali (2009) descreve a Teoria de Resposta ao Item (TRI) como uma função entre o escore total dado por um participante frente aos itens respondidos e os traços latentes apresentados pelo participante. A compreensão de traço latente, proficiência ou habilidades é hipotetizada a partir das respostas dadas que revelam o nível do traço apresentado pelo participante. A função resultante é chamada de Função Característica do Item ou Curva Característica do Item. Assim configura-se as relações matemáticas, o traço latente ou fenômeno psicológico medido pelas respostas no teste é representado pela letra θ e a probabilidade de acerto ao item (i) proposto no teste é dado pela letra P_i , assim a função é determinada $P_i(\theta)$. Na representação gráfica da curva, o eixo das ordenadas é dada pela probabilidade P_i e o no eixo das abcissas é dado o nível do traço latente (θ) (Muniz, 1990; Baker, 2001; Pasquali, 2009; Couto & Primi, 2011).

4.2 MÉTODO

4.2.1 Participantes

O primeiro estudo desta pesquisa contou com 41 participantes da cidade do Recife/PE (54%) e da cidade de Teófilo Otoni/MG, cuja estratégia de captação para a composição da amostra foi acidental ou não-probabilística (Sarriá, Guardiã, & Freixa, 1999), isto é, de acordo com a conveniência, considerando aqueles que se dispuserem em participar do estudo. Os participantes eram de ambos os sexos (53,7% do sexo feminino), com idades entre 14 e 18 anos (Média = 15,6; DP = 1,44) e com diferentes graus de escolaridade (22% no nono ano, 24,4% no primeiro ano do ensino médio, 14,6% no segundo ano, 31,7% no terceiro ano e ainda 7,3% que já iniciaram o curso de nível superior). Responderam de forma espontânea preferir Matemática como matéria que mais gosta de estudar 19,5% dos participantes. Se considerar matérias comuns a área de exatas (Química e Física), 34,2% dos participantes afirmaram gostar desta área. Na questão estimulada, sobre gostar ou não de matemática 61% afirmaram ter algum tipo de predileção por esta disciplina.

4.2.2 Instrumentos

O primeiro instrumento aplicado foi um questionário com informações de cunho socioeconômico com questões sobre escolaridade, idade, sexo, tipo de escola que estuda, preferências quanto a matérias ensinadas na escola e questões de cunho qualitativo referentes a auto avaliação de caráter subjetivo sobre o desempenho escolar. As questões podem ser verificadas no APÊNDICE A.

O instrumento de avaliação psicológica sobre o raciocínio lógico-matemático – Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescente (TRMa) - é constituído por 06 (seis) questões levando em consideração os três eixos temáticos que possuem maior destaque nas Olimpíadas Brasileira de Matemática em suas últimas edições: a aritmética, os princípios da análise combinatória e a geometria. As questões apoiam-se na resolução de situação problema contextualizadas cuja resolução depende do raciocínio matemático, método presente nas avaliações nacionais e internacionais no cotidiano escolar dos adolescentes. Os itens construídos para o instrumento foram extraídos, adaptados e/ou reformulados a partir dos cadernos de exercícios ou banco de dados da Olimpíada Brasileira de Matemática disponíveis no site

(<http://www.obm.org.br/opencms/>). Para cada item foram apresentadas cinco alternativas divididas em graus de dificuldades conforme avaliação dos conteúdos mobilizados para sua resolução, na qual, apenas uma responderia corretamente a questão. Foram elaborados dois itens para cada eixo temático das matrizes curriculares elencadas. O instrumento pode ser verificado integralmente no APÊNDICE B deste documento.

4.2.3 Procedimentos

No primeiro momento da pesquisa, foi requisitado para o adolescente que encaminhasse para os responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme estabelecido e autorizado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Após a assinatura dos pais ou responsáveis autorizando a participação o adolescente era esclarecido sobre as etapas da pesquisa e lhe era requisitado a assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), também conforme estabelecido e autorizado pelo comitê de ética da UFPE. Os dois documentos podem ser analisados na íntegra nos APÊNDICES C e D respectivamente. Para responder o TRMa foi orientado aos participantes que apenas uma alternativa estaria correta e que esclarecimentos sobre as questões não seriam fornecidos. As respostas foram arquivadas em ficheiro do Excel e analisados pelo *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 20) considerando o número de respostas corretas. Para analisar os resultados, primeiro foi investigada a estrutura fatorial do instrumento, esperando-se a obtenção de uma estrutura unifatorial. Em seguida, a precisão do fator obtido foi investigada por meio do coeficiente de *Kuder-Richardson*. Por fim, foram realizadas análises pelo modelo de *Rasch* da Teoria de Resposta ao Item (TRI). Os resultados acompanhados da discussão são apresentados a seguir.

4.2.4 Resultados e Discussão

Para o uso da Análise Fatorial Exploratória, quanto maior for a amostra, mais efetivos serão seus resultados. Contudo, esta é uma pesquisa de caráter exploratório, cujo objetivo é o de aperfeiçoamento do instrumento em análise. Por isso, foi considerado relevante observar os indícios fatoriais que o instrumento foi capaz de captar nesse primeiro momento de análise de seus resultados.

Neste caso, considerando-se o baixo número de sujeitos, tomou-se a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), como uma referência para o prosseguimento da análise fatorial. Observou-se um KMO de 0,667, considerado aceitável por Maroco (2007). Juntamente com o KMO o Teste de Esfericidade de *Barlett* apontou para a rejeição da hipótese nula (significância $< 0,05$), confirmando que a matriz de correlações é significativamente diferente de uma matriz identidade, sugerindo que há correlações suficientes entre os itens para a realização da análise fatorial.

Assim, uma análise fatorial exploratória foi implementada no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0 para *Windows*, extraíndo-se os fatores por Fatoração dos Eixos Principais e rotação oblíqua. Dois fatores foram encontrados com *eigenvalues* iniciais acima de 1,0, o primeiro com *eigenvalues* igual a 2,32 e o segundo com 1,26. No entanto, quando a matriz é rotada o *eigenvalue* do segundo fator fica abaixo de 1,0 (0,755, explicando 12,5% da variância total), enquanto o primeiro fator permanece com *eigenvalue* acima de 1,0 (1,94, explicando 32,4% da variância total). Isso indica que a solução unifatorial é a solução mais adequada para o estudo destes dados. Assim, apesar de o instrumento contemplar itens com conteúdo das três áreas de estudo da matemática (análise combinatória, aritmética e geometria), eles estão relacionados ao mesmo traço latente, relacionados ao raciocínio lógico-matemático, ou seja, a validação da capacidade de inferências em situações-problemas no campo do conhecimento matemático.

Com base nos dados obtidos, uma nova análise foi realizada, desta vez, com a imposição de extração de um único fator que foi capaz de explicar 38,7% da variância total. No entanto, estrutura dos fatores aponta para a necessidade de eliminação do item 5, que apresentou carga inferior a 0,3 no fator 1 (*ver Tabela 4.1*). Esse item versa sobre geometria, que requer um tipo de raciocínio diferente dos requisitados na solução dos demais itens instrumento, inclusive o do item 3, que também apresenta conteúdo voltado para a geometria.

No item 3 aparecem figuras de dados de quatro lados para o respondente recriar mentalmente sua estrutura geométrica com a finalidade dele inferir o número voltado para a mesa, ou seja, voltado para a parte inferior do dado que não aparece desenhada. Depois de encontrado o número, o segundo pedido foi para somar os valores apontados. O item 5, apresenta relógios voltados para o espelho e os ponteiros funcionam de forma reversiva do convencional, é perceptível os aspectos do raciocínio utilizado neste item não são os mesmos do item 3, apesar dos dois itens versarem sobre a mesma área do conhecimento matemático. Enquanto o item 3 trabalha a noção da figura em aspectos espaciais e requerer operação aritmética, o item 5 trabalha a noção de posição de ponteiros do relógio, sua reversibilidade numa estrutura de geometria plana e sem necessidade do uso de operações aritmética.

Tabela 4.1 – Estrutura Fatorial - *Factor Matrix*^a

	Fator
	1
mat04	,854
mat02	,686
mat01	,550
mat03	,379
mat06	,377
mat05	

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

a. 1 factors extracted. 13 iterations required.

Após determinação da solução unifatorial do instrumento e da exclusão do item 5, buscou-se levantar outra característica psicométrica do instrumento, a precisão. O cálculo do Coeficiente de *Kuder-Richardson* (fórmula 20), resultou num índice de 0,677. Esse índice pode ser considerado como bom, uma vez que o número de itens do instrumento é pequeno (apenas 5) e, mesmo assim, o valor obtido está acima do requerido pelo Conselho Federal de Psicologia, em sua resolução 002/2003.

Os dados também foram submetidos a uma análise com o Modelo *Rasch* da Teoria de Resposta do Item (TRI), que foi realizada por meio do *software Winsteps*, versão 3.69.1.6. Foi verificado o ajuste dos itens ao modelo empregado e verificada a distribuição da dificuldade dos itens em função do nível de habilidade no traço latente avaliado nos sujeitos. Para verificar o ajustamento dos itens ao modelo foram observados os valores referentes ao *infit* e *outfit*, que segundo Linacre (2002), devem estar entre 0,5 e 1,5 como indicativo de bom ajustamento, esses índices são indicadores dos itens e dos sujeitos ao modelo utilizado para análise, eles se referem às diferenças entre o valor observado e o esperado. Os dados referentes ao ajuste são apresentados na tabela seguinte (ver Tabela 4.2).

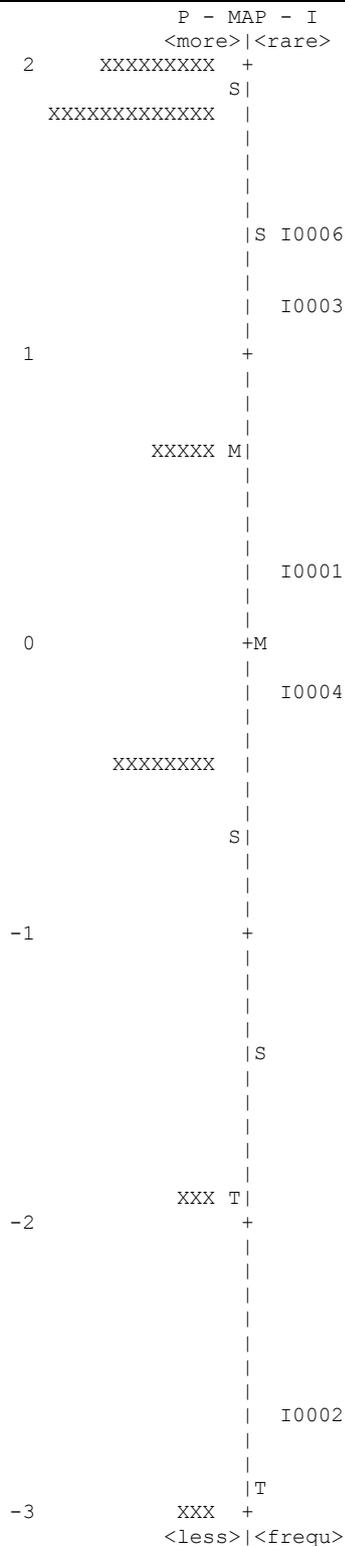
Tabela 4.2 - Ajuste do Modelo *Rasch* – TRI

Ent.	Tot.	Model			Infit		Outfit		PT-Medida		Corresp. exata	
Item	Esc.	N	Med.	S.E	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	Corr.	Exp.	OBS	EXP
6	20	41	1.38	0.44	1.10	0.6	1.77	1.8	0.6	0.66	72.4	72.9
3	21	41	1.19	0.43	1.15	0.8	1.65	1.7	0.6	0.66	69.0	73.3
1	26	41	0.24	0.44	1.15	0.7	1.12	0.5	0.63	0.67	69.0	75.4
4	28	41	-0.16	0.46	0.61	-1.9	0.47	-1.9	0.79	0.67	89.7	76.0
2	36	41	-2.65	0.78	0.67	-0.5	0.20	-0.5	0.72	0.65	93.1	93.0
M	26.2	41	0.0	0.51	0.93	-0.1	1.04	0.3			78.6	78.1
DP	5.7	0	1.45	0.13	0.24	1.0	0.62	1.4			10.5	7.5

Todos os valores encontrados referentes ao *infit* estão contidos no intervalo de 0,5 a 1,5, conforme esperado. A média foi de 0,93 (DP = 0,24). Os valores de *outfit* mostram que os itens 3 e 6 estão acima do valor máximo do intervalo (1,5), sendo de 1,77 para o item 6 e de 1,65 para o item 3. No entanto, os valores estão compreendidos entre 1,5 e 2,0, faixa considerada como improdutiva segundo Linacre (2002), mas não degradante para a medida. A média do *outfit* foi de 1,04 (DP=0,62). Diante dos valores encontrados considerou-se os itens adequados para o modelo da TRI. Outro ponto

de importância para o uso da TRI quanto aos itens é a possibilidade de verificar o nível de dificuldade dos itens em comparação com o nível de habilidade no traço latente apresentado pelos participantes da pesquisa. Essa relação pode ser observada no Mapa de Itens apresentado na Figura 1, a seguir.

Figura 1 – Mapa de Itens



A média do traço latente dos participantes ($\Theta=0,92$; $DP=2,02$) é maior que a média de dificuldade dos itens (centrada em zero por padrão do *software*), o que significa que o instrumento

apresentou nível de dificuldade abaixo da média de habilidade dos respondentes. O item 2 ($b=-2,65$) mostrou-se muito fácil, os itens 1 ($b=0,24$) e 4 ($b=-0,16$) ficaram aproximadamente 1 *logit* abaixo da média de habilidade dos sujeitos e somente os itens 3 ($b=1,19$) e 6 ($b=1,38$) ficaram acima da média de habilidade dos sujeitos. Esses dados sugerem que é possível a criação de novos itens para ocuparem os intervalos que podem ser observados na Figura 1 entre os itens considerados mais difíceis ao considerado mais fácil, com o intuito de melhorar o nível de adequação do instrumento ao nível de habilidade dos indivíduos. É possível perceber, que dentro de uma escala de dificuldade, o instrumento está funcionando adequadamente e seu estudo mostra-se promissor se levada em consideração a análise de criação de novos itens e o aumento do tamanho da amostra, estes dois cuidados podem melhorar sensivelmente o nível de precisão do instrumento.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado na seção inicial, as avaliações de caráter nacional que circundam o cotidiano escolar dos adolescentes (Enem e Saeb) utilizam de situações-problema como modelo básico de avaliação das competências matemática, de igual modo, o PISA de caráter internacional também foca suas questões sobre a capacidade de resolução de situações-problema dentro da perspectiva do letramento matemático. Os objetivos destas avaliações estão dentro de uma proposta orientada e consciente de avaliação de conteúdos oriundos da vivência escolar dos indivíduos, levando em consideração a capacidade intelectual de cada um. O Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa) está localizado no campo da Avaliação Psicológica, que não tem, necessariamente interesse direto de avaliação da vivência escolar dos indivíduos, haja vista, as diferenças que possuem os mais diversificados programas pedagógicos existentes no Brasil, o foco é a capacidade individual e as características psicométricas contidas no instrumento para uso em pesquisas e uso clínico. O estudo do TRMa se aproxima mais da proposta contida nas questões da Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) que buscam avaliar talentos individuais, procurando divorciar seu objetivo de avaliação de redes de ensino. Contudo, a OBM não possui preocupação com o tamanho do instrumento, características psicométricas, com a presença do efeito cansaço do respondente e se caracteriza sobretudo pelo caráter da competição, diferenças cruciais dos objetivos para a elaboração de um instrumento de pesquisa no campo da Avaliação Psicológica.

Com os resultados encontrados torna-se promissora a possibilidade de revisão deste instrumento, que é a de aumentar o número de itens capazes de articular diferentes níveis de dificuldades, conforme observado na análise da TRI, método também compartilhado na correção das

avaliações nacionais. Outra necessidade que se aponta é aumentar o número de participantes para melhorar a estabilidade dos dados no que tange à generalização. Verificou-se viável o uso básico de três áreas do conhecimento matemático, geometria, aritmética e análise combinatória, tal qual subdividem as questões da OBM. A adequação do instrumento à faixa etária é fruto da reflexão teórica oriunda da psicogenética piagetiana, com isso, mostrou-se interessante notar que as questões típicas da Análise Combinatória foram vistas como adequadas para serem incluídas no instrumento para adolescentes mesmo que este não tenha sido expostos a conteúdos escolares com essa temática. O raciocínio lógico-matemático é um processo cognitivo de altíssima relevância para diferentes estudos onde a cognição esteja elencada como objeto de pesquisa privilegiado, incluindo os mais diversificados ramos da educação, psicologia e matemática.

REFERÊNCIAS³

- Andrade, D.F.; Tavares, H.R. & Valle, R.C. (2000). Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações. SARESP. São Paulo: SP Recuperado em 01 de Outubro de 2014, de <http://www.ufpa.br/heliton/arquivos/LivroTRI.pdf>
- Assumpção, A.L.M., & Oliveira, P.A. (2011). O ensino da matemática e o desenvolvimento do raciocínio lógico: um estudo introdutório. In XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1335/894
- Baker, Frank (2001). The Basics of Item Response Theory. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, University of Maryland, College Park, MD.
- Castro, M. H. G.; Torres, H. G. & França, D. (2013). Os Jovens e o gargalo do ensino médio brasileiro. *1ª Análise SEAD*. São Paulo:SP. ISSN 2317-9953
- Copi, I. M. (1978). *Introdução à Lógica* (2a ed.). São Paulo, SP: Mestre
- Couto, G & Primi, R.(2011). Teoria de Resposta ao Item (TRI):conceitos elementares dos modelos para itens dicotômicos. 61(134)001-015. Recuperado em 01 de Outubro de 2014, de <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/bolpsi/v61n134/v61n134a02.pdf>
- (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [Inep], 2011a). *Matrizes de Referência de Matemática para o 3º ano do Ensino Médio*. Recuperado em 19 de Janeiro de 2015, de: <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/matrizes-de-referencia>
- (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [Inep], 2011b). *Resultados das edições anteriores*. Recuperado em 19 de Janeiro de 2015, de: <http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/planilhas-para-download>
- Linacre, J.M. (2002). What do Infit and Outfit, mean-square and standardized mean? *Rasch Measurement Transactions*. 16(2), 887
- Maroco, J. (2007): *Análise estatística com utilização do SPSS*. Lisboa, Edições Sílabo. Ministerio da Educação e Cultura (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. (2a ed). Brasília, DF: MEC/SEF

³ De acordo com o estilo APA- *American Psychological Association*.

Ministério da Educação e Cultura (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. (2a ed). Brasília, DF:MEC/SEF

Mistério da Educação e Cultura (2011). *Nota Técnica, assunto: Teoria de Resposta ao Item*. Recuperado em 03 de Outubro de 2014, de <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf

Mortari, C. A.(2000). *Introdução à lógica*. São Paulo, SP: UNESP.

Muñiz, J. (1990). *Teoría de respuesta a los ítems: Un nuevo enfoque en la evolución psicológica y educativa*. Madri: Ediciones Pirámide, S. A.

(Olimpíada Brasileira de Matemática [OBM], 2015). Recuperado em 19 de Janeiro de 2015, de: <http://www.obm.org.br/opencms/#>

(Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2012a), *Relatório Nacional PISA 2012: resultados brasileiros*. ISBN 978-85-63489-17-3. Recuperado em 15 de janeiro de 2015, de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/PISA/resultados/2014/relatorio_nacional_PISA_2012_resultados_brasileiros.pdf

(Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2012b). *Matrizes de avaliação de Matemática: PISA 2012*. Recuperado em 15 de janeiro de 2015, de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/PISA/marcos_referenciais/2013/matriz_avaliacao_matematica.pdf

Pasquali, L. (1997). *Psicometria: teoria e aplicações*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Pasquali, L. (2009). *Psicometria*. Rev Esc Enferm USP. 43(Esp) 992-999

Primi, R. (2010) *Avaliação Psicológica no Brasil: Fundamentos, Situação Atual e Direções para o Futuro*. Psicologia: Teoria e Pesquisa. Brasília. (26) 25-35

Sarriá, A., Guardiã, J., & Freixa, M. (1999). *Introducción a la estadística en Psicología*. Barcelona: Ediciones de la Universitat de Barcelona.

Souza, S.Z. (2011). *Ensino Médio: Perspectivas de Avaliação*. *Retratos da Escola*. 5(8)99-110

5 VALIDADE INCREMENTAL ENTRE O PROCESSAMENTO AUDITIVO E O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO.

5.1 INTRODUÇÃO

O Processamento Auditivo (Ga) é entendido como a habilidade cognitiva que depende do som como *input* e que o sujeito pode, cognitivamente, processar e controlar as percepções provenientes dos mesmos. Esse processamento possibilita analisar, compreender, manipular e sintetizar sons, grupos de sons e padrões sonoros (McGrew, 2009). Segundo o modelo CHC, Ga é a habilidade relacionada a *inputs* sonoros e, como proposto por Peretz e Zatorre (2005), essa habilidade, referente ao processamento de estímulos sonoros, é única e está presente na cognição de todos os indivíduos, diferenciando-se por meio de um refinamento de habilidades cognitivas específicas. Uma habilidade cognitiva implica “potencial de realização” para determinada área, como possuir certa facilidade em lidar com tarefas de um conteúdo específico. O investimento nessas tarefas resultaria na organização dos estímulos e estratégias utilizados para este propósito, culminando numa especialização da habilidade para determinado domínio o que elevaria a habilidade ao status de competência (Primi et al, 2001). O processamento auditivo, neste estudo, está contextualizado no âmbito da atividade musical que segundo Sloboda (2008) se diferencia em níveis de envolvimento: o nível da escuta, da execução e o da composição. O nível da composição envolve todos os processos cognitivos superiores da criatividade utilizando-se para isso de linguagem musical própria e registro em partitura. Já o nível da escuta parece tratar de uma tarefa passiva, mas o comportamento mental é rico e diverso, pois o produto desta tarefa é uma série de imagens mentais, sensações, de memórias e emoções incomunicáveis. O nível da execução refere-se a um indivíduo ou um grupo que interpreta musicalmente uma peça musical de forma consciente para outras pessoas, ou seja, os executores dão realidade às composições preexistentes. É este tipo de atividade musical que se investiga sua correlação com o raciocínio lógico-matemático, o envolvimento musical no nível da execução.

Outro conceito importante neste estudo é a definição de raciocínio lógico-matemático. Para compreender o raciocínio lógico-matemático é importante a apresentação de dois conceitos que estão presentes na expressão, o raciocínio e a lógica. Sobre o raciocínio Mortari (2000) diz que “raciocinar significa fazer inferências” (p.19). E fazer inferências consiste em manipular informações com o intuito de se fazer conexões entre as pré-existentes e as novas, ou seja, é a capacidade de reordenar os pensamentos através de desencadeamentos de informações, priorizando uns e desfazendo-se de outros, analisando tudo aquilo que possibilite a formação ou criação de novas informações (Assumpção & Oliveira, 2011). Num diálogo entre os conceitos intrínsecos da expressão raciocínio-

lógico, podemos definir a lógica como o campo propício de se estudar métodos e princípios capazes de fazer distinção entre o raciocínio que está correto do raciocínio incorreto (Copi, 1978). Desta forma, pode-se entender que a lógica consiste nos princípios de validação do raciocínio, ou seja, que ao fazer inferências, raciocinar, é preciso validar o que fora organizado e para isso aplica-se a lógica. Entende-se raciocínio lógico-matemático como a capacidade de se fazer inferências lógicas em situações que requerem conhecimento matemático. O conhecimento matemático é compreendido como a capacidade individual de formular, empregar e interpretar o raciocínio matemático em contextos variados. Isso inclui a utilização de conceitos, de procedimentos, de fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos (OCDE, 2012). Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) o conhecimento matemático se faz presente no cotidiano ou nas pesquisas científicas pela quantificação do real, pela contagem, medição de grandezas e no desenvolvimento das técnicas de cálculo com esses sistemas.

Após definição dos dois conceitos primordiais neste estudo é relevante ressaltar seu objeto principal: a capacidade de correlação do raciocínio auditivo via execução musical e o raciocínio lógico-matemático. A proximidade entre a matemática e a música é muito antiga, pois estas duas áreas do conhecimento estiveram muito próximas ao longo da história. Bromberg e Abdounur (2011) apontam que até o século XVI a matemática, representada pela aritmética e pela geometria, juntamente da música e da astronomia compunha o grupo das artes matemáticas pertencentes às Artes Liberais no grupo denominado por *Quadrivium*. A correlação histórica e teórica sobre os campos de intersecção que existem entre a matemática e a música é facilmente observada desde dos estudos pitagóricos, na configuração educacional das comunidades Gregas, no uso da motivação bélica e para a cidadania do império Romano, na reformulação de melodias na Idade Média e até no uso de aplicativos nos *smartphones* nos dias de hoje.

Pillão (2009), em estudo realizado sobre o estado da arte de pesquisas que se objetivam apontar as relações entre matemática e música, diz que a partir da década de 90 intensificaram-se estudos que versam sobre esta relação de modo variado, no ensino e na aprendizagem, no campo da música e da matemática de vários modos, inclusive estudos de caráter de reflexão filosófica. De modo geral, a autora aponta que, sem serem conclusivos, os estudos sugerem que a interlocução entre a música e a matemática funciona como um fator facilitador para promoção de aprendizagem. O que aponta para a relevância desta investigação em estudar as possibilidades de correlação entre o raciocínio lógico-matemático com a atividade musical.

Para Stralio (2001), por exemplo, existe possibilidade de desenvolvimento da inteligência por meio de estímulos auditivos, em que cada código sonoro ativa um espaço específico nas redes cerebrais com o objetivo de retenção da informação, o autor aponta que o maior conhecimento sonoro advém da diversificação sonora a que a pessoa estiver exposta, o que aponta para a existência de uma

área cerebral que é mobilizada maior para processar informações deste tipo. De acordo com Brabo (2006), na era pós-moderna a música é tomada como objeto de investigação científica com o objetivo de analisar os impactos causados pela música na vida humana. Tal interesse é observado em pesquisas no âmbito da neurociência (Levitin, 2010; Muszkat, Correia & Campos, 2000; Muszkat, 2012), por exemplo. Estas pesquisas apontam benefícios para o desenvolvimento da inteligência, pois quanto mais precoce for a exposição à música maior será a contribuição para a construção de um cérebro biologicamente mais conectado, mais fluido e emocionalmente mais competente e criativo (Muszkat, 2012). As atividades motoras, respostas afetivas e o refinamento auditivo relacionado com a atividade musical são algumas temáticas atuais na Neurociência referentes a atividade musical (Muszkat, Correia & Campos, 2000).

No campo de pesquisas de caráter empírico na Psicologia Cognitiva, Schellenberg (2004) realizou um estudo com 144 crianças canadenses com seis anos de idade, separando-as em quatro grupos, dos quais, dois receberam aulas de música durante um ano, um de teclado e outro de canto. Um terceiro grupo recebeu aulas de teatro (drama) e o quarto grupo (sem atividades) não recebeu nenhum tipo de aula diferente das comumente vistas na escola regular. Foram realizados pré-testes e pós-testes em cada um dos quatro grupos utilizando-se da Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (WISC-III). Quando comparado os grupos controle (drama e sem atividades) com os grupos que realizaram atividades musicais ao longo do ano, o grupo de teclado e voz tiveram crescimento maior no escore geral do WISC-III. As crianças do grupo controle tiveram crescimento de 4.3 pontos (DP 7.3), enquanto o outro grupo teve crescimento de 7.0 pontos (DP 8.6) em relação ao pré-teste, com um maior crescimento observado nos subtestes de Aritmética e de Informação. De forma geral, a pesquisa aponta que o grupo que teve atividade musical alcançou um resultado um pouco mais expressivo, quando comparado os resultados do pré-teste com o pós teste, que os resultados do grupo controle, com índice de significância entre os grupos de $p < .05$. Contudo, ao observar atividades sobre habilidades sociais, o grupo de atividades de drama se saiu melhor que os outros três grupos investigados.

Em outro estudo, Schellenberg (2006) procurou investigar se as diferenças observadas nas crianças que estudavam música em comparação com aquelas que não estudavam, nos testes de QI, permaneciam ao longo do tempo. Para isso foram pesquisadas 147 crianças entre 6 e 11 anos de idade que estudavam música e um segundo grupo com 150 graduandos de 16 e 25 anos de idade que permaneceram estudando ou estudaram música na infância. Foi aplicada a mesma metodologia em ambos os grupos e testes de QI observando a idade dos participantes de cada amostra (WISC-III para as crianças e WAIS-III para os graduandos). Dos resultados encontrados observa-se que a correlação entre aulas de música e QI não é observada diante das habilidades de adaptação social; as diferenças

foram observadas em outras subáreas do conhecimento, como compreensão verbal (110,1⁴ – 105,6 ; respectivamente, grupo de crianças – grupo de graduandos), velocidade do processamento da informação (111,1 – 111,4), organização da percepção (107,9 – 106,5) entre outras avaliadas no teste. Os resultados mostraram crescimento no escore dos respectivos instrumentos de avaliação do QI dos participantes quando associados a aulas de música, a associação observada é pequena porém duradoura ao passar dos anos.

No Brasil; Cogo, Avila, Ploubidis e Mari (2013) realizaram um estudo de intervenção escolar em 10 escolas no estado de São Paulo. Destas, cinco escolas tiveram aulas de música com os mesmos professores, metodologia e atividades musicais e as outras cinco escolas não tiveram atividades relacionadas ao tema durante o ano de letivo. Foram 235 crianças entre 8 e 10 anos de idade. A pesquisa utilizou-se do Teste das Matrizes Progressivas de *Raven* como critério de exclusão de estudantes da amostra (percentis inferiores a 25) e como variável de equiparação dos grupos amostrais para análise. A pesquisa utilizou duas ferramentas de análise dos dados *intention-to-treat* (ITT) para avaliar a intervenção e o método CACE (*Complier-Average Causal Effect*) que avalia a aderência das aulas de músicas nas crianças e sua relação com a performance acadêmica. A pesquisa levou em consideração as notas de Português e Matemática do ano letivo e observou uma inclinação positiva em $\beta = 0,77$, $p = 0,005$ em Português, o que significa que a cada dois meses de estudo de música, o grupo teve aproveitamento de 0,77 pontos superior ao grupo escolar que não foi submetido às aulas de música. Em matemática esse índice é de $\beta = 0,49$, $p = 0,001$, ou seja, a cada dois meses de estudo de música o aproveitamento do grupo com aulas de música foi 0,49 ponto superior ao grupo que não teve essa modalidade em sua grade. Os autores ressaltam ainda que os resultados apontam para a necessidade de aprofundamento de forma pormenorizada em investigações desta natureza antes de fincar apontamentos conclusivos nessa temática.

Pessoto (2011) realizou estudo correlacional entre habilidades auditivas e capacidades cognitivas. O estudo utilizou para a avaliação das habilidades auditivas o Teste de Raciocínio Auditivo (RAu) e para as capacidades cognitivas a Bateria de Provas de Raciocínio -5 (BPR-5) em 192 sujeitos universitários de 18 a 67 anos, divididos em três grupos: o primeiro grupo era composto por universitários de diferentes cursos tendo como critério, no máximo, um ano de estudo em música, no segundo estudantes que tivessem alguma experiência com música e no último grupo apenas sujeitos de graduação em música. O estudo apontou uma correlação de 0,47, $p < 0,000$ (*Pearson*) do escore da inteligência g (considerado a média de todas as provas da BPR-5) com o escore obtido no RAu. O estudo apontou ainda que a prova de raciocínio abstrato da BPR-5 obteve correlação de 0,96 ($p < 0,000$) (*Pearson*) com a inteligência e apenas 0,25 ($p < 0,048$) com o resultado obtido no RAu. Já

⁴ Dados com índice de significância $p < .001$

a prova de raciocínio verbal apresentou correlação positiva de maior magnitude 0,50 ($p < 0,001$) com o RAU. Todas as provas da BPR-5 apresentaram correlação com o RAU, exceto a prova de raciocínio numérico, contudo variaram em magnitude. Com base nesses dados, o autor concluiu que o RAU mensura alguma habilidade relacionada com a inteligência geral, mas preserva algum aspecto específico típico do processamento auditivo. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo é verificar se existe covariância única entre uma medida de habilidade musical com uma medida de raciocínio lógico matemático, para além daquela medida pela inteligência fluída (estudo de validade incremental).

Diante dos resultados dos estudos apresentados, verifica-se que a aproximação dos aspectos da linguagem com a música é mais evidenciada do que são dos aspectos cognitivos do raciocínio matemático. Essa aproximação evidencia a importância para a compreensão da atividade musical dentro do espectro da linguagem. Ilari (2005) aponta que a distinção entre timbres, alturas e intensidade começa a acontecer desde os primeiros anos de vida da criança e vai se sofisticando com o passar dos anos, colaborando, entre outras coisas, para o desenvolvimento da linguagem compreensiva e expressiva. Pederiva e Tristão (2006) apontam, entre outras coisas, que quando um adulto ouve atentamente uma peça musical compreendendo o que está sendo tocado uma enorme quantidade de informação é processada rapidamente. Por outro lado, muito deste processamento ocorre abaixo do plano consciente, porque diante da apreciação musical, o tempo é dinâmico e contínuo.

No campo do desenvolvimento cognitivo, Deckert (2008) aponta que criança está em contato com a fala desde o seu nascimento, construindo significantes e significados, chegando até o processo de escrita, a alfabetização, obrigatória em nossa sociedade. A linguagem musical assume um caráter secundário na formação da criança. A música assume, do ponto de vista social, o papel de fundo para as relações, mas não exerce o fator de centralidade em que condicionam todos os momentos inerentes à comunicação dos grupos familiares. O simples fato de ouvir música não implica diretamente no desenvolvimento da linguagem musical da criança. É imperativa a necessidade que a criança exerça alguma ação sobre o som, desta forma abarcando condições de produção musical, o que por outro lado reforça as qualidades de percepção musical decodificando e codificando mensagens musicais (Beyer, 1988). A linguagem falada está no nível da sobrevivência social e sua aplicação nas atividades cotidianas do indivíduo, a linguagem musical assume o nível diametralmente oposto, assume o supérfluo e muitas vezes o caráter puramente lúdico nas reuniões sociais. Portanto, para se compreender a música é necessário concebê-la no nível da linguagem e para isso faz fundamental a construção de seus “significantes” e “significados” (Deckert, 2008). É importante apontar que se a criança for exposta aos dois tipos de linguagem de forma concomitante, pode desenvolver as duas de maneira significativa, isso se o ambiente oferecer e solicitar as mesmas dimensões que são oferecidas

à linguagem verbal à linguagem musical (Justi, 2011). Contudo, a presente investigação apesar de apresentar uma reflexão sobre a aproximação da atividade musical com a linguagem, foca-se na proximidade com o raciocínio matemático, sem deixar de reconhecer que no campo da linguagem outras problematizações são igualmente possíveis.

5.2 MÉTODO

5.2.1 Participantes

Este estudo contou com a participação de 39 sujeitos, sendo 51,3% da cidade do Recife/PE e os outros 48,7% da cidade de Teófilo Otoni/MG. Todos os participantes são estudantes de algum tipo de instrumento musical. A estratégia de captação para a composição da amostra foi acidental ou não-probabilística (Sarriá, Guardiã, & Freixa, 1999), isto é, de acordo com a conveniência, considerando aqueles que se dispuserem em participar do estudo. A idade variou entre 14 e 18 anos ($M=15,63$ e $DP= 1,37$), com sujeitos de ambos os sexos (56,4% feminino), 69,2% oriundos de escolas públicas com diferentes níveis de escolaridade (23% no fim do ensino fundamental, 25,7% no primeiro ano do ensino médio, 15,3% no segundo ano do ensino médio, 30,8% no último ano do ensino médio e ainda 5,2% que já ingressaram no ensino superior). Dos participantes, 15,4% afirmaram possuir renda familiar abaixo de R\$2000,00; 59% de R\$2000,00 a R\$5000,00 e 25,6% acima de R\$5000,00 mensais.

Os participantes deste estudo são executores musicais (Sloboda, 2008) de 11 diferentes instrumentos: 27,5% de violino, 21,3% de violão; 15,2% de piano, 9% de teclado, 6% de bateria e de guitarra e 3% de flauta, de clarinete, de cavaquinho, de trombone e de saxofone). O tempo de estudo dos participantes variou de 0,17 ano aos 15 anos (média de 2,66 anos, $DP= 3,15$). Todos os participantes foram questionados sobre como se auto avaliam como executores musicais e, com base na resposta de 32 participantes, 43,8% afirmaram serem bons executores, 31,2% se consideraram ótimos executores, 9,4% se consideraram excelentes e apenas 15,6% se consideraram regulares.

5.2.2 Instrumentos

Esta investigação utilizou-se de quatro instrumentos, a saber: (i) Questionário socioeconômico; (ii) Teste de Raciocínio Auditivo (RAu) (Cunha et al, 2006), (iii) Teste de Raciocínio Abstrato (RA) da BPR-5 (Almeida & Primi,1998) e o (iv) Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa) (Maisch, Bueno & Lautert, 2015). O Questionário socioeconômico teve o objetivo de levantar informações de cunho socioeconômico com questões sobre escolaridade, idade, sexo, preferências quanto a matérias ensinadas na escola, questões de cunho qualitativo referentes a autoavaliação de caráter subjetivo sobre o desempenho escolar, tempo de estudo de música, tipo de instrumento que se toca, experiências como instrumentista e ainda, autoavaliação sobre a performance dos participantes como instrumentistas musicais.

5.2.2.1 O Teste de Raciocínio Auditivo (RAu)

O Teste de Raciocínio Auditivo (RAu) visa analisar a habilidade musical dos estudantes que fazem parte da amostra estudada. O teste foi desenvolvido por Cunha (2007) e por Cunha, Primi, Berberian, Ambiel, Pessotto e Miguel (2006) com o objetivo de avaliar o raciocínio auditivo utilizando-se de estímulos musicais, o instrumento é constituído de 54 itens envolvendo provas de seriação e analogia. O instrumento está dividido em três partes: na primeira parte 20 itens da parte denominada como Séries, na segunda parte contém 20 itens denominadas de Analogias 1 e a última parte contém 14 itens de Analogias 2. Nas duas primeiras partes (Séries e Analogias 1), são apresentados na tela do computador quatro botões, três azuis com as alternativas de resposta (a, b e c para cada item) e um vermelho com o estímulo a ser analisado. Nas orientações foi esclarecido aos sujeitos que podiam clicar mais de uma vez no mesmo botão para ouvirem, no fone de ouvido e individualmente, de forma mais adequada possível o estímulo musical apresentado. Após clicado na opção "próximo item" não era mais permitido refazer o item respondido.

Na terceira parte do instrumento, Analogias 2, são apresentados seis botões na tela do microcomputador, organizados da seguinte forma, dois botões vermelhos contendo os estímulos, que são duas sequências melódicas formando uma relação musical entre si. Ao respondente era solicitado encontrar analogamente a mesma relação musical contida no estímulo inicial nos quatro botões azuis localizados abaixo dos botões vermelhos. O respondente escolheria duas alternativas nas quais deveria clicar e arrastar para a área de resposta indicada no *software*. O próximo item era apresentado assim que era requisitada a opção "próximo item" na tela, após clicado não era mais possível refazer ou ouvir novamente nenhum estímulo dos itens anteriores. Segundo Pessoto (2011) as análises

apresentaram uma precisão de *Rasch* de 0,91 e *separation* de 3,22 e a média de *theta* é foi de 0,64 (DP=0,38).

5.2.2.2 A prova de Raciocínio Abstrato (RA) da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5)

A Bateria de Provas de Raciocínio (BPR) (Almeida & Primi, 1998) é composta por cinco provas de avaliação do raciocínio que saturaram em um único fator predominantemente relacionado à inteligência fluida definida como capacidade de raciocinar em situações novas, criar conceitos e compreender implicações. São as provas da Bateria, prova de Raciocínio Numérico (RN), Prova de Raciocínio Verbal (RV), Prova de Raciocínio Abstrato (RA), Prova de Raciocínio Mecânico (RM) e a Prova de Raciocínio Espacial (RE). No presente estudo foi utilizado somente o caderno de prova do Raciocínio Abstrato (RA) por compreender que a abstração é um instrumento comum tanto na atividade musical quanto na atividade de resolução de problemas matemáticos. Existem duas formas da BPR-5, a forma A para estudantes do ensino fundamental à partir do sétimo ano e a forma B para estudantes do ensino médio, neste estudo foi utilizada a forma B. A prova de raciocínio abstrato possui 25 itens, em formato de analogias, do tipo $A \rightarrow B / C \rightarrow ?$ (com cinco alternativas, com apenas uma como resposta verdadeira). Os índices de precisão dessa prova foram de 0,72 e 0,85, para o método das metades e o Coeficiente Alfa, respectivamente. O cálculo da pontuação total é dado pela soma das respostas corretas dos itens da prova (Almeida & Primi, 1998).

5.2.2.3 Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa).

O Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa) (Maisch, R.N.; Bueno, J.M. & Lautert, S.L, 2015) tem o objetivo de avaliar psicologicamente as matrizes do raciocínio matemático típicas das avaliações nacionais presentes no Ensino Médio brasileiro. É um instrumento constituído de cinco itens em três áreas do conhecimento, Aritmética, Geometria e Análise Combinatória. Os itens são elaborados na forma de situações-problemas desafiadoras em que o adolescente pode usar ou não o conhecimento adquirido pelo processo de escolarização comum à sua idade. Cada item possui cinco alternativas possíveis como resposta correta, o instrumento avalia o número de respostas corretas dadas pelo adolescente e não o método de resolução empregado.

São oferecidos, como tempo máximo, para a resolução do TRMa trinta minutos e em cada item o adolescente deve escolher apenas uma alternativa como correta e marcar sua alternativa no cartão-resposta. O instrumento apresenta uma estrutura unifatorial de avaliação do raciocínio lógico-matemático, de acordo com o cálculo do Coeficiente de *Kuder-Richardson* (fórmula 20), o índice de precisão é de 0,677. Esse índice pode ser considerado como bom, uma vez que o número de itens do instrumento é pequeno (apenas 5) e, mesmo assim, o valor obtido está acima do requerido pelo Conselho Federal de Psicologia, em sua resolução 002/2003. O instrumento também analisou o nível de dificuldade dos itens pela Teoria de Resposta ao Item (TRI), método de correção que também é utilizado pelas provas de avaliação nacionais do Ensino Médio, a média do traço latente dos participantes ($\Theta=0,92$; $DP=2,02$) é maior que o grau de dificuldade dos respondentes, ou seja, trata-se de um instrumento fácil para ser respondidos pelos adolescentes, além de ter um número de itens pequeno.

5.2.3 Procedimentos

Foi requisitado dos participantes da pesquisa que encaminhasse para os responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após a assinatura dos pais ou responsáveis autorizando a participação o adolescente foi requisitado aos participantes a assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), conforme estabelecido e autorizado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), na íntegra nos APÊNDICES C e D respectivamente o TCLE e o TALE. A coleta de dados foi realizada em duas sessões, na primeira foram respondidos, o TRMa e o RA, na segunda sessão, o RAu e o questionário sobre os aspectos socioeconômicos dos participantes. As respostas foram arquivadas em arquivo do Excel e analisados com auxílio do *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, versão 20).

Com o objetivo de analisar os dados com maior nível de detalhes, o primeiro procedimento foi dividir o teste de avaliação do raciocínio auditivo (RAu) em cinco partes, a saber: o RAU1s, somente a parte que se refere aos itens de séries, RAU1a a prova de analogias 1, RAU1tot considerando os itens das séries e analogias 1 somadas, RAU2tot somente a prova de Analogias 2 e RAUtot todos os itens do teste de avaliação auditiva RAu. Foram considerados o número de acerto dos instrumentos para todas as análises do estudo. Primeiro foi verificada a correlação entre os três instrumentos e depois verificada se foi possível a análise de validade incremental para apontar a capacidade de predição do Raciocínio Abstrato e Raciocínio Auditivo no que se refere ao Raciocínio Lógico-Matemático para adolescentes.

5.2.4 Resultados e Discussão

Para atingir o objetivo proposto, em primeiro lugar, foram verificadas as correlações entre os construtos. Na Tabela 5.1 é possível verificar a intensidade, sentido e grau de significância das correlações encontradas. O Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa) se correlacionou positiva e significativamente com a prova de Analogias 2 (RAU2tot) em 0,421 e com a Prova de Raciocínio Abstrato (RA) em 0,40. A prova de Raciocínio Abstrato (RA) também se correlacionou com a prova de Analogias 2(RAU2tot), essa correlação é compatível com o estudo de Pessoto (2011), no qual houve uma correlação de 0,25 ($p < 0,048$) entre o Teste de Raciocínio Auditivo (RAu) e a Prova de Raciocínio Abstrato (RA). Contudo, há diferenças significativas dos participantes deste estudo com os do estudo de Pessoto (2011). Neste último foram estudados 192 universitários levando em consideração uma larga escala etária - entre 18 e 67 anos ($M=26$, $DP=8,13$) - a amostra foi dividida em três grupos levando em consideração diferentes níveis de experiência/formação musical. No presente estudo a amostra se constitui de 39 adolescentes ($M=15,63$ e $DP= 1,37$) compondo, desta forma, uma única faixa etária, cuja formação do grupo levou em consideração a experiência musical no que tange a execução musical, o tamanho da amostra estudada foi muito menor em comparação ao estudo de Pessoto (2011).

Tabela 5.1 - Correlação de *Pearson* TRMa/RA/RAu

		TRMa	RacAbs	RAU1s	RAU1a	RAU1tot	RAU2tot
	Correlação de Pearson	,440**					
RacAbs	Sig. (2-tailed)	,004					
	N	41					
	Correlação de Pearson	,132	,012				
RAU1s	Sig. (2-tailed)	,422	,943				
	N	39	39				
	Correlação de Pearson	,102	,175	,507**			
RAU1a	Sig. (2-tailed)	,537	,287	,001			
	N	39	39	39			
	Correlação de Pearson	,135	,107	,871**	,865**		
RAU1tot	Sig. (2-tailed)	,412	,518	,000	,000		
	N	39	39	39	39		
	Correlação de Pearson	,421**	,378*	,522**	,488**	,582**	
RAU2tot	Sig. (2-tailed)	,008	,018	,001	,002	,000	
	N	39	39	39	39	39	
	Correlação de Pearson	,242	,206	,845**	,829**	,964**	,776**
RAUtot	Sig. (2-tailed)	,138	,209	,000	,000	,000	,000

N	39	39	39	39	39	39
---	----	----	----	----	----	----

** Correlação significativa no nível 0.01.

* Correlação significativa no nível 0.05.

O que se pode observar, de modo geral, é que o Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa) se correlacionou tanto com o raciocínio auditivo quanto com raciocínio abstrato. Com base nesse resultado, foi realizada uma análise de regressão para verificar se a habilidade musical apontada no primeiro momento (Analogias 2- RAU2tot) apresenta validade incremental em relação à medida do raciocínio abstrato na predição do desempenho do raciocínio lógico-matemático. Então, foi realizada uma análise de regressão linear simples, com entrada dos dados pelo método *stepwise*, com a pontuação do desempenho no raciocínio lógico-matemático como variável critério e o raciocínio abstrato e auditivo, como variáveis preditoras. A única variável capaz de prever significativamente o desempenho no raciocínio lógico-matemático foi o raciocínio abstrato, cuja variação de 1 desvio padrão corresponde a variação de 0,445 desvios no TRMa, explicando 17,7% dessa variação.

Tabela 5.2 – Coeficientes^a da Regressão Linear.

Modelo	Coeficientes Estandarizados			t	Sig.	Colinearidade Estatística	
	B	Erro Est.	Beta			Tolerância	VIF
1	(Constante)	,026	1,049		,025	,980	
	RA	,183	,060	,445	3,027	,004	1,000 1,000

a. Variável dependente: TRMa

Tabela 5.3 – Variáveis^a preditoras.

Modelo	Beta em	t	Sig.	Correlação Parcial	Colinearidade Estatística		
					Tolerância	VIF	Tolerância mínima
1	RAU1tot	,089 ^b	,594	,556	,098	,989	1,012 ,989
	RAU2tot	,295 ^b	1,919	,063	,305	,857	1,167 ,857

a. Variável dependente: TRMa

b. Variável controlada no modelo: (Constante), Raciocínio Abstrato

Pela Tabela 5.3 é possível notar que as variáveis RAU1tot (Séries e Analogias 1) e RAU2tot (Analogias 2) foram excluídas como variáveis preditoras do raciocínio lógico-matemático quando se mantém o controle do raciocínio abstrato (RA). Pelos dados apresentados não é possível afirmar que o raciocínio auditivo pode prever o desempenho no raciocínio matemático, a predição encontrada não é significativa (sig=0,063), mesmo mantendo uma correlação de 0,305 com o raciocínio lógico-matemático quando se tira o efeito do raciocínio abstrato. Contudo, é curiosa a observação que o índice de significância quase é atingido (considerando $p < .05$), essa pequena diferença pode ser

creditada, entre outros elementos, pelos limites encontrados no método usado neste estudo, principalmente no que se refere ao tamanho da amostra. O número maior de participantes pode contribuir para um maior nível de detalhamento destas associações, consistência dos valores encontrados e para os índices de significância mais ajustados.

Diante destas evidências empíricas percebe-se que, de algum modo, existem alguns elementos do processamento cognitivo que são mobilizados na atividade musical e na resolução de situações-problemas em matemática, conforme a correlação de *Pearson* indicou (*ver Tabela 5.1*). O que se avalia diante das evidências é que o raciocínio auditivo está associado à resolução de problemas em que o raciocínio lógico-matemático é requisitado, mas não está associado mais que a o raciocínio abstrato típico da Inteligência Fluida, ou seja, a variância do raciocínio auditivo que é compartilhada com o raciocínio matemático é a mesma variância compartilhada entre o raciocínio abstrato e o matemático. Contudo, diante das limitações deste estudo, este resultado não é conclusivo, mas abre possibilidade para a realização de outras pesquisas na área em que o número de participantes seja maior para oferecer maior clareza quanto a essas evidências.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das evidências encontradas é necessário o apontamento das limitações contextuais do estudo. Entre as limitações desta pesquisa, destaca-se a reflexão acerca do instrumento psicométrico do Raciocínio Auditivo (RAu), que avalia um aspecto importante da atividade musical que é a compreensão sonora, contudo, outros aspectos que estão presentes no curso da atividade musical, entre eles a leitura de partituras, a composição de sentenças musicais, além de outras não são levados em consideração neste instrumento. O Teste de Raciocínio Auditivo (RAu) segue alinhado à cognição no campo da Avaliação Psicológica, ou seja, objetiva-se em mensurar os processos envolvidos no raciocínio geral aplicando como ferramenta estímulos de conteúdo musical e as especificidades do processamento auditivo segundo o modelo CHC. Mas, é possível observar que o RAu não é um instrumento de avaliação de desempenho musical, mas do raciocínio auditivo contido na atividade musical levando em consideração apenas o nível da escuta como nível privilegiado nesta prática.

Outra limitação reside no caráter de construção de instrumento, ainda em processo de andamento, do Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa). O instrumento apesar de mostrar boas características psicométricas, ainda passará por novas reformulações, o que pode contribuir para elucidação e clareza dos resultados encontrados. Outro ponto importante seria o de utilizar todas as provas da Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5),

abrindo um leque de possibilidade para a reflexão sobre as confluências, ou não, dos raciocínios elencados na BPR-5 em correlação com a atividade musical e matemática, assumindo a perspectiva de aumentar o tamanho da pesquisa e da amostra, que se mostrou neste estudo outro ponto de limitação importante a ser considerado.

Ainda sobre as evidências e considerações a serem feitas é importante apontar que a inteligência e o estudo do seu desenvolvimento, ao lado dos aspectos cognitivos mobilizados na atividade musical, têm mostrado sinais nos aspectos teóricos e empíricos quanto à abrangência da temática e os desafios que se abrem diante de novos estudos na área. O presente trabalho teve como objetivo o de estabelecer a especificidade da temática no âmbito do raciocínio lógico-matemático, procurando encontrar a existência de correlação entre o raciocínio auditivo e matemático por meio de instrumentos de mensuração. Os resultados apontaram que é possível encontrar correlações dentro dos escores de avaliação do raciocínio auditivo e matemático, mas não especificaram sobre a capacidade de predição do raciocínio auditivo, controlando-se, neste caso, o raciocínio abstrato, sobre o desempenho de atividades do raciocínio lógico-matemático na resolução de situações-problema.

Este resultado é importante por dois motivos. Primeiro para contribuir para os trabalhos realizados na clínica psicológica voltada para o acompanhamento escolar. O raciocínio auditivo mobilizado na atividade musical instrumental pode mobilizar características comuns do raciocínio abstrato que fazem confluência com o raciocínio matemático na resolução de problemas. O que pode contribuir, futuramente, no curso da Avaliação Psicológica educacional quanto a eventuais dificuldades apresentadas pelos adolescentes na prática escolar diária quanto ao uso do raciocínio matemático.

Outro motivo é apontar para a existência de evidências capazes de favorecer estudos futuros na área, as possibilidades de problematização são muitas, desde a proximidade dos aspectos da linguagem com a atividade musical nos diferentes níveis de envolvimento, à criação de instrumento de avaliação psicológica da atividade musical de diferentes faixas etárias. Mas ainda assim, o aprofundamento dos resultados encontrados no presente estudo é de igual modo promissor para a realização de outros estudos sobre o raciocínio matemático e sobre os aspectos da cognição inerentes à atividade musical.

REFERÊNCIAS⁵

- Almeida, L. S., & Primi, R. (1998). *Bateria de Provas de Raciocínio (BPR-5)*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Assumpção, A.L.M., & Oliveira, P.A. (2011). O ensino da matemática e o desenvolvimento do raciocínio lógico: um estudo introdutório. In *XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brasil. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1335/894
- Beyer, E. (1988). *A abordagem cognitiva em Música. Uma crítica ao ensino da Música a partir da teoria de Piaget*. Dissertação de mestrado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, RS.
- Brabo, P. (2006). *A grande ruptura*. Recuperado em 16 de novembro de 2006, de <http://www.baciadasalmas.com/2006/a-grande-ruptura/>
- Bromberg, C., & Abdounur, O.J.(2011). A Matemática e Documentos Musicais Italianos do século XVI. In *Anais do IX simpósio de história da Matemática*. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de http://www.each.usp.br/ixsnhm/Anaisixsnhm/Comunicacoes/1_Bromberg_C_Matem%C3%A1tica_e_Documentos_Musicais_Italianos_do_s%C3%A9culo_XVI.pdf
- Cogo-Moreira, H., de Avila, C.R.B., Ploubidis, G.B., & Mari, J.D.J. (2013). Effectiveness of Music Education for the Improvement of Reading Skills and Academic Achievement in Young Poor Readers: A Pragmatic Cluster-Randomized, Controlled Clinical Trial. *PLoS ONE* 8(3): e59984. doi:10.1371/journal.pone.0059984
- Copi, I. M. (1978). *Introdução à Lógica* (2a ed.). São Paulo, SP: Mestre Jou
- Cunha, T. F. (2007). *Desenvolvimento de um Teste de Processamento Auditivo com estímulos musicais*. Dissertação de mestrado, Universidade São Francisco: Itatiba, SP
- Cunha, T. F., Primi, R., Berberian, A., Ambiel, R. A. M., Pessotto, F. & Miguel, F. K. (2006). *Teste de processamento Auditivo com Estímulos Musicais (RAu)*. Itatiba: Laboratório de Avaliação Psicológica e Educacional – LabAPE, Universidade São Francisco.
- Deckert, M. (2006). *Construção do conhecimento Musical sob uma perspectiva Piagetiana: Da Imitação à Representação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

⁵ De acordo com o estilo APA- *American Psychological Association*.

- Ilari, B. (2005). A música e o desenvolvimento da mente no início da vida: investigação fatos e mitos. In *Anais do 1º Simpósio internacional de cognição e artes musicais*. Curitiba: UFPR, pp. 54-62
- Justi, L. do A. M. (2011). *Integração de abordagens da teoria e da prática em escolas de música através das representações do fazer musical. Um estudo de caso: O Curso de Formação Inicial da Escola de Música Villa-Lobos no Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado não publicada. Programa de Pós-Graduação em Música, Centro de Letras e Artes, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro
- Levitin, D.(2010). *A Música no seu cérebro: a ciência de uma obsessão humana*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Maisch, R.N., Bueno, J.M. & Lautert, S.L (2015). O teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes. In Ricardo Nogueira Maisch, *O raciocínio lógico-matemático em correlação com a atividade musical na adolescência: Estudo contextualizado na perspectiva de construção de instrumento psicológico*, Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco: Recife, PE.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*. 37 (1) 1-10
- Ministério da Educação e Cultura (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. (2a ed). Brasília, DF:MEC/SEF
- Mortari, C. A.(2000). *Introdução à lógica*. São Paulo, SP: UNESP.
- Muszkat, M.(2012). Musica, neurociencia e desenvolvimento humano. In G. Jordao, R. R. Allucci, S. Molina & A. M. Terahata (coords.). *A música na escola*. (pp.67-69). Sao Paulo: Allucci & Associados Comunicacoes
- Muszkat, M., Correia, C.M.F., & Campos, S.M.(2000). Música e Neurociências. *Revista de Neurociências*. 8 (2),70-75
- (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2012). *Matrizes de avaliação de Matemática: PISA 2012*. Recuperado em 15 de janeiro de 2015, de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/PISA/marcos_referenciais/2013/matriz_avaliacao_matematica.pdf

- Pederiva, P.L. & Tristão (2006). Música e Cognição. *Ciências & Cognição*. ISSN1806-5821. Recuperado de 10 de Outubro de 2014, de <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/601/383>
- Pessoto, F., Cunha, T.F., Primi, R., Carvalho, L.F & Koich, F. (2012). Teste de Raciocínio Auditivo Musical (RAu): estudo inicial por meio da Teoria de Reposta ao Item. *Psico-USF*, Bragança Paulista, 17 (3) 485-495
- Pessoto, F. (2011). *Investigação das relações entre inteligência e habilidade musical*. Dissertação de mestrado, Universidade São Francisco, Itatiba, SP. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de <http://www.usf.edu.br/galeria/getImage/385/518687215375685.pdf>
- Peretz, I. & Zatorre, R. (2005) Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*. 56, 89-114
- Pillão, D. (2009). *A pesquisa do âmbito das relações didáticas entre matemática e música: estado da arte*. Dissertação de mestrado da Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo: São Paulo, SP
- Primi, R; Santos, A.A.A; Vendramini, C.M; Taxa, F; Muller, F.A; Lukjanenko, M. & Sampaio, I.S. (2001). Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes Definições dos Mesmos Construtos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. 17 (2)151-159
- Sarriá, A., Guardiola, J., & Freixa, M. (1999). *Introducción a la estadística en Psicología*. Barcelona: Ediciones de la Universitat de Barcelona.
- Schellenberg, E.G. (2004). Music Lessons Enhance IQ. *Psychological Science*. 15(8)511-514
- Schellenberg, E.G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*. 98(2) 457-468
- Sloboda, J. (2008). *A mente musical: Psicologia Cognitiva da Música* (B. Ilari & R. Ilari, trads.). Londrina: EDUEL
- Straliotto, J. (2001). *Cérebro e Música: segredos desta relação*. Blumenau: Odorizzi
- Wolfe, J. (2002). Speech and music, acoustics and coding and What music might be for. *Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition*. Sidney

6 CONCLUSÃO GERAL

Refletir acerca dos processos cognitivos que estão envolvidos na resolução de situações-problema de natureza matemática, pressupõe, entre outras coisas, a compreensão do papel do raciocínio lógico nesta atividade. O raciocínio é a capacidade de se fazer inferência sobre o mundo e a lógica os critérios de validação possíveis de se fazer sobre a inferência. Piaget (1949/1976) organizou seu estudo de investigação sobre os aspectos qualitativos das estruturas cognitivas no curso do desenvolvimento, utilizando-se do raciocínio lógico-matemático como instrumento revelador quanto à natureza cognitiva dos sujeitos estudados. Este caminho epistemológico de investigação cognitiva deveria, por sua capacidade de demonstrar as organizações do pensamento humano, motivar o interesse de todos os psicólogos das mais diferentes áreas de pesquisa.

Ao se refletir acerca do raciocínio dentro do modelo *Cattel-Horn-Carrol* (CHC), percebe-se a importância de aprofundar na estrutura hierárquica apontada por esse modelo. Dentro dos aspectos elencados neste estudo, a Inteligência Fluida (Gf) merece destaque. Segundo Flanagan e Ortiz (2001) e Pessoto (2011) a Gf é compreendida como a capacidade do indivíduo raciocinar diante de situações que lhe são novas. O indivíduo realiza operações mentais que não estão automatizadas, essa capacidade está associada a baixa influência dos componentes culturais ou conhecimentos prévios. Segundo Primi (2002), Schelini (2006) e Schneider e McGrew (2012) os fatores que compõem a Gf são o a) Raciocínio Sequencial Geral – também denominado de raciocínio dedutivo (RG), b) a Indução – também denominado de raciocínio indutivo (I), c) o Raciocínio Quantitativo – sobre as capacidades de análise das relações numéricas (RQ) e o d) Raciocínio Piagetiano – típico das provas piagetianas (RP). Esses elementos se aproximam de algum modo da reflexão contida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), que apontam para os raciocínios dedutivo e indutivo, e afirmam que essas duas formas de raciocínio se revestem de igual importância na construção de possibilidades de resolução de problemas, na formulação de estratégias e testagem de hipóteses, na generalização de dados e na indução imbuída das categorias lógicas dos elementos dispostos para sua resolução. Baseado nesta reflexão é que se procurou elaborar um Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático, capaz de mensurar o raciocínio matemático via resolução de situações-problema.

O Teste das Matrizes do Raciocínio Lógico-Matemático para Adolescentes (TRMa) procurou elencar as principais matrizes do conhecimento matemático comum às avaliações que circundam o cotidiano escolar no Ensino Médio. Contudo, o conteúdo dos itens precisaria estar de acordo com a maturidade cognitiva do sujeito pesquisado. Piaget (1967/1997) aponta que o adolescente navega com mais facilidade pelo raciocínio abstrato, prescindindo da plataforma do concreto, e é capaz de realizar deduções lógicas a partir de objetos consistentes, ou pela simples elaboração verbal de alguma

problematização. A abstração fornece o estado maturacional para o pensamento por hipóteses, que ganha força na estrutura cognitiva, é o que vai marcar o fim de sua etapa infantil e marcar um novo momento, a formação do raciocínio hipotético-dedutivo ou formal. A lógica das proposições em oposição à lógica das relações de números, classes ou sistemas. A lógica das proposições implica na observância do sistema regulador que constitui a proposição, ou seja, o raciocínio não é apenas no objeto em si, mas naquilo que o implica, é a versão abstrata das operações concretas. Neste sentido o TRMa mostrou-se adequado, como apontado na análise de seus resultados pela TRI, quando relaciona o grau de dificuldade dos itens e o traço latente dos respondentes.

A mensuração do raciocínio lógico-matemático não é uma tarefa fácil, existem avaliações nacionais e até internacionais que se objetivam nesta tarefa, contudo a criação de um instrumento no âmbito da avaliação psicológica se mostrou necessária e promissora, sem perder o foco da compreensão sobre o que é o saber matemático e como ele é construído, utilizando-se, inclusive da descrição sobre Letramento Matemático do PISA que segundo esta perspectiva é a capacidade individual de formular, empregar e interpretar as situações problemas de cunho matemático dentro de uma gama vasta de contextos (OCDE, 2010). Nesta perspectiva estão incluídos o uso de conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas para compreender e resolver a situação envolvida, sem que isso esteja diretamente ligado à capacidade da rede de ensino de construir para tal capacidade, o foco é o indivíduo, ou seja, a avaliação da capacidade individual do uso do raciocínio lógico-matemático e suas peculiaridades. Com este ponto de vista, é que se deve compreender a aproximação do TRMa com a Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) e ao mesmo tempo seu distanciamento das provas nacionais como a Aneb. Mas, é curiosa a observação que existem outras atividades humanas que requerem do raciocínio matemático, neste ponto, mora o objetivo proposto inicialmente neste trabalho de procurar correlacionar a atividade musical com a resolução de situações-problema em matemática.

O raciocínio matemático possui a capacidade de fazer interlocuções com outros campos da atividade humana, entre elas, a atividade musical, que neste estudo foi compreendida no espectro da execução instrumental. O resultado do estudo aponta para a existência duas correlações. A primeira entre o raciocínio matemático e o abstrato e a outra entre o raciocínio matemático e auditivo; contudo, mostra também que o raciocínio abstrato pode ser o ponto comum entre o raciocínio matemático e auditivo. O processamento auditivo, como fora mensurado neste estudo, não foi capaz de prever o desempenho no raciocínio matemático quando se controla o raciocínio abstrato (validade incremental). Por outro lado, pode-se perceber que tanto a atividade musical como a resolução de problemas em matemática podem mobilizar processamento cognitivo típico do raciocínio abstrato. Estes resultados podem colaborar futuramente para a fornecer mecanismos de avaliação cognitiva de

adolescentes no ambiente clínico de caráter escolar, após realização de estudos mais abrangentes com o intuito de diminuir o impacto de suas limitações.

Sobre as limitações presentes é importante refletir sobre a execução musical, que mobiliza uma série de competências que delineiam o executor, que variam desde sua capacidade auditiva à capacidade de leitura da grafia musical típica do instrumento em questão. O Teste de avaliação do Raciocínio Auditivo (RAu) (Cunha et al, 2006) é um teste com excelentes propriedades psicométricas como descrito na seção própria, mas, seriam necessários outros aspectos para avaliar de forma mais detalhada os aspectos cognitivos do executor musical. Compreende-se, por este caminho, que a escolha do RAu foi importante para avaliação do raciocínio auditivo, porém, para estudos futuros com o objetivo de avaliar o executor; os aspectos da performance, leitura, compreensão e escrita de partitura precisam ser incluídos.

Dentro dos limites presentes no estudo, o número de sujeitos para a composição da amostra foi considerado pequeno. Para estudos futuros se faz crucial aumentar o número de participantes para um maior nível de detalhamento destas associações, consistência dos valores encontrados e para os índices de significância mais ajustados. Não foram estudadas crianças em diferentes níveis de maturação cognitiva, o que pode ser um excelente caminho de investigações para estudos de caráter desenvolvimentista. Ainda assim, estudar o adolescente apontou ser um caminho enriquecedor para a compreensão das dimensões do raciocínio lógico e suas implicações com outras atividades que circundam seu cotidiano. Por outro lado, o adolescente apresenta resistência em participar de estudos dessa natureza, pela desconfiança natural em seus relacionamentos sociais e a falta de interesse em responder muitos instrumentos de pesquisa ou instrumentos muito longos, o que torna a captação de sujeitos uma tarefa um pouco mais árdua que costumeiramente.

Dentro dos cuidados que o presente estudo teve foi a de não utilizar ou discutir a educação musical. Isso é creditado à grande dimensão de assuntos e temas que dialogam no âmbito educacional de qualquer área, inclusive a musical, que inclui os mais diferentes níveis de relação de ensino e aprendizado implicados entre o aluno e o professor devidamente contextualizados, conforme a atividade musical apresentada. Neste estudo foi considerada apenas a atividade da execução musical, execução esta construída pelo adolescente, desconsiderando, neste momento, a importante análise que se poderia fazer sobre o sistema em que esta atividade foi desenvolvida. Discutir a educação musical inclui, entre outras coisas, refletir acerca da viabilidade da lei 11.769 sancionada em 2008, por exemplo, que prevê a educação musical como componente obrigatório da educação básica em todas as escolas brasileiras.

O presente trabalho se propôs ao estudo dos aspectos comuns da cognição que podem ser mobilizados em ambas as atividades (resolução de problemas matemáticos e execução musical), neste sentido, não só se apontou para correlações do raciocínio lógico-matemático como também apontou

caminhos metodológicos seguros para estudos futuros desta temática, sem desmerecimento ou contraponto de qualquer estudo de natureza próxima e de objetivos semelhantes.

REFERÊNCIAS⁶

- Cunha, T. F., Primi, R., Berberian, A., Ambiel, R. A. M., Pessotto, F. & Miguel, F. K. (2006). *Teste de processamento Auditivo com Estímulos Musicais*; Itatiba: Laboratório de Avaliação Psicológica e Educacional – LabAPE, Universidade São Francisco
- Flanagan, D. P. & Ortiz, S. O. (2001). *Essentials of cross-battery assessment*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Ministério da Educação e Cultura (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. (2a ed). Brasília, DF:MEC/SEF
- (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2010). *Letramento Matemático*. Recuperado em 15 de janeiro de 2015, de http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/letramento_matematico.pdf
- Pessoto, F. (2011). *Investigação das relações entre inteligência e habilidade musical*. Dissertação de mestrado, Universidade São Francisco, Itatiba, SP. Recuperado em 16 de novembro de 2013, de <http://www.usf.edu.br/galeria/getImage/385/518687215375685.pdf>
- Piaget, J. (1976). *Ensaio de Lógica Operatória*. (M.A.V. Almeida trad.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo
- Piaget, J. (1997). *Seis Estudos de Psicologia*. (22a ed.). Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Primi, R. (2002). Inteligência fluida: definição fatorial, cognitiva e neuropsicológica. *Paidéia*. 12(23) 57-75. Recuperado em 16 de dezembro de 2014 de <http://www.scielo.br/pdf/paideia/v12n23/05.pdf>
- Schelini, P.W. (2006). Teoria das inteligências fluida e cristalizada: início e evolução. *Estudos de Psicologia*. 11(3) 323-332
- Schneider, W. J., & McGrew, K. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In, D. Flanagan & P. Harrison (Eds.). *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (3rd ed.) (p. 99-144). New York: Guilford.

⁶ De acordo com o estilo APA- *American Psychological Association*.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Roteiro para entrevista semidirigida para os participantes da pesquisa do Mestrado – UFPE/ Psicologia Cognitiva

Adolescente executor musical ()
Adolescente não executor musical ()
 Para o adolescente não executor não realizar a parte III da entrevista.

Código do entrevistado:

I- Identificação

- 1- Nome: _____
- 2- Escolaridade: _____
- 3- Nome da Escola regular: _____
- 3.b – () Escola pública () Escola privada
- 4- Nome da Escola de música: _____
- 5- Idade: _____
- 6- Sexo: () Masculino () Feminino

II- Perfil Escolar

7- Qual matéria você mais gosta?

() Nenhuma, não gosto de estudar. (Neste caso pula-se para a questão 13)

8- Por que você gosta desta matéria?

9- Você gosta de Matemática?

() Sim () Não

10- Por quê?

11- Você se considera um aluno na escola regular:

- () Excelente
- () Ótimo
- () Bom
- () Regular

12 -Você gostaria que tivesse outras atividades na escola para melhorar a aprendizagem?

() Sim () Não

Se sim, qual atividade? _____

13- Já foi reprovado ou em dependência de alguma matéria na escola?

() Sim () Não

14- Quantas foram?

() Uma () Duas () Três () Mais de quatro

15- Em que ano ou em quais anos?

16- Qual disciplinas ou quais disciplinas você ficou?

III- Características do estudo musical

17- Quem ou o que te influenciou a estudar música? (Sugestão de amigos, parentes, alguma banda?)

18- Você gostaria que tivesse aulas de música em sua escola regular?

() Sim () Não () Já tem – O que se aprende nas aulas de música em sua escola regular?

19- Você realiza outra atividade extra escolar além da música?

() Não () Sim Qual? _____

20- Que instrumento toca?

21- A quanto tempo toca?

22 - Já se apresentou em público?

() Sim () Não

23- (Se sim) Quantas vezes já se apresentou?

() Uma vez.

() Duas vezes à Cinco vezes.

() De cinco a dez vezes.

() Mais de dez vezes.

24- Como se sentiu durante as apresentações em público?

25- Quanto tempo se dedica ao estudo pessoal das matérias da escola?

26- Quanto tempo se dedica ao estudo pessoal de música?

27- Você se considera um aluno na escola de música:

() Excelente

() Ótimo

() Bom

() Regular

IV- Característica socioculturais.

28- Como definiria sua renda familiar?

() Acima de R\$10.000,00 mensais

() Acima de R\$7.000,00 a R\$ 10.000,00 mensais

() Acima de R\$5.000,00 a R\$ 7.000,00 mensais

() De R\$2.000,00 a R\$ 5.000,00 mensais

() Abaixo de R\$2.000,00 mensais

Observações sobre a respostas de algumas questões:

APÊNDICE B

Teste de Proficiência de raciocínio lógico-matemático para o Ensino Médio.

Nome:		Data: / /	
Código:	Ano escolar:	Idade:	
S/A:	S/B:	S/C:	S/G:

SITUAÇÕES

1- A Sabendo que somei x números pares inteiros, consecutivos e todos positivos (apenas números naturais) a partir do algarismo 2. O resultado foi igual a 110, pensei da seguinte forma: $2 + 4 + 6 + \dots = 110$. Quantos números pares somei para encontrar este resultado?

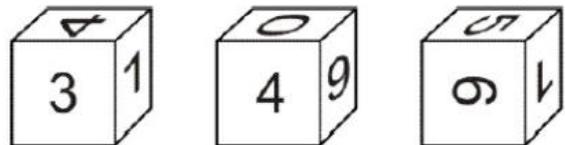
- a) Oito números
- b) Dez números
- c) Nove números
- d) Sete Números
- e) Impossível

2- Em uma prova de Matemática, 25% dos estudantes não resolveram nenhum problema, 25% resolveram pelo menos um problema, mas cometeram algum erro e os restantes, os outros 50% (156 estudantes), resolveram todos os problemas corretamente. O número total de estudantes que participou da prova de matemática foi:

- a) 200
- b) 260
- c) 312
- d) 223
- e) 300

3- No desenho ao lado, três cubos iguais estão apoiados sobre uma mesa. Cada cubo tem as faces numeradas por 0, 1, 3, 4, 5, 9, onde cada número aparece exatamente uma vez. Qual é a soma dos números das faces em contato com a mesa?

- a) 6
- b) 8
- c) 9
- d) 10
- e) 12



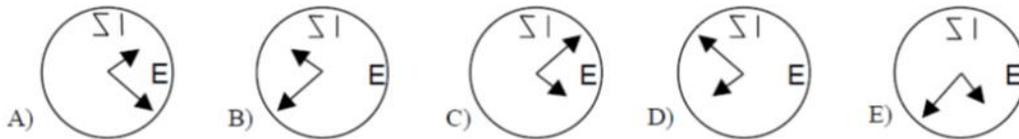
4- Na fila do caixa de uma padaria estão três pessoas. De quantas maneiras elas podem estar posicionadas nesta fila?



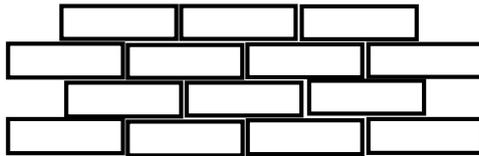
- a) Duas Maneiras
- b) Três Maneiras
- c) Quatro Maneiras
- d) Cinco Maneiras

e) Seis Maneiras

5- O relógio do professor Reginaldo, embora preciso, é diferente, pois seus ponteiros se movem no sentido anti-horário. Se você olhar no espelho o relógio dele quando estiver marcando 2h23min, qual das seguintes imagens você verá?



6- O muro como ilustra a figura é construído com 14 tijolos nas cores amarelo, verde e branco. Nesta construção um cuidado foi tomado, dois tijolos que se tocam são sempre de cores diferentes. Não há tijolos da mesma cor próximos, são intercalados por um outro tijolo de outra cor. Cada cor tem seu preço, os preços dos tijolos coloridos são dados na tabela. Qual o menor preço possível pode se gastar na construção deste muro respeitando as condições descritas.



<i>Cor</i>	<i>Preço</i>
Branco	R\$ 3,00
Amarelo	R\$ 4,00
Verde	R\$ 5,00

- a) R\$55,00 b) R\$54,00 c) R\$57,00 d) R\$56,00 e) Impossível

Alternativa Correta					
Situação	A	B	C	D	E
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) ou menor que está sob sua responsabilidade para participar, como voluntário (a), da pesquisa “A EDUCAÇÃO MUSICAL E O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO NA ADOLESCÊNCIA: Estudo correlacional em Psicologia Cognitiva”. Esta pesquisa é de responsabilidade do pesquisador Ricardo Nogueira Maisch que reside na rua José de Alencar, nº471, apt1601 na Boa Vista da cidade de Recife/PE – CEP50070-030, telefone (81) 86189109 e e-mail ricardo.n.maisch@gmail.com, a disponibilidade é de inclusive de ligações a cobrar. A pesquisa está sob orientação do professor Dr. Maurício Haas Bueno cujo o endereço de e-mail mauricio.ufpe@gmail.com

Este documento se chama Termo de Consentimento e pode conter alguns tópicos que o/a senhor/a não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe solicitando, para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido(a) sobre tudo que será feito. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar que o (a) menor faça parte do estudo, rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa nem o (a) Sr.(a) nem o/a voluntário/a que está sob sua responsabilidade serão penalizados(as) de forma alguma. O (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da participação do (a) menor a qualquer tempo, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Com o objetivo de verificar via delineamento quantitativo, se existem relações entre os aspectos cognitivos na educação musical instrumental e o raciocínio lógico-matemático em adolescentes; esta investigação utilizará cinco instrumentos, a saber: (i) roteiro de entrevista semidirigida; (ii) teste de raciocínio auditivo (RAu), (iii) teste de raciocínio abstrato (RA) da BPR-5, (iv) jogo da senha; (v) instrumento de avaliação de desempenho do raciocínio matemático. Na primeira sessão será realizada a aplicação da entrevista semidirigida pelo examinador de forma individual, onde as respostas serão assinaladas na folha de respostas pelo próprio examinador. Será aplicado também o jogo da senha, que será realizado individualmente no computador, sendo o tempo e o número de acertos computados pelo examinador. Para o jogo o participante será instruído durante uma partida realizada pelo próprio examinador, apresentando o objetivo e os mecanismos do jogo, depois desta partida introdutória, então o participante fará a primeira de suas três partidas e as outras subsequentemente. Na segunda sessão será aplicado o instrumento de avaliação do raciocínio auditivo (RAu) e o teste de raciocínio abstrato (RA) ambos no computador e individualmente. Para o teste do RAu será utilizado de fone de ouvido para melhor análise das sequências musicais contidas no instrumento. As instruções serão dadas pelo computador, o examinador lerá junto com os participantes e ficará disponível para possíveis dificuldades. Os resultados dos testes serão apresentados pelo software. Na terceira sessão será disponibilizado para o participante, folha de papel e lápis para responder a prova de raciocínio matemático, este teste pode ser aplicado em grupo, conforme disponibilidade da instituição, do local e número de participantes agendados. A instrução a ser dada antes da realização da tarefa é que em que cada uma das questões possui apenas uma questão alternativa correta e que não haverá tempo mínimo para a execução desta atividade, contudo não será superior a 90 minutos.

As sessões serão marcadas pela instituição de ensino em que seu filho(a) ou o menor sob sua responsabilidade está matriculado para não prejudicar o andamento cotidiano das atividades. Os dados serão organizados e transcritos para protocolos eletrônicos individuais e armazenados em mídia computadorizada pelo próprio examinador por cinco anos.

O uso do computador, das folhas e dos testes que serão utilizados são materiais considerados seguros em que outras pessoas já foram submetidas, mas é possível que ocorra rancor, como nervosismo ou cansaço durante a execução das tarefas, mas estas possíveis dificuldades podem ser

sanadas com a orientação e acompanhamento individualizado dado pelo pesquisador na aplicação das mesmas. Mas mesmo assim a responsabilidade legal e financeira diante de qualquer dano será do pesquisador. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones informados acima. Mas há coisas boas que podem acontecer como descobrir o nível de raciocínio auditivo e o desempenho matemático do participante, além da contribuição em descobrir o papel da música na coparticipação cognitiva do desenvolvimento dos adolescentes.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa que são os resultados dos testes que serão submetidos e da entrevista ficarão guardados em computador pessoal sob responsabilidade do pesquisador (Ricardo Nogueira Maisch), cujo endereço foi acima informado pelo período mínimo de cinco anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para ele/ela participar desta pesquisa. *Se houver necessidade*, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação, por exemplo). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação do voluntário/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo “A EDUCAÇÃO MUSICAL E O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO NA ADOLESCÊNCIA: Estudo correlacional em Psicologia Cognitiva”, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data

Assinatura do (da) menor

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Testemunha 01

Testemunha 02

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você, após autorização dos seus responsáveis legais para participar como voluntário(a) da pesquisa que tem como título “A EDUCAÇÃO MUSICAL E O RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO NA ADOLESCÊNCIA: Estudo correlacional em Psicologia Cognitiva”. Esta pesquisa é de responsabilidade do pesquisador Ricardo Nogueira Maisch que reside na rua José de Alencar, nº471, apt1601 na Boa Vista da cidade de Recife/PE – CEP50070-030, telefone (81) 86189109 e e-mail ricardo.n.maisch@gmail.com, a disponibilidade é de inclusive de ligações a cobrar. A pesquisa está sob orientação do professor Dr. Maurício Haas Bueno cujo o endereço de e-mail mauricio.ufpe@gmail.com.

Este documento se chama Termo de Assentimento e pode conter algumas palavras que você não entenda. Se tiver alguma dúvida, pode perguntar à pessoa a quem está lhe entrevistando, para compreender tudo o que vai acontecer. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Após ler as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema se desistir, é um direito seu. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Queremos saber através desta pesquisa se existem relações psicométricas entre o raciocínio lógico e a educação musical instrumental em adolescentes. Os adolescentes que participarão dessa pesquisa têm de quatorze a dezoito anos de idade. A pesquisa será feita no Conservatório de Música Pernambucano, onde os adolescentes responderão cinco instrumentos de pesquisa, são eles: (i) roteiro de entrevista semidirigida; (ii) teste de raciocínio auditivo (RAu), (iii) teste de raciocínio abstrato (RA) da BPR-5, (iv) o jogo da senha; (v) instrumento de avaliação de desempenho do raciocínio matemático. Para isso, será usado para o teste de raciocínio auditivo(RAu), teste de raciocínio abstrato (RA) e para o jogo da senha o computador respondido individualmente. Para a entrevista semidirigida e o teste de desempenho matemático serão utilizados papel, lápis, borracha e caneta, também respondidos individualmente. O uso do computador e das folhas são considerados seguros, mas é possível ocorrer rícos, como nervosismos ou cansaço durante a execução das tarefas, mas estes podem ser sanados com a orientação e acompanhamento individualizado dado pelo pesquisador na aplicação dos testes. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones informados acima. Mas há coisas boas que podem acontecer como descobrir seu nível de raciocínio auditivo e seu desempenho matemático.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que nos foram fornecidas. Os resultados da pesquisa serão publicados apenas em eventos ou publicações científicas, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa. Todos os dados coletados nesta pesquisa nas entrevistas, os testes e seus resultados ficarão guardados em computador pessoal sob responsabilidade do pesquisador (Ricardo Nogueira Maisch), cujo endereço foi acima informado pelo período mínimo de cinco anos.

Nem você e nem seus responsáveis legais pagarão nada para você participar desta pesquisa. Se você morar longe do Conservatório Pernambucano de Música nós daremos a seus pais dinheiro suficiente para transporte, para também acompanhar a pesquisa.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: (**Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br**).

Pesquisador: Ricardo Nogueira Maisch

ASSENTIMENTO DO MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se tiver), abaixo assinado, concordo em participar do “Estudo sobre as relações entre o raciocínio lógico-matemático e a educação musical instrumental em adolescentes”, como voluntário(a). Fui informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data

Assinatura do (da) menor

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Testemunha 01

Nome:

Assinatura:

Testemunha 02

Nome:

Assinatura:
