

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E
APRENDIZAGEM

FABIANA SILVA RIBEIRO

**O EFEITO DO TREINO MUSICAL SOBRE A CAPACIDADE DA
MEMÓRIA OPERACIONAL E DA COGNIÇÃO NUMÉRICA DE
CRIANÇAS COM DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO**

BAURU
2013

FABIANA SILVA RIBEIRO

**O EFEITO DO TREINO MUSICAL SOBRE A CAPACIDADE DA
MEMÓRIA OPERACIONAL E DA COGNIÇÃO NUMÉRICA DE
CRIANÇAS COM DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem da Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Desenvolvimento e Aprendizagem, sob a orientação da Prof^a Dra. Flávia Heloísa Dos Santos.

BAURU
2013

Ribeiro, Fabiana Silva.

O efeito do treino musical sobre a capacidade da memória operacional e da cognição numérica de crianças com discalculia do desenvolvimento / Fabiana Silva Ribeiro, 2013.

142 f.

Orientador: Flávia Heloísa dos Santos

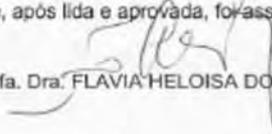
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2013

1. Discalculia do desenvolvimento. 2. Treino musical. 3. Memória operacional. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

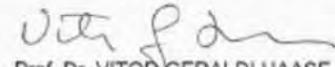


ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de FABIANA SILVA RIBEIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 23 dias do mês de agosto do ano de 2013, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-Graduação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. FLAVIA HELOISA DOS SANTOS do(a) Departamento de Psicologia Experimental e do Trabalho / Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Prof. Dr. CÉSAR ALEXIS GALERA do(a) Departamento de Psicologia / Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. VITOR GERALDI HAASE do(a) Departamento de Psicologia / Universidade Federal de Minas Gerais, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de FABIANA SILVA RIBEIRO, intitulada "O efeito do Treino Musical sobre a capacidade da memória Operacional e da Cognição Numérica de Crianças com Discalculia do Desenvolvimento". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. FLAVIA HELOISA DOS SANTOS


Prof. Dr. CÉSAR ALEXIS GALERA


Prof. Dr. VITOR GERALDI HAASE

Dedico esta dissertação aos meus pais e ao meu irmão, por me apoiarem mesmo em momentos em que não faziam a menor ideia do que eu fazia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a vida.

Aos meus pais, Edson Ribeiro Neto e Maria Bernadete da Silva e ao meu irmão, Edson Ribeiro Junior que me apoiaram mesmo em momentos que não sabiam ao certo e nem a utilidade do que eu fazia, mas que respeitaram os meus momentos de silêncio e viagens em prol da pesquisa.

A Flávia Heloísa Dos Santos, pela paciência, entendimento, conhecimento, por ser muito mais que uma orientadora, mas uma querida amiga, tanto nos momentos acadêmicos, quanto nos pessoais, sempre com suas opiniões, conselhos sinceros e primorosos, além de sempre acreditar em mim.

Ao Paulinho, Paulo Adilson Silva, pela companhia em momentos de angustias estatísticas e também de diversão.

Aos meus queridos amigos Tânia Marques, Vanessa Rosa, Nelson Jr, Aline, Barbara Sinibaldí, Ana Lúcia, Mirian Magno, pela amizade sincera, pelos momentos de diversão em meio ao caos e que também me abrigaram nos momentos sem lar em Assis.

A todos os colegas de curso de pós-graduação que não foram nomeados, mas não menos importantes.

Ao Vinícius Dias que realizou o treino musical com bastante dedicação e carinho.

A todos os integrantes das escolas que me receberam sempre de braços abertos.

As crianças e aos pais/ responsáveis, pela cooperação e participação.

A UNESP que me possibilitou a oportunidade de realização do mestrado.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo subsídio sem o qual não seria possível a realização da pesquisa.

“Se fosse ensinar a uma criança a beleza da música não começaria com partituras, notas e pautas. Ouviríamos juntos as melodias mais gostosas e lhe contaria sobre os instrumentos que fazem a música. Aí, encantada com a beleza da música, ela mesma me pediria que lhe ensinasse o mistério daquelas bolinhas pretas escritas sobre cinco linhas. Porque as bolinhas pretas e as cinco linhas são apenas ferramentas para a produção da beleza musical. A experiência da beleza tem de vir antes”

Rubem Alves

RIBEIRO, F. S. O efeito do treino musical sobre a capacidade da memória operacional e da cognição numérica de crianças com discalculia do desenvolvimento. 2013. 142f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem)-UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2013.

RESUMO

Há evidências de que o treino musical é subsidiado pela capacidade da memória operacional e envolve conceitos matemáticos. Entretanto não se tem muito conhecimento sobre a relação entre as habilidades matemáticas e a memória operacional durante o desenvolvimento das habilidades musicais em crianças com discalculia do desenvolvimento. Foram realizados dois estudos:

Estudo pré-treino: O objetivo foi investigar o perfil de prejuízos das crianças com discalculia do desenvolvimento (DD) comparadas às crianças com desenvolvimento típico (DT) na capacidade intelectual, desempenho escolar, funções executivas, memória operacional, cognição numérica e comportamento emocional. Foram avaliadas 58 crianças de 8 anos etários: grupo DD (N=28) e DT (N= 30). Por meio de testes cognitivos e escalas de comportamento. Os resultados demonstraram que o grupo DD apresentou piores resultados no subteste aritmética do TDE e seu total, assim como em 11 subtestes e no total da Zareki-R em comparação com o grupo DT, em contraste com os dados normativos as crianças com DD apresentaram resultados abaixo do esperado para faixa etária nos subtestes Contagem Oral em Ordem inversa, Estimativa Contextual, Cálculo Mental e no Total da Zareki-R. Crianças com DD apresentaram déficits específicos no processamento numérico e cálculo, resultado compatível com diagnóstico. Além disso, as crianças com DD possuíam reconhecimento sobre sua dificuldade, sendo assim, os sinais de incompetência podem levar a uma visão exacerbada de suas dificuldades, portanto é necessário um diagnóstico especializado para um tratamento adequado.

Estudo pós-treino: O objetivo desse estudo foi verificar os efeitos de duas técnicas do treino musical na capacidade de inteligência, desempenho escolar, funções executivas, memória operacional, cognição numérica e comportamento emocional, por meio de avaliações pré e pós-treino musical em crianças DD e DT. Participaram deste estudo 53 crianças, divididas em quatro grupos de acordo com a ordem da técnica musical recebida: Desenvolvimento Típico, Auditivo-musical depois Rítmica - DTAR (N=14), Desenvolvimento Típico, Rítmica depois Auditivo-musical - DTRA (N= 12), Discalculia do Desenvolvimento, Auditivo-musical depois Rítmica - DDAR (N=14) e Discalculia do

Desenvolvimento, Rítmica depois Auditivo-musical - DDRA (N=13). Os testes neuropsicológicos foram os mesmos utilizados no estudo pré-treino. Os resultados demonstraram que as crianças DDAR obtiveram ganhos para a compreensão numérica, para memória operacional visuoespacial e verbal em comparação com as crianças DDRA, entretanto, a capacidade de cálculo na terceira avaliação ainda estava comprometida. Deste modo, estes achados sugerem que a DD é um transtorno persistente, contudo a ordem dos diferentes tipos de técnica afetam diferentes aspectos da cognição, sendo que a técnica auditivo-musical aplicada primeiro a rítmica apresentaria maiores benefícios como reabilitador em crianças com DD nesta faixa etária.

Palavras chave: Discalculia do Desenvolvimento; Treino Musical; Memória Operacional.

RIBEIRO, F. S. The effect of musical training on the capacity of working memory and numerical cognition in children with developmental dyscalculia. 2013. 142f. Master Dissertation (Master in Psychology of Development and Learning)-UNESP, Faculty of Sciences, Bauru, 2013.

ABSTRACT

There are evidences that musical training is subsidized by the capacity of working memory and involves mathematical concepts. However do not have much knowledge about the relationship between working memory and mathematical skills during the development of musical abilities in children with developmental dyscalculia.

Two studies were conducted:

Pre-training study: The objective was to assess the damage profile of children with developmental dyscalculia (DD) compared to children with typical development (DT) in intellectual ability, school performance, executive functions, working memory, numerical cognition and emotional behavior. The study included 58 children, age of 8 years, divided into two groups, DD group (N = 28) and DT (N = 30). Children were evaluated by cognitive tasks and behavior scales. The results showed that the DD group the worst results in arithmetic subtest and TDE total, as well as 11 subtests and total Zareki-R, compared with DT, in contrast to normative data, the results were lower than expected for the age, in subtests Oral Count in reverse Order, Contextual Estimation, Mental Calculation and Total Zareki-R. DD children showed specific deficits in number processing and calculation, compatible with dyscalculia. In addition, children with DD have recognition of their difficulty, so the signs of inadequacy can lead to a heightened view of the difficulties, thus requires a specialized diagnosis for adequate treatment.

Post-training study: The aim of this study was to investigate the effects of two techniques of musical training on the ability of intelligence, school performance, executive functions, working memory, numerical cognition and emotional behavior, through pre and post musical training in children DD and DT. The study included 53 children, divided into four groups according to the order of the musical training received: Typical Development, Musical Auditory after rhythmic - DTAR (N = 14), Typical Development, Rhythmic after Musical Auditory - DTRA (N = 12), Developmental dyscalculia, Musical Auditory then Rhythmic - DDAR (N = 14) and Developmental dyscalculia, Rhythmic then Musical Auditory - DDRA (N = 13). Neuropsychological tests were the same used in the study pre-training. The results showed that children DDAR made gains in numerical comprehension

and visuospatial and verbal working memory compared to children DDAR. However the ability to calculate in the third assessment was still compromised. Thus these findings suggest that DD is a persistent disorder, however, the order of the different techniques affect different aspects of cognition, and the methodology Musical Auditory after rhythmic to present more benefits such as rehabilitation of children with DD.

Keywords: Developmental Dyscalculia; Musical Training; Working Memory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo de Memória Operacional (BADDELEY, 2000).....	16
Figura 2- Modelo de desenvolvimento da Cognição Numérica (VON ASTER; SHALEV, 2007).....	20
Figura 3- Diferenças observadas para os subtestes da AWMA, porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo.	59
Figura 4- Porcentagens de respostas por questão para o grupo DD.....	64
Figura 5- Porcentagens de respostas por questão para o grupo DT.....	65
Figura 6- Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo em cada Avaliação, no subteste Aritmética do TDE.....	82
Figura 7- Porcentagem média (\pm EP) de acertos para os grupos DDAR e DDRA para a produção numérica nas três avaliações.....	88
Figura 8- Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo DTAR e DTRA para a produção numérica nas três avaliações.....	86
Figura 9- Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DDAR e DDRA para a compreensão numérica nas três avaliações.....	90
Figura 10- Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DTAR e DTRA, para a compreensão numérica nas três avaliações.....	90
Figura 11- Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DDAR e DDRA, para o cálculo nas três avaliações.....	91
Figura 12- Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DTAR e DTRA, para o cálculo nas três avaliações.....	92
Figura 13- Porcentagens de respostas por questão para o grupo DDAR.....	96
Figura 14- Porcentagens de respostas por questão para o grupo DDRA.....	97
Figura 15- Porcentagens de respostas por questão para o grupo DTAR.....	97
Figura 16- Porcentagens de respostas por questão para o grupo DTRA.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DD e DT relativos ao desenvolvimento neuropsicomotor.....	56
Tabela 2- Número de mães em relação ao uso drogas durante a gestação, número de crianças para o tipo de parto, peso ao nascer e frequência no maternal, jardim de infância e pré-primário.....	57
Tabela 3: Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DD e DT para Idade em meses, EDAH e MPC.....	57
Tabela 4- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DD e DT para o TDE e WCST..	58
Tabela 5- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DD e DT para as quatro categorias conceituais da AWMA.....	59
Tabela 6- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DD e DT para a Cognição Numérica.....	61
Tabela 7- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DD e DT para EAM, CDI, ESI e suas quatro dimensões.....	62
Tabela 8- Correlações de Pearson obtidas por meio da associação entre as variáveis, Subtestes da Zareki-R, MPC ,TDE, WCST, subtestes da AWMA, BCPR, EAM, CDI e ESI e BCPR e Teste de Ritmos.	63
Tabela 9- Principais diferenças demonstradas entre os grupos DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para Desempenho escolar, memória operacional e cognição numérica.	81
Tabela 10- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para MPC, TDE e WCST.....	83
Tabela 11- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para BCPR, AWMA e quatro categorias conceituais.....	85
Tabela 12- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para a Cognição Numérica.....	93
Tabela 13- Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos, DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para as Escalas de Comportamento.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS

DD Discalculia do desenvolvimento

DT desenvolvimento típico

DTAR Desenvolvimento Típico, Auditivo-musical depois Rítmica

DTRA Desenvolvimento Típico, Rítmica depois Auditivo-musical

DDAR Discussão Desenvolvimento, Auditivo-musical depois Rítmica

DDRA Discussão Desenvolvimento, Rítmica depois Auditivo-musical

EP Erro Padrão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Desenvolvimento cognitivo da memória operacional.....	15
1.2 Desenvolvimento da cognição numérica.....	18
1.3 Discalculia do desenvolvimento (DD).....	22
1.4 Desenvolvimento da cognição musical.....	28
1.5 O treino musical, memoria operacional, cognição numérica e reabilitação..	31
2. JUSTIFICATIVA	40
3. OBJETIVOS	43
3.1 Geral.....	43
3.2 Especifico.....	43
4. MÉTODOS GERAIS	44
4.1. Participantes	44
4.2. Procedimentos.....	44
5. ESTUDO PRÉ-TREINO	46
5.1 Objetivo.....	47
5.2 Método.....	47
5.3 Materiais.....	48
5.4 Análise Estatística.....	54
5.5 Resultados.....	56
5.6 Discussão.....	66
6. ESTUDO PÓS-TREINO	74
6.1 Objetivo.....	75
6.2 Método.....	75
6.3 Materiais.....	76
6.4 Intervenção.....	77
6.5 Análise Estatística.....	79
6.6 Resultados.....	80
6.7 Discussão.....	99
7. CONCLUSÃO	108
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	109
9. ANEXOS	130

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo trata do perfil cognitivo de crianças com Discalculia do Desenvolvimento (DD) e, sobretudo dos efeitos do desenvolvimento das habilidades musicais por meio do treino musical, envolvendo duas técnicas diferenciadas (Auditivo-musical e Rítmica). Para que todos os aspectos desta dissertação sejam compreendidos, segue uma revisão bibliográfica sobre o desenvolvimento da memória operacional, da cognição numérica e do desenvolvimento da capacidade musical, assim como a associação entre essas funções cognitivas e a conceituação sobre a DD.

1.1 Desenvolvimento cognitivo da memória operacional

A memória é uma característica fundamental a todos os seres vivos, pois, por meio dela se adquire, retém e é possível utilizar informações e conhecimentos (TOMAZ, 1993), sendo assim a aprendizagem e memória são dois processos cerebrais estreitamente relacionados, que causam mudanças adaptativas no comportamento dos organismos (BERNAL, 2005).

Existem diversificados sistemas de memória, dentre os quais a memória operacional está relacionada à ativação mental de informações durante a realização de tarefas cognitivas. Este modelo surgiu para ampliar o conceito de memória de curto prazo, que seria segundo Atkinson e Shiffrin (1968) um armazenador temporário com capacidade limitada, portanto a memória operacional e a memória de curto-prazo são distintas, respectivamente a primeira envolvida com o processamento e a segunda com o armazenamento, pois o modelo sugerido por Baddeley e Hitch (1974) postula um sistema integrado que permite tanto o processamento ativo, quanto o armazenamento transitório de informações, com diversos componentes, envolvidos em tarefas cognitivas tais como compreensão, aprendizagem e raciocínio (BADDELEY, 1992).

Portanto, a memória operacional pode ser definida como um sistema complexo que possui a capacidade de reter e manipular informações por curtos períodos de tempo (BADDELEY; HITCH, 1974). Possui capacidade flexível extremamente importante para o funcionamento cognitivo efetivo nas atividades cotidianas, incluindo o rendimento escolar e profissional (GATHERCOLE, 1999).

Foi adotado para o estudo o sistema com quatro componentes: A **alça fonológica**, que tem a função de armazenar e manipular informações baseadas na fala e apresenta dois subcomponentes: o armazenador fonológico que recebe informação tanto por via direta (apresentação auditiva) quanto por via indireta (apresentação visual), e o processo de reverberação que ocorre serialmente em tempo real e reavém as representações deterioradas no armazenamento fonológico, mantendo-as na memória (BADDELEY; HITCH, 1974). O **esboço visuoespacial**, armazena informações visuais e espaciais, como lembrar formas e cores, locais e velocidade de objetos no espaço. Esse também está envolvido em tarefas que necessitam planejamento de movimento no espaço (BADDELEY, 2000). O esboço visuoespacial pode ser dividido em subcomponentes: armazenador visual e mecanismo espacial (LOGIE, 1995). O **executivo central** é o sistema controlador da atenção que não exhibe especificidade modal, possui capacidade atencional limitada e é supostamente responsável pelo processamento de tarefas cognitivas (BADDELEY, 1992). Está relacionado à organização de aprendizagem e planejamento das informações (REPOVS; BADDELEY, 2006), coordenação do fluxo de informações através da memória operacional, a recuperação de sistemas cristalizados, como à memória de longo prazo, sistemas semânticos visuais, linguagem e a aplicação de estratégias de raciocínio lógico e a aritmética mental (BADDELEY, 1986; HITCH, 1980). E o **retentor episódico**, que integra e armazena informações fonológicas, visuais, espaciais e da memória de longo prazo, temporariamente em uma representação episódica única, porém com códigos multidimensionais (BADDELEY, 2000, ver figura 1).

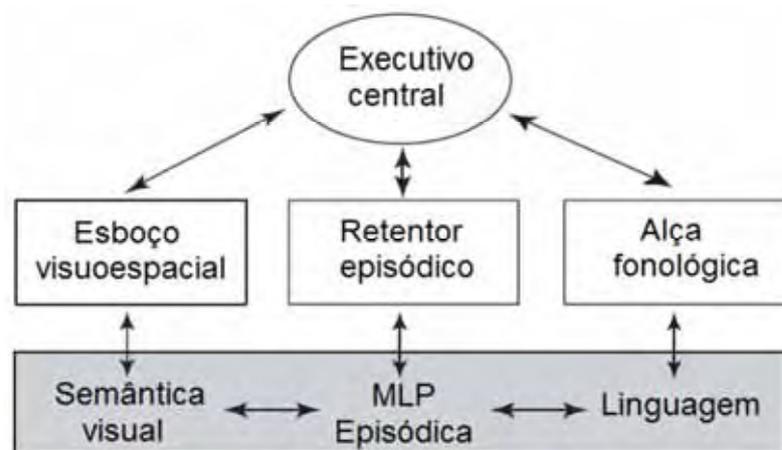


Figura 1. Modelo de Memória Operacional (BADDELEY, 2000).

Quanto ao desenvolvimento de cada componente, investigações relacionadas à alça fonológica evidenciaram mudanças específicas para esta habilidade mesmo em crianças muito

jovens, entretanto o processo de ensaio subvocal surgiria a partir dos 7 anos de idade (GATHERCOLE; HITCH, 1993; GATHERCOLE et al., 2004), todavia é sensível à semelhança fonológica e a extensão da palavra em grupos etários mais jovens, entre 3 a 5 anos de idade (GATHERCOLE; ADAMS, 1994). A capacidade da memória fonológica nas crianças tem consequências importantes para a sua competência na aprendizagem de novas palavras, logo uma capacidade abaixo do esperado para a idade são encontradas em crianças com prejuízos na linguagem, o que pode ser o cerne da incapacidade para desenvolver a habilidade para linguagem (GATHERCOLE, 1998; SANTOS; BUENO, 2003; SANTOS et al., 2012).

O desenvolvimento de mudanças do esboço visuoespacial durante a infância têm sido o menos pesquisado, quando comparado à alça fonológica, porém existe uma compreensão básica de algumas alterações significativas no seu funcionamento (GATHERCOLE, 1998).

Em uma investigação realizada com crianças pré-escolares com paralisia cerebral, para observação da reorganização cerebral por meio do teste de blocos de Corsi, que avalia a capacidade do esboço visuoespacial, encontrou resultados que condiziam com a modularidade da alça fonológica e do esboço visuoespacial mesmo em lesões congênitas (SANTOS, 2002), ou seja, a ciência de que a memória operacional compreende um conjunto de habilidades mediadas por diferentes módulos do sistema nervoso, que funcionam de maneira independente, porém em conjunto (XAVIER, 1996). Wilson, Scott e Power (1987) mostraram que a extensão da memória visual em crianças com desenvolvimento típico, aumenta substancialmente e regularmente entre 5 a 11 anos.

Logo, a capacidade de cada componente da memória operacional aumenta linearmente da infância até o início da adolescência (SANTOS et al., 2012; GATHERCOLE, 1998; BLOEMERT, 2011; INJOQUE-RICLE, BARREYRO, BURIN, 2012; ALLOWAY; RAJENDRAN; ARCHIBALD, 2008; ALLOWAY; PASSOLUNGHI, 2011). Apesar da semelhança no desenvolvimento das funções. Ademais as relações entre os componentes da memória operacional podem variar em desempenho, o executivo central possui íntima conexão com a alça fonológica e o esboço visuoespacial, que são relativamente independentes. Esta organização estrutural da memória operacional permanece constante no decorrer da infância (GATHERCOLE et al., 2004).

1.2 Desenvolvimento da cognição numérica

Cohen Kadosh e Walsh (2009) postularam que a cognição numérica relaciona-se com os padrões de ativação que são modulados pela magnitude numérica transmitida pelo número. Por exemplo, a quantidade de dois pode ser representado de diversas maneiras, tais como: i) uma palavra ("dois"), um número (2), numeração romana (II), não simbolicamente (• •), com os dedos, em uma série temporal (por exemplo, uma batida de bateria) ou com outras palavras (par, duo) que transportam à semântica, bem como significado numérico.

Estudos demonstram que a compreensão implícita de numerosidade, ordinalidade, contagem e aritmética simples, que se desenvolvem gradualmente com o passar dos anos, assim como a linguagem, estão presentes desde o início do desenvolvimento humano como um sistema biologicamente primário, e também de outras espécies animais, sugerindo sua abrangência universal (CANTLON; PLATT; BRANNON, 2008; GEARY; 1995; 2000; GEARY et al., 2009; LIBERTUS; FEIGENSON; HALBERDA, 2011).

Geary (1995) pesquisou as habilidades numéricas para cada fase da vida e verificou uma capacidade inata para habilidades quantitativas em bebês. Esse sistema biológico primário de habilidades quantitativas inclui a compreensão implícita de numerosidade, ordinalidade, contagem e aritmética simples. Essas capacidades se desenvolvem gradualmente no decorrer dos anos pré-escolares, juntamente com a linguagem e sua estruturação, mesmo sem educação formal (GEARY, 2000). Com a entrada no Ensino Fundamental, suas habilidades quantitativas se tornam secundárias, pois, passam a ser determinadas pelo sistema de ensino da cultura onde estão inseridas. Segundo Geary (1995) as habilidades secundárias se formam a partir das primárias, e por dependerem do sistema de ensino cultural, não existem modelos universais como há para as habilidades primárias, resultando em diferenças significativas entre nações e gerações.

Dehaene (1997) sugere que o senso numérico seria uma capacidade inata para reconhecer, comparar, somar e subtrair pequenas quantidades sem recurso da contagem, ou seja, sem verbalização em uma linha numérica, que é orientada espacialmente e representa quantidades. O senso numérico envolve uma forma limitada de intuição sobre os números e codifica apenas números inteiros positivos e suas relações de proximidade.

Von Aster e Shalev (2007) defenderam que as habilidades numéricas, geneticamente determinadas como o senso numérico, sofreria uma transição a partir da fase pré-verbal, passando pela fase escolar, até a idade adulta, que culminaria no desenvolvimento da linha

numérica. Os autores postularam que a linha numérica mental é um produto da experiência, do desenvolvimento neuroplástico, que requer mais do que um sistema numérico intacto, necessitaria de imagens visuais, da linguagem e funções da memória operacional, que ocupam um lugar importante durante a pré-escola e os anos da escola primária.

McCloskey, Caramazza e Basili (1985) partiram do pressuposto de que as habilidades para entender e produzir números são diferenciadas da habilidade para o cálculo (COHN, 1961; GREWEL, 1969), portanto esses autores desenvolveram um modelo de cognição numérica que distingue o sistema de processamento numérico do cálculo, desta forma o Processamento Numérico, se dividiria em dois componentes, a **Compreensão Numérica**, que envolve o entendimento de símbolos numéricos e a **Produção Numérica** que inclui a leitura, escrita e contagem de números, e finalmente o **Cálculo**, para realização de operações matemáticas por meio de símbolos ou palavras (operações de adição, subtração, multiplicação e divisão).

De acordo com McCloskey, Caramazza e Basili (1985), o Cálculo seria o mais complexo, pois além de envolver o processamento numérico, compreenderia outros mecanismos cognitivos como: o processamento de símbolos operacionais (+) ou palavras (mais) que identificam a operação a ser realizada; a recuperação de fatos aritméticos básicos (como a tabuada) e a execução dos procedimentos do cálculo (somar dois números com vários dígitos, escrever os dígitos em locais específicos, recuperar a soma dos algarismos, mudanças de estratégias e etc.), sendo que este modelo seria ainda influenciado por fatores biológicos, cognitivos, educacionais e culturais.

Todos esses componentes seriam ativados em qualquer tarefa numérica, da mesma forma que a memória operacional. Esse modelo foi desenvolvido com base em informações sobre a análise de processamento de mecanismos cognitivos associados aos números e no estudo do desempenho aritmético de indivíduos com lesão cerebral (MCCLOSKEY, 1992). Em contraposição, Campbell e Clark (1992) descreveram que o processamento de informações auditivas e visuais das operações matemáticas ocorre por interação de áreas cerebrais, que individualmente codificadas permitem a recuperação da informação memorizada.

Dehaene e Cohen (2000) propuseram o modelo “código triplo”, que postula três principais representações dos números: visual arábico, verbal e analógico. Pode-se passar da forma verbal à forma visual (escrever sob ditado) e inversamente (ler os números arábicos)

sem necessariamente ativar a "representação analógica das quantidades numéricas" (sem associar os números à quantidade que eles representam).

O Modelo de desenvolvimento da Cognição Numérica possui quatro passos (VON ASTER; SHALEV, 2007, Figura 2): 1) Maternal– consiste em um sistema central de representação numérica cardinal inata e funções adjacentes (*subitizing* – um processo automático para determinar a magnitude de um pequeno conjunto de itens, que fornece o entendimento básico dos números; 2) Pré-escola – período em que as crianças aprendem a associar um número de objetos ou eventos a palavras ouvidas (representação verbal) e escritas; 3) No Ensino Fundamental os números são associados aos dígitos sob a forma Arábica, com o desenvolvimento da simbolização numérica; 4) Com o ensino formal e o passar do tempo, a linha numérica mental se desenvolve, a ordinalidade é adquirida, se tornando um segundo sistema central de representação numérica, cuja capacidade aumenta gradualmente no decorrer dos anos, assim como a memória operacional. Portanto o Passo 1 é uma pré-condição para os seguintes Passos, respectivamente 2, 3 e 4 . Este modelo é preditor de disfunções neuropsicológicas em crianças com DD. Há evidências de que crianças com dificuldades em aprendizagem matemática possuem baixa capacidade de memória operacional (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004), o que sugere uma possível associação entre a memória operacional e o desenvolvimento da linha numérica.

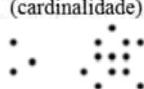
Capacidade da Memória Operacional	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4
Representação Cognitiva	Sistema central de magnitude (cardinalidade)  Quantidade concreta	Sistema verbal de números /um/ dois/... Números em palavras	Sistema arábico de números. ...,13, 14, 15,... Dígitos	Linha numérica mental.  Imagem espacial
Área Cerebral	Bi-parietal	Pré frontal esquerdo	Bi-occipital	Bi-parietal
Habilidade	Aproximação, Comparação	Contagem verbal, estratégias de contagem, recuperação de fatos.	Escrita de contas, impar/par.	Aproximação de cálculos, Pensamento aritmético.
	Maternal	Pré-escolar	Escolar	

Figura 2. Modelo de desenvolvimento da cognição numérica (VON ASTER; SHALEV, 2007).

Espera-se que crianças no Ensino Fundamental tenham domínio dos números, sobre o sistema decimal, que consigam traduzir e reproduzir números de um tipo de representação para outra (p. ex., verbal: “sessenta e seis”, para Arábica: “66”), é esperado também que aprendam aritmética básica, assim como procedimentos computacionais, que são utilizados para resolução de exercícios aritméticos mais complexos. O primeiro grau de dificuldade é identificar os tipos de problemas matemáticos, traduzir e integrar representações verbais em representações matemáticas (GEARY, 2000). No Ensino Médio, as complexidades desses problemas aumentam, adquirindo procedimentos de várias etapas e em adultos as habilidades quantitativas são ligadas àquelas adquiridas no Ensino Fundamental e Médio (GEARY; FRENCH; WILEY, 1993).

Importante mencionar, que as diferenças individuais na inteligência verbal, visual e espacial são fortes preditores da realização escolares, a capacidade de aprender em ambientes não escolares, e uma variedade de outros resultados, incluindo a realização matemática, produtividade no trabalho (GOTTFREDSON; DEARY, 2004).

Em relação ao desenvolvimento da cognição numérica e a capacidade da memória operacional, estudos demonstram que crianças de 7 a 8 anos de idade, possuem o desempenho em matemática altamente correlacionada com o componente executivo central, seguido pela alça fonológica (HENRY; MACLEAN, 2003). Como um sistema de supervisão, o executivo central facilitaria o emprego de estratégias apropriadas para a resolução de problemas matemáticos (BARROUILLET; LEPINE, 2005; BULL; JOHNSTON; ROY, 1999; GEARY et al., 2004) alocando os recursos de atenção para implementar a execução da estratégia. Gathercole e Pickering (2000) concluíram que as medidas para testar o executivo central compartilham vínculos significativos com os resultados de testes padronizados para crianças na aritmética mental aos 7 e 8 anos de idade.

Em contraponto, uma amostra de crianças com 8 a 11 anos de idade, demonstrou que a supressão articulatória é significativamente danificada em crianças com prejuízos na matemática (ADAMS; HITCH; DONLAN, 1998), sugerindo um importante papel da alça fonológica. Outros autores têm sugerido que a alça fonológica está envolvida na transformação dos símbolos e sequências de números, quando apresentados verbalmente durante a resolução de problema de aritmética em crianças. Outros estudos sugerem que participa ativamente quando há a necessidade de transformar símbolos e sequências numéricas em um código verbal, quando da utilização de estratégias de contagem verbal

durante a resolução de um problema de aritmética básica (BADDELEY; LOGIE, 1987; GEARY et al., 1996; GEARY; FRENCH; WILEY, 1993; LOGIE; GILHOOLY; WYNN, 1994; MIURA et al., 1999). Entretanto, Holmes e Adams (2006) observaram que em um grupo de crianças com desenvolvimento típico de 6 a 9 anos de idade, o executivo central e o esboço visuoespacial estavam correlacionados à realização da matemática (HOLMES; ADAMS, 2006; GATHERCOLE; PICKERING, 2000). Portanto, pesquisadores supõem que a memória visuoespacial (representada pelo esboço visuoespacial) funcionaria como um quadro mental para apoiar a representação numérica, como; alinhamento em colunas, contagem e tarefas de aritmética (D'AMICO; GUARNERA, 2005; GEARY, 1990; MCLEAN; HITCH, 1999). Associações têm sido demonstradas ainda entre a memória visuoespacial e a codificação dos problemas apresentados visualmente (LOGIE; GILHOOLY; WYNN, 1994; TRBOVICH; LEFEVRE, 2003) e de operações com múltiplos dígitos (HEATHCOTE, 1994).

A capacidade da memória visuoespacial prevê exclusivamente o desempenho em problemas não verbais, tais como somas apresentadas em blocos, para crianças pré-escolares (RASMUSSEN; BISANZ, 2005), assim como na resolução de problemas (PASSOLUNGI; MAMMARELLA, 2010). Entretanto apenas a disfunção na aquisição das habilidades básicas, para somar, subtrair, multiplicar e dividir, além do processamento numérico parece estar afetado em crianças com DD (SHALEV, 2004; RUBINSTEN; HENIK, 2008), essa informação será retomada mais adiante.

1.3 Discalculia do Desenvolvimento (DD)

A DD é descrita como uma dificuldade no desempenho da matemática em decorrência de um prejuízo específico das funções cerebrais, envolvidas no processamento matemático (KOSC, 1974). O termo DD refere-se a um transtorno de aprendizagem específico, pois afeta significativamente a aquisição normal das habilidades aritméticas (GROSS-TSUR; MANOR; SHALEV, 1996; SHALEV, 2007). Nos manuais médicos é chamada de “Transtorno da Matemática” (APA, 2002) e “Transtorno específico de habilidades aritméticas” (OMS, 1994), sendo caracterizada por um desempenho em aritmética muito abaixo do esperado para a idade, em crianças com inteligência normal em testes padronizados e especializados para a avaliação da cognição numérica, que não possa ser justificado por déficits sensoriais ou falta de acesso ao ensino formal adequado. As crianças demonstram dificuldade na realização de operações simples de adição, subtração, multiplicação e divisão (OMS, 1994), porém as

habilidades verbais tendem a permanecer satisfatórias (DENNIS; BERCH; MAZZOCCO, 2009). O rendimento escolar nesta disciplina especificamente possui um atraso significativo, evidente também em atividades da vida diária que demandem a utilização das habilidades matemáticas (APA, 2002). Rotzer et al. (2009) acrescentaram que o diagnóstico da DD poderia ser estabelecido por prejuízos de pelo menos um desvio padrão em três subtestes dos 11 da Zareki-R ou em seu total.

É importante mencionar que com o DSM-V ocorreram mudanças nos critérios diagnósticos dos transtornos de aprendizagem, que anteriormente no DSM-IV era composto por três categorias (Transtorno da Leitura, Transtorno da Matemática, Transtorno da Expressão Escrita), passaram a fazer parte de uma classe com especificadores de curso usados para identificar as manifestações atuais dos transtornos de aprendizagem, expandindo os critérios atuais de diagnóstico psicométricos, incluindo o histórico clínico e observação dos prejuízos de aprendizagem, bem como os resultados dos testes de aprendizagem. Uma das possíveis consequências negativas da proposta de misturar as categorias propostas em apenas uma, é a possibilidade de focalização em apenas uma das manifestações, principalmente a dislexia, que seria o transtorno de aprendizagem mais comum (TANNOCK, 2013). No entanto essas mudanças afetam ainda diversas características como a prevalência, sensibilidade, especificidade e comorbidade (MCGRATH; WALTERS, 2012).

Estudos neuroanatômicos, genéticos e epidemiológicos sugerem que a DD é uma desordem de etiologia neurobiológica, que pode ser potencializada por diversas causas, como baixo peso ao nascer, epilepsia e exposição pré-natal ao álcool (KOPERA-FRYE; DEHAENE; STREISSGUTH, 1996; DELLATOLAS et al., 2000; HASKELL, 2000; ROTZER et al., 2009; SHALEV, 2004), assim como o atraso no desenvolvimento, problemas de linguagem, experiências perceptuais, motoras, memória, déficits socioeconômicos e problemas emocionais (HASKELL, 2000; DELLATOLAS et al., 2000; YOUNG; WU; MENON, 2012).

Sua prevalência varia de 3 a 8 % na população mundial (SHALEV; GROSS-TSUR, 2001; SHALEV, 2004; LEWIS; HITCH; WALKER, 1994; WESTWOOD, 2008; LUCANGELI; TRESSOLDI; CANDIA, 2005; WADLINGTON; WADDLINGTON, 2008), a discrepância na prevalência decorre de uma série de fatores como o diagnóstico, pois alguns autores consideram uma amostra com nota de corte entre idade matemática e a diferença da idade cronológica, outros o quartil de prejuízos apresentados, além disso, algumas das pesquisas não descrevem qual o diagnóstico utilizado, o que influenciaria nos critérios de

inclusão para formação da amostra (BUTTERWORTH, 2005; GROSS-TSUR; MANOR; SHALEV, 1996; SHALEV; GROSS-TSUR, 2001; MAZZOCCO; MC CLOSKEY, 2005; RUBINSTEN; HENIK, 2005; KOONTZ; BERCH, 1996; KUCIAN et al., 2011, WILSON; DEHAENE, 2007).

A DD atinge igualmente meninos e meninas (GROSS-TSUR et al., 1996; KOUMOULA et al., 2004; SHALEV; AUERBACH; MANOR; GROSS-TSUR, 2000; VON ASTER; SCHWEITER; ZULAUF, 2007). A literatura demonstra que 40% dos indivíduos com diagnóstico de DD, depois de seis anos continuaram a apresentar prejuízos na aritmética, demonstrando resultados abaixo do esperado para ano escolar, este dado demonstra que a DD segue um curso crônico da infância ao final da adolescência (SHALEV et al., 2007; SHALEV, MANOR, GROSS-TSUR, 2005).

De acordo com Rubinsten e Henik (2008), existiriam diferenças entre a DD e a Dificuldade na Aprendizagem Matemática (DAM). Ambos teriam como cerne prejuízos em relação à cognição numérica, entretanto o termo DD seria reservado para um déficit central nas habilidades matemáticas (como a dificuldade para o processamento de quantidades), constituiria um transtorno mais grave, com origem genética ou de prejuízos congênitos associados aos substratos anatomofisiológicos diretamente relacionados com a maturação da cognição numérica, em que as crianças apresentam prejuízos severos no processamento numérico básico, relacionado à capacidade inata de magnitude numérica, descrita como senso numérico, ou seja, parece ser relativamente independente da deficiência em outras habilidades cognitivas (KOSC, 1970; MAZZOCCO; FEIGENSON; HALBERDA, 2011).

Por outro lado, a DAM estaria associada a dificuldades menos severas na cognição numérica e seria causada por diversos déficits cognitivos, como prejuízos na memória operacional, na atenção e funções executivas (MAZZOCCO; FEIGENSON; HALBERDA, 2011), principalmente no aspecto em que se refere à aquisição da habilidade matemática durante a escola primária (ARSIC et al., 2012). Assim, a DD e a DAM se manifestariam por meio de comportamentos diferentes em estágios iniciais do desenvolvimento. No entanto, às vezes eles se manifestam em comportamentos semelhantes mais tardiamente, por causa da influência de vários fatores de desenvolvimento (KARMILOFF-SMITH, 2006), como escolaridade e ambiente social (NEUMÄRKER, 2000). Logo, para que haja uma reabilitação é necessário diferenciar a DD da DAM, de acordo com suas diferenças de etiologia e gravidade fenotípica (PRICE; ANSARI, 2013).

Quanto às características dos prejuízos em crianças com DD, autores argumentam que o processamento numérico, como a avaliação de quantidades, parece ser influenciado pelo Quociente de inteligência (QI), visto que a capacidade intelectual poderia atuar sobre os domínios cognitivos que concernem ao aprendizado escolar (SHALEV et al., 1998; SHALEV; MANOR; GROSS-TSUR, 2005; SILVA; SANTOS, 2012; LANDERL; KOLLE, 2009). Além disso, as crianças com DD apresentam uma desconexão entre os conceitos de numerosidade e símbolos (ROSSELLE; NOEL, 2007), pois, se de um lado, existe o conhecimento dos números e dos procedimentos aritméticos, de outro, há uma incapacidade para resolver um exercício complexo de aritmética (TEMPLE, 1994).

As hipóteses para a DD levantadas por Wilson e Dehaene (2007) baseadas na cognição numérica de adultos e na literatura sobre o tema, propõem que, se houver um único "déficit central", provavelmente seria devido a um, dos seguintes déficits: Primeiramente no senso numérico, ou na representação não simbólica do número. Esse déficit poderia ser causado por comprometimento estrutural ou funcional, na região do sulco intraparietal. Seus sintomas incluem prejuízos na compreensão do significado numérico, sendo que déficits em tarefas que envolvem esta área estão associados a exercícios não simbólicos, como a comparação aproximada de pontos, mas também as tarefas simbólicas de comparação numérica, adição e subtração, e esta relacionada ainda à redução da atividade automática de quantidade para números e dígitos. Devido a estes aspectos serem básicos para a cognição numérica, estariam propensos a causar um atraso no desenvolvimento em todos os aspectos da matemática, com exceção dos processos altamente verbais, como contagem e recuperação de fatos numéricos.

A outra hipótese dos autores Wilson e Dehaene (2007) são de que existiriam prejuízos em conexões entre as representações simbólicas e não simbólicas. A diferença entre o primeiro caso seria o menor comprometimento em tarefas não simbólicas. Dentro dessas duas possibilidades existiriam então, diferentes tipos de DD, de um ponto de vista neuroanatômico:

Uma com um déficit na representação simbólica verbal, relacionada ao comprometimento no giro angular, nas áreas frontais e/ou temporal inferior esquerdo da linguagem, ou no núcleo da base esquerda. Isso poderia resultar em dificuldades de aprendizagem e recuperação de fatos aritméticos (particularmente para multiplicação) e, possivelmente, também para aprender sequências de contagem. A segunda envolveria uma disfunção frontal, que poderia ocasionar dificuldades na recuperação de fatos aritméticos, mas

que, além disso, resultaria em dificuldades na estratégia e uso de procedimentos matemáticos (WILSON; DEHAENE, 2007). Um terceiro tipo possuiria déficit de atenção espacial, devido a uma disfunção parietal posterior. Este tipo de deficiência poderia estar ligado ao sistema de rastreamento e, portanto, resultando em dificuldades de subtização. Ele também pode derivar dificuldades na percepção de informações de quantidade não simbólica, e na sua manipulação. No entanto, devido ao estreito entrelaçamento das representações espaciais e numéricas, este subtipo pode ser difícil de ser identificado visto que se assemelha a aquele ligado ao senso numérico (WILSON; DEHAENE, 2007).

De acordo com as hipóteses citadas por Rousselle e Noel (2007) que observaram que as crianças com DD apresentam prejuízos para as quantidades simbólicas ao invés de comparações não simbólicas, outros pesquisadores evidenciaram que apesar da dificuldade simbólica, as crianças com DD possuíam capacidade acima do esperado para a memória operacional verbal, inteligência visual e habilidades de linguagem (LANDERL; BEVAN; BUTTERWORTH, 2004; GEARY et al., 2008). Por outro lado, Price et al. (2007) encontraram deficiências em comparações não-simbólicas.

Silva e Santos (2012) investigaram a representação numérica (processamento numérico e cálculo) e memória operacional em crianças com transtornos de aprendizagem, que incluíam dificuldade em aritmética (CDA) e observaram que essas apresentavam maior comprometimento em tarefas de ditado de números, cálculo mental e problemas aritméticos, quando comparadas às crianças com transtornos de aprendizagem em leitura e escrita (SDA). Os autores demonstraram que crianças CDA apresentam prejuízos específicos para a memória operacional visuoespacial e comprometimento no processamento numérico e no cálculo, em relação ao cálculo, esses resultados se justificariam por falhas na escolha da operação aritmética apropriada à resolução dos problemas, assim como erros na realização dos procedimentos aritméticos, propriamente ditos, apresentando um perfil compatível com DD, caracterizado por prejuízos na representação numérica tanto no que concerne ao cálculo, quanto ao processamento numérico simbólico, ou seja, prejuízos na capacidade simbólica e não simbólica (ROTZER et al., 2009).

Diversos estudos apontam a memória operacional (BADDELEY, 2000; BADDELEY; HITCH, 1974) como uma possível explicação para déficits na cognição numérica (ALLOWAY et al., 2009). Nesse sentido a alça fonológica possui papel importante na realização de cálculos, assim como nas instruções que devem ser lembradas (SCHUCHARDT et al., 2006). O esboço visuoespacial pode servir como um quadro negro mental que suporta a

representação mental (ALLOWAY, 2006) e representa algumas formas de conhecimento conceitual (GEARY, 2004). O executivo central gere as diferentes etapas do processamento de cálculo e permite que as estratégias sejam mais elaboradas (ANDERSSON; LYXELL, 2007).

Em apoio a esta hipótese, vários estudos têm demonstrado que crianças com dificuldades matemáticas possuem menores escores no desempenho de testes de memória operacional, assim como relacionados aos seus componentes, tais como a alça fonológica (HITCH; MCAULEY, 1991; KOONTZ; BERCH, 1996; MCLEAN; HITCH, 1999), esboço visuoespacial (MCLEAN; HITCH, 1999). Estes resultados podem ser fortes indicadores de uma ligação entre o déficit de memória operacional e as dificuldades relacionadas à cognição numérica (LANDERL; BEVAN; BUTTERWORTH, 2004).

O tratamento de crianças e adolescentes com DD é uma questão complexa, devido à heterogeneidade da doença e as comorbidades frequentemente associadas ao transtorno. Para um melhor prognóstico é necessário que o tratamento seja feito sob medida, de acordo com os resultados revelados na avaliação diagnóstica, por vezes esses podem ser acompanhados de outros transtornos de aprendizagem, de humor, como a ansiedade frente à matemática, depressão, estresse e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) (RUBINSTEN; TANNOCK, 2010; GALONSKA; KAUFMANN, 2006; DOWKER, 2005; WRIGHT et al., 2002; VON ASTER; SHALEV, 2007; WU et al., 2013).

Os achados de Young, Wu e Menon (2012) e Krinzinger, Kaufmann e Willmes (2009) enfatizam que a ansiedade matemática é um tipo genuíno de estímulo e situação específica de ansiedade, ou seja, estes autores encontraram padrões de atividade cerebral específicas para ansiedade matemática que não estavam relacionadas à ansiedade geral, inteligência, memória operacional ou a habilidade de leitura.

Fatores escolares, como o prejuízo em alguma capacidade de aprendizagem, podem gerar ou agravar o estado de depressão, pois ela não ocorre de forma isolada, mas associada a outras dificuldades, principalmente sociais. Vários estudos têm afirmado que sintomas depressivos em estudantes podem causar declínio no desempenho escolar, danos à atenção, perda de interesse e danos no processo cognitivo (CRUVINEL; BORUCHOVITCH, 2004; BAPTISTA et al., 2006; BARBOSA, 2004; PÉREZ; URQUIJO, 2001; BANDIM et al., 2008).

Além disso, crianças com DD possuem conhecimento sobre suas dificuldades em relação à matemática, o que pode torná-las inseguras devido a sua condição, frequentemente

possuem medo de enfrentar novas experiências de aprendizagem porque supõem que não são capazes de evoluir (JOSÉ; COELHO, 1997), portanto desenvolvem a crença disfuncional de baixa capacidade, que envolve uma autoavaliação de seu conhecimento e incapacidade de lidar com as demandas do ambiente (BANDURA, 1997). Assim, um baixo autoconceito em matemática significa que o indivíduo pode lidar mal com as demandas de situações estressantes que envolvem matemática.

Portanto, as crianças com DD que não recebem acompanhamento podem ter suas possibilidades acadêmicas e profissionais restringidas (RIVERA-BATIZ, 1992). A reabilitação realizada criteriosamente tem demonstrado ótimos resultados (COWAN; SAXTON, 2010), portanto, apesar dos riscos de persistência dos prejuízos na capacidade da cognição numérica, estes podem diminuir se tratados (GOTTFREDSON; DEARY, 2004; ROURKE; CONWAY; 1997; SNYDER; BAMBARA, 1997; LAMMINMAKI; AHONEN; TODD DE BARRA, 1997).

1.4 Desenvolvimento da Cognição Musical

A música é um processo contínuo de construção que envolve perceber, sentir, experimentar, imitar, criar e refletir (BRITO, 2003). É a manifestação de uma organização de sinais musicais, os quais são sons que exprimem a interpretação original de quem compôs ou a executa (NASCIMENTO, 2005). Portanto, a capacidade musical, assim como a linguagem é um produto inato e das interações sociais, deste modo a música é uma dimensão necessária e integrante do desenvolvimento humano (CROSS, 2001).

A música parece ativar regiões muito primitivas do cérebro (HUDSON, 2011), como o córtex auditivo primário e o tálamo (KOELSCH; SIEBEL, 2005). De acordo com pesquisadores, nosso corpo reage fisiologicamente à recepção musical (THAUT; KENYON 2003; HASAN; THAUT 2004). Isto implica que mesmo os bebês possuem o potencial inerente para responder à música e às construções matemáticas que ela contém. Inicialmente os fetos respondem à música no ambiente, ou seja, no início da gestação, portanto momento em que ainda não existiria a audição o som filtrado pelo embrionário, é o ritmo, conseqüentemente esse atributo se desenvolveria primariamente e seria mais enfatizado do que a melodia durante o desenvolvimento (GILMORE, 2003). Os bebês por volta do 6º mês de gestação possuem a capacidade de ouvir (WERNER; VANDENBOS, 1993;

WOODWARD et al., 1992), por conseguinte ficam mais reativas aos sons externos, o que os faz movimentar em reação aos mesmos (ABRAMS et al., 1998).

De acordo com os estudos realizados em relação ao desenvolvimento das capacidades auditivas musicais (ser sensível as oitavas de equivalência, discriminação de tons, e contorno melódico) e rítmicas (similaridade de padrões rítmicos e mudanças no tempo). Pesquisas demonstram que a idade é o fator preponderante, ou seja, existiria um período sensível na percepção auditiva que é atingida por volta dos 8 anos de idade, com indícios de que o desenvolvimento mais significativo ocorra dos 6 aos 7 anos (PETZOLD, 1969; TILLMANN, 2008; KRUMHANSL, 1990; TILLMANN; BHARUCHA; BIGAND, 2001).

Algumas pesquisas argumentam que o ritmo é o aspecto fundamental da música, os ritmos consistem em sequências de eventos sonoros e silêncios (TRAINOR; CORRIGALL, 2010). A hipótese em destaque é que o cérebro utilizaria dois processos organizacionais perceptivos básicos para codificar as informações temporais, para a recuperação e a produção de padrões rítmicos (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983). Para tanto é fundamental a extração de métricas (divisão de uma linha musical em compassos marcados por tempos fortes e fracos) e esta habilidade é essencial, pois permite que as pessoas cantem, dançam e toquem instrumentos musicais conjuntamente, em sincronia. Ele também distingue os humanos da maioria das outras espécies. Evidências sugerem que poucas espécies são capazes de sincronizar uma batida a partir de uma audição externa, os que conseguem são aqueles que também são capazes de imitação vocal (SCHACHNER et al., 2008).

Isto sugere que a estrutura métrica é provavelmente fundamental para o sistema complexo de comunicação, música e linguagem. As crianças processam o ritmo precocemente, por volta dos 2 a 5 meses de idade, as crianças são capazes de discriminar padrões rítmicos simples (CHANG; TREHUB, 1977; DEMANY; MCKENZIE; VURPILLOT, 1977). Em suma, tanto para crianças, quanto para os adultos, o ritmo musical está intimamente ligado aos movimentos rítmicos, entretanto não está claro por quanto tempo esse período de plasticidade para diferentes tipos de ritmos persistem. No entanto, a percepção de ritmo e sua produção continuam a ser refinados ao longo da infância, mesmo na ausência de formação musical formal (DRAKE; JONES; BARUCH, 2000).

A estrutura auditivo-musical envolve vários aspectos que interagem, entretanto possuem diferentes trajetórias no desenvolvimento. O nível mais básico são os tons individuais, que tipicamente são representados por uma frequência singular, quando em conjunto, são chamados de harmônicos. O sistema auditivo, mediante a escuta de um som

analisa esta informação e extrai a percepção do tom que normalmente corresponde à frequência fundamental. Durante o último mês antes do nascimento, o feto responde a mudanças de tom de cerca de uma oitava (HEPPER; SHAHIDULLAH, 1994; LECANUET et al., 2000), sendo que crianças com dois meses de idade são capazes de reconhecer melodias familiares (PLANTINGA; TRAINOR, 2009). Entretanto a capacidade de reproduzir melodias se iniciaria, apenas por volta do primeiro ano de idade (HANNON; TREHUB, 2005; HANNON; SOLEY; LEVINE, 2011). A discriminação de tom melhora rapidamente ao longo dos meses após o nascimento, apesar de só alcançarem os níveis de um adulto entre 8 a 10 anos de idade (WERNER; MAREAN, 1996), com um nível mais apurado alcançado somente com a estimulação musical.

De maneira geral os estudos demonstram que a habilidade rítmica estaria presente, sem a necessidade de aprendizagem (HANNON; JOHNSON, 2005; DESAIN; HONING, 2003), pois se iniciaria anteriormente ao nascimento (WERNER; VANDENBOS, 1993; WOODWARD et al., 1992).

O estudo realizado por Overy et al. (2004) com crianças de 5 a 7 anos de idade não encontrou padrões de ativação distintos para o processamento de melodia e ritmo, como no adulto, entretanto uma pequena região no giro temporal superior direito, ligeiramente anterior e inferior ao córtex auditivo primário, demonstrou uma ativação significativamente maior para o processamento de melodia, além dessa ativação diferencial, nenhuma outra foi encontrada quando o processamento rítmico foi comparado com o processamento melódico. Estes resultados sugerem que a especialização hemisférica para melodia e ritmo desenvolve-se após esta faixa etária.

Com os avanços dos estudos neuropsicológicos, verificou-se em adultos que o processamento rítmico pode ser seletivamente prejudicado, sem qualquer déficit no processamento da melodia, portanto o ritmo e a melodia, que formam as bases da organização musical, possuem processamento sob o domínio de diferentes hemisférios cerebrais, com o direito aparentemente mais sensível à melodia (ZATORRE, 2001) e o hemisfério esquerdo ao ritmo (SAMSON; EHRLE; BAULAC, 2001).

Em resumo, segundo Jeandot (1997), crianças com 7 anos de idade conseguem ouvir em silêncio, acompanham a melodia e o ritmo da música, cantam com acentuação ao pulso, possuem coordenação motora para bater o pulso com as mãos e o acento musical nos pés, simultaneamente, interpretam canções com expressão e dinâmica. Com 8 anos a criança é capaz de criar frases rítmicas, perceber e distinguir os elementos rítmicos musicais e produzir

pequenas melodias. Com 9 anos distinguem o ritmo, melodia e harmonia, conseguem interpretar e responder às formulas rítmicas, como pulso, padrões rítmicos (ostinatos) e compasso, conceitos que parecem ser desenvolvidos após os 9 anos de idade (SERAFINE, 1975). Aos 10 anos, as crianças conseguem cantar a duas vozes ou mais, criar sonoplastia para histórias e todas as outras habilidades musicais, na produção individual ou coletiva.

Na adolescência é esperado que alcancem algum nível de conhecimento e habilidades relacionadas ao tempo, dinâmica e tonalidade de maneira mais apurada, além disso nessa fase passam a reconhecer de maneira mais contundente aspectos emocionais das composições musicais (DINGLE, 2006; SAARIKALLIO; NIEMINEN; BRATTICO, 2013).

Observações apontam que o processamento musical pode envolver áreas não apenas que concernem a sua produção (ALTENMULLER, 2001), mas também aquelas ligadas ao sistema somatossensorial, auditivo, emocional, temporal e da memória operacional (LOTZE et al., 2003). Portanto, o desenvolvimento da capacidade musical pode ainda, despertar automaticamente emoções específicas, além da habilidade para reconhecer diferentes tipos emocionais, que por sua vez modulam, despertam e controlam muitas funções cognitivas (JANCKE, 2008).

1.5 O treino musical, memória operacional, cognição numérica e reabilitação

Os conhecimentos musicais são obtidos por meio de um método denominado musicalização ou treino musical, na musicalização, o intuito é a de organização sonora e aprendizagem musical, visando o desenvolvimento da sensibilidade e compreensão sobre a linguagem musical (PENNA, 1990), enquanto que o Treino Musical, além dos objetivos citados, visa ainda, a utilização da música e de suas propriedades para estimulação das ampliar as funções cognitivas, além do desempenho musical. Assim as duas possuem o objetivo de ensinar a música de forma lúdica, fazendo com que a criança se torne um ouvinte sensível de música (OLIVEIRA, 2001), a música é apresentada por meio de estórias, dramatizações, jogos musicais, desenhos e brincadeiras (SILVA, 1992).

Todos os sons musicais em sua estrutura possuem simultaneamente quatro propriedades: Duração, Intensidade, Altura e Timbre (LACERDA, 1961). Portanto, o professor pode trabalhar discriminadamente com estas propriedades; a Duração (tempo de produção de som), Intensidade (propriedade de o som ser mais fraco ou mais forte), Altura (a propriedade do som de ser mais grave ou agudo) e o Timbre (qualidade do som, que permite

reconhecer a sua origem), assim como os sons produzidos pelo corpo (palmas, pés e vocais) e instrumentos musicais (OLIVEIRA, 2001).

O treino musical é uma técnica com várias demandas cognitivas, que envolve o engajamento ativo dos sons musicais e a conexão com o seu significado, processo esse essencial para a sua efetivação através da própria música, linguagem e/ou emoção. A formação eficiente nas relações entre o som e significado envolvem aspectos sensoriais que incluem a percepção aguçada de aspectos do som (tom, pulso¹ e timbre), atuando não apenas as áreas motoras, mas também em outros sistemas funcionais (ALTENMULLER, 2001) como da capacidade intelectual, funções executivas (HANNON; TRAINOR, 2007; KRIZMAN et al., 2012; MORENO et al., 2011; RAUSCHER, 2007; SCHELLENBERG; PERETZ, 2008) e memória operacional, assim como comportamento emocional. Portanto a capacidade musical envolve habilidades como: a integração multissensorial (por exemplo, na realização e leitura de uma partitura), habilidade de segregação (a capacidade de perceptivamente separar grupos ou sons concorrentes) e interação com outros músicos (CORRIGALL; SCHELLENBERG; MISURA, 2013; KRAUS; CHADRASEKAEN, 2010; LOTZE et al., 2003).

A maioria das pesquisas, em relação aos tipos de treinos utilizou a instrumentação especificadamente por meio do piano ou teclado, canto e rítmica, segue uma revisão sobre os estudos e a utilização de diferentes treinos.

Durante o tratamento do câncer em pré-escolares o treino musical demonstrou ser efetivo em diversas capacidades cognitivas, como QI, atenção, função executiva, velocidade de processamento, memória e habilidades visuais-espaciais, viso-motoras, além de aumentar a qualidade de vida das crianças (HISCOCK et al., 2013).

A capacidade da memória operacional poderia ser aumentada em músicos, pois precisam extrair informações sobre o intervalo, isto é, das relações entre os tons para construir mentalmente sequências tonais (SCHULZE; MUELLER; KOELSCH, 2012). Portanto os músicos demonstrariam melhores julgamentos temporais do que os não músicos (REPP, 2005; REPP; DOGGETT, 2007). Segundo Panagiotidi e Samartzi (2012) um mínimo de dois anos de treino musical parece afetar as habilidades de estimativa de tempo.

Músicos lidam principalmente com imagens musicais, que se baseiam em processos cognitivos que agem sobre as representações da memória. A memória operacional está envolvida, na medida em que as imagens musicais requerem a ativação de representações mentais em tempo real, no processamento das informações relacionadas a determinado ritmo,

¹ Pulso: que é qualquer dos sinais transitórios periódicos que marcam o ritmo.

afinação, timbre e/ou padrões de intensidade para ser acessado, temporariamente, mantidos e manipulados de acordo com as exigências da tarefa musical (BADDELEY; LOGIE, 1992; DEUTSCH, 1975; KALAKOSKI, 2001). De modo, que essas características relevantes para o desempenho, são processadas por meio de imagens musicais, refletindo em estimulações de ação e características individuais (KELLER, 2012).

Na investigação de Moreno et al. (2011), os autores pesquisaram a transferência de aprendizagem no treino musical e artes visuais sobre subtestes verbais, inteligência espacial e funções executivas em crianças de 4 e 6 anos etários, observaram que a plasticidade cerebral nas tarefas de função executiva foi correlacionada com as medidas comportamentais e de inteligência. A ligação entre a função executiva e a música é compreensível quando se considera que o treino musical exige elevados níveis de controle, atenção e memorização. Portanto, a transferência de aprendizagem pode ser devido a estas mesmas funções executivas serem utilizadas para processar diferentes estímulos. É possível que os efeitos do treino musical no desempenho da memória operacional verbal sejam mediados através de uma maior atenção, conseqüentemente influenciando na função executiva. Deste modo, esta é uma evidência de que existem correlações entre a memória operacional verbal e a musicalidade (HO; CHEUNG; CHAN, 2003).

Várias pesquisas internacionais focaram o treino musical como um potencializador das habilidades matemáticas, principalmente em tarefas espaciais em crianças (RAUSCHER et al., 1997; GROMKO; POORMAN, 1998; RAUSCHER; SHAW, 1998; COSTA-GIOMI, 1999; GRAZIANO, PETERSON; SHAW, 1999; BILHARTZ; BRUHN; OLSON, 2000; RAUSCHER; ZUPAN, 2000; SCHMITHORST; HOLLAND, 2004; SCHELLENBERG, 2003, 2004, 2005; 2006, 2011a,b; SCHELLENBERG; MANKARIOUS, 2012; KELLS, 2008); alguns dos quais serão descritos a seguir.

Em estudos realizados com crianças pré-escolares, os pesquisadores observaram que o treino musical instrumental durante sete meses, influenciou em ganhos no QI em comparação com o grupo controle e conseqüentemente potencializou a habilidade espacial (GROMKO; POORMAN, 1998). Enquanto que um estudo longitudinal realizado durante dois anos, sugeriu a correspondência significativa entre o treino musical durante a infância ao desenvolvimento das habilidades de raciocínio espaço-temporal (BILHARTZ; BRUHN; OLSON, 2000), sendo que estes não estariam relacionados à habilidade de cálculo, mas ao entendimento de geometria e resolução matemática, que seriam habilidades que envolveriam a visualização espacial das informações.

Rauscher e Zupan (2000) notaram que o efeito do treino musical pode ser constatado após quatro meses de aula de teclado, em crianças pré-escolares, em tarefas têmporo-espaciais, ou seja, atividades que requerem tanto o uso de imagens espaciais quanto a ordenação temporal dos objetos (RAUSCHER; SHAW, 1998), em consequência conduzindo a uma maior aprendizagem de conceitos matemáticos específicos, como contagem e correspondência entre os números. Outro estudo, realizado por Rauscher et al. (1997), com crianças pré-escolares de 4 a 6 anos de idade, verificou que o treino musical produz mudanças nos circuitos neurais fundamentais em regiões que não concernem primariamente com a música, sendo que os autores sugeriram que o resultado obtido com o treino musical pode influenciar no aprendizado da matemática, visto que está aportada no raciocínio têmporo-espacial.

Costa - Giomi (1999) investigou 78 crianças de 9 anos (35 no grupo controle e 43 no grupo experimental), as crianças participaram de aulas de piano, individualmente, e foram avaliadas em quatro momentos distintos: antes do início das aulas, no fim do primeiro ano, do segundo e terceiro, por meio de testes de audição rítmica, habilidades motoras finas, linguagem e matemática do CAT 2 (CANADIAN ACHIEVEMENT TESTS, 1992) que contem medidas de adição, subtração, multiplicação, divisão, frações, álgebra, funções e geometria. O resultado demonstrou que a música causou efeitos temporários em habilidades espaciais, sendo que no terceiro ano estas habilidades não foram significativas. No entanto, no estudo de Costa-Giomi (1999) as crianças do grupo controle não passaram por nenhuma atividade ou aula controlada simultaneamente ao grupo experimental, logo não se pode descartar que essas crianças tenham entrado em contato com alguma tarefa que estimulasse habilidades espaciais, e consequentemente, influenciado nos testes. Apesar disso, o autor concluiu que as crianças que iniciam o ensino de música durante a infância, são propensas a mostrar maiores benefícios no desenvolvimento das habilidades espaciais.

Embora a maioria dos estudos tenham empregado as aulas de teclado, um estudo examinou o efeito das aulas de piano, canto, ritmo e de informática, além de incluírem um grupo controle. Depois de dois anos, os três grupos que fizeram aulas relacionadas à música pontuaram substancialmente melhor que os grupos de informática e controle em tarefas de imagens mentais. O grupo de ritmo, no entanto, obteve desempenho significativamente melhor do que todos os outros grupos em tarefas que requeriam cognição temporal e raciocínio matemático. Estes dados sugerem que diferentes tipos de ensinamentos musicais podem produzir diferentes efeitos sobre a cognição, com a instrução focada no ritmo tendo o maior

impacto em tarefas temporais e de sequenciamento, como contagem (RAUSCHER; LEMIEUX, 2003).

Resultados semelhantes foram encontrados por Rauscher et al. (2004) que utilizaram aulas de teclado, canto e ritmo em comparação a um grupo controle, sobre a percepção espacial de 123 crianças de 3 a 4 anos de idade. Os três grupos que participaram das aulas e independentemente da técnica musical, obtiveram melhores pontuações em tarefas espaciais, entretanto o grupo que fez a técnica rítmica pontuou superiormente em relação aos outros grupos, em tarefas de sequenciamento, ou seja, contagem. Entretanto para tarefas verbais, relacionadas à memória operacional verbal não houve diferenças. Estes achados sugerem que diferentes tipos de instrução da música afetam diferentes aspectos da cognição numérica.

O estudo de Ribeiro e Santos (2012) que tinha por intuito avaliar o desempenho do treino musical sobre a memória operacional em crianças de 9 e 10 anos de idade, praticantes de treino musical e sem experiência musical, em que as aulas não incluíam instrumentos musicais, apenas conceptualização dos elementos musicais. Por meio de instrumentos computadorizados para avaliação da memória operacional, demonstrou que crianças veteranas apresentaram melhores pontuações no BCPR (Teste de Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras) e em subtestes da AWMA (Avaliação Automatizada da Memória Operacional), principalmente em tarefas referentes ao armazenamento de informações (memória de curto prazo verbal e visuoespacial) e também referentes ao controle de processamento (memória operacional). Tal achado indica que o treino musical parece ter contribuído para o desenvolvimento da memória operacional em crianças veteranas do curso de musicalização.

Em pesquisas realizadas com adultos, músicos e não músicos, os resultados mostraram que o treino musical estava associado com o aumento da ativação no giro fusiforme esquerdo e no córtex pré-frontal. Os pesquisadores constataram que o aumento da ativação do córtex pré-frontal esquerdo em músicos, sugere que exista uma ligação entre o treino musical e a memória operacional (SCHMITHORST; HOLLAND, 2004). Conseqüentemente o treino musical estaria associado com a eficiência da memória operacional, e também ao aumento das representações abstratas de quantidades numéricas (WILLIAMSON; BADDELEY; HITCH, 2006).

De acordo com Franklin et al. (2008) existem evidências de que os músicos possuem Span mais alto para memória operacional fonológica, do que os não músicos, sugerindo que o treino musical poderia aumentar a capacidade verbal. Entretanto, Blundell et al. (2007) que

investigou os efeitos de tocar um instrumento em relação a capacidade da memória operacional e função executiva em adultos músicos e sem experiência musical, encontraram evidências de maior habilidade na capacidade visuoespacial.

Alterações estruturais cerebrais foram demonstradas após 15 meses de treino instrumental com piano, nas áreas motoras, especificadamente no giro pré-central, corpo caloso, assim como na região primária auditiva na primeira infância, que foram correlacionados com melhorias nas habilidades motoras e auditivas (HYDE et al., 2009).

Em um grupo etário de 8 anos, François et al. (2012) observaram que crianças que receberam aulas de música, invés de aulas de pintura, durante dois anos, demonstraram facilitação na segmentação da fala, apontando, assim, para a importância da música na percepção de fala e de modo mais geral para o desenvolvimento da linguagem infantil, enquanto que Moreno et al. (2009) conduziu um estudo durante 9 meses, com um grupo que participou de treino musical e outro de aulas de pintura, os achados encontrados revelaram que crianças após 6 meses de treino musical, demonstravam maior capacidade de leitura e discriminação de tons nos discursos. De acordo com os achados pode-se supor a plasticidade cerebral, em um curto período tempo mediante o treino musical. Assim como estes estudos, Foxton et al. (2003) demonstraram que adultos músicos possuíam melhor capacidade para discriminar entonação global de sequências de sons e habilidades de leitura.

Tomados em conjunto, estes resultados apoiam a hipótese geral de que a formação musical, melhora a análise auditiva, como a segmentação do som (LAMB; GREGORY, 1993) e as representações fonológicas necessárias para a leitura (SWAN; GOSWAMI, 1997; HABIB, 2000; ANVARI et al., 2002; FOXTON et al., 2003; OVERY, 2003; GAAB et al., 2005; TALLAL; GAAB, 2006).

Ademais as aulas de música podem promover a capacidade de decodificar sinais prosódicos no discurso, pois aulas de teclado foram tão eficazes a este respeito, atuando como aulas de teatro, que incidem especificamente sobre o uso de sinais paralinguísticos² para expressar emoções (THOMPSON; SCHELLENBERG; HUSAIN, 2004).

Graziano, Peterson e Shaw (1999) demonstraram que o treino musical, tanto na pré-escola, quanto na fase escolar, realizado por meio de aulas instrumentais de teclado, poderiam aumentar a orientação têmporo-espacial, conduzindo a uma maior aprendizagem de conceitos específicos de matemática, em particular proporções e frações.

² Paralinguagem: refere-se a elementos não verbais de comunicação utilizados para modificar sentido e transmitir emoção.

Spelke (2008) argumenta que se o treino musical aumenta a capacidade matemática, essa poderia agir por meio de dois mecanismos gerais. Em primeiro lugar, o processamento musical poderia ativar um ou mais dos sistemas centrais, como o sistema de magnitude numérica, e por isso o treino musical poderia melhorar o processamento de pequenas quantidades exatas ou relações geométricas. Em segundo lugar, o processamento musical pode ativar especificamente os processos que ligam os diferentes sistemas, conjuntamente com a linha numérica mental e os mapas simbólicos. Em seu estudo com crianças escolares e adolescentes os achados sugerem que a associação entre o treino musical e a habilidade matemática depende de uma relação específica entre os intuídos do treino musical e o sistema central para representação abstrata da geometria. Estudantes que passaram pelo treino musical obtiveram melhor desempenho do que os alunos com pouca ou nenhuma formação musical em três testes de geometria: uma focada nas propriedades geométricas de formas visuais, outro sobre a relação da distância euclidiana ligada a magnitude numérica e o terceiro a relação geométrica e formas espaciais.

Gardiner (2000) sugere que a matemática e a música requerem habilidades similares, pois suportam representações. Para realizar a habilidade de cantar uma melodia apropriadamente, é necessário um desenvolvimento de operações mentais como as utilizadas para a realização matemática. Logo o desenvolvimento do pensamento musical concerniria a uma “linha tonal” próximo ao conceito de linha numérica mental, que mantém o controle dos níveis de sequências das escalas musicais de maneira hierárquica exigindo a compreensão de conceitos matemáticos.

Estudos de neuroimagem revelaram o aumento da ativação do córtex pré-frontal esquerdo em músicos, o que sugere uma ligação entre a formação musical e melhor desempenho matemático, que pode estar também associado a um desempenho superior da memória operacional semântica (GABRIELI, POLDRACK, 1998), por sua vez ocasionando melhor resolução de conflitos. Assim, adaptações em regiões do cérebro, como o sulco intraparietal, poderiam apresentar maior ativação, sendo que esta região está envolvida em tarefas musicais, conseqüentemente ocasionando um efeito sobre o desempenho matemático, envolvendo o significado dos símbolos e a manipulação mental de representação simbólica (WAN; SCHAULG, 2010).

Gardner (1983) criou a teoria das inteligências múltiplas que propõe sete competências humanas separadamente, não surpreendentemente, o treino musical levaria a ganhos na inteligência musical, que estaria diretamente refletido nos símbolos inventados pelas crianças

para os sons musicais. Em outras palavras, conforme o desenvolvimento da inteligência musical, maior percepção detalhada dos sons musicais estaria ligada a qualidade dos símbolos inventados para a música.

De acordo com Anvari et al. (2002) os agrupamentos de símbolos melódicos e rítmicos ajudariam crianças pré-escolares com 4 anos de idade a lembrar de dígitos aleatórios e da tabuada, pois a habilidade de distinguir melodias e ritmos distintos exigiria a habilidade de sequenciamento temporal.

Quanto aos aspectos emocionais, o fazer musical segundo alguns estudos pode levar a um sentimento de conquista, conseqüentemente levando a um aumento na autoestima, na autoconfiança, persistência na superação de frustrações quando o aprendizado é difícil, além de promover autodisciplina e fornecer um meio de autoexpressão. Tais experiências podem aumentar a motivação para a aprendizagem em geral. Ademais a participação de grupos, seja em aula ou mesmo na produção musical pode promover amizades com pessoas afins, autoconfiança, habilidades sociais, redes sociais, trabalho em equipe, autodisciplina, cooperação, responsabilidade, compromisso, apoio mútuo, entre outros (CORRIGALL; SCHELLENBERG; MISURA, 2013; HALLAM, 2010; LILLEMUR, 1983). Estudos demonstram alta correlação entre auto percepção, autoestima, interesse e envolvimento no treino musical. Whitwell (1977) chegou a conclusões semelhantes, e argumentou que a participação em treinos musicais melhoraria a autoimagem, autoconsciência e criação de atitudes positivas.

Uma pesquisa realizada na Suíça mostrou que o aumento da quantidade de aulas de música no currículo, não afeta negativamente a linguagem ou as habilidades de leitura, apesar de redução no tempo nestas aulas (SPYCHIGER et al., 1993; ZULAUF, 1993) e sim, ocasionou um aumento na coesão social da classe, melhor ajustamento social e atitudes positivas nas crianças. Além disso, a interação social entre as crianças é fundamental para o desenvolvimento cognitivo saudável durante a infância, assim como para uma boa formação de autoconceito (SINGER, GOLINKOFF; HIRSH-PASEK, 2006; KIRSCHNER; TOMASELLO, 2010).

Vários estudos sugerem que o canto dirigido às crianças pode comunicar emoção, que regularam o humor (TREHUB; TRAINOR, 1998; DISSANAYAKE, 2000).

A capacidade da música para modular emoções e estados de humor, constitui uma razão importante para a sua utilização em diferentes interações entre contextos culturais (CROSS, 2006). Portanto a música pode ser usada por indivíduos para modular e regular as

suas próprias condições, e pode ser utilizada em contextos de grupo para modular o humor coletivo (JUSLIN; SLOBODA, 2001).

2. JUSTIFICATIVA

De acordo com o Senso Escolar (2012) o ensino infantil no Brasil em 2012 contemplou cerca de 7,3 milhões de alunos, particularmente no ensino fundamental com 16.323.158 de estudantes, em que a rede municipal concentrou a maior parte das matrículas. Seguida da rede estadual, com 9.083.704 matrículas, e a particular, com 4.270.932, de modo que a qualidade do ensino é avaliada pelo Ideb (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) por meio da taxa de rendimento escolar (aprovação e evasão), no desempenho dos alunos no SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica) e na Prova Brasil. Em Assis interior de São Paulo, de 18 escolas municipais que oferecem o ensino fundamental, oito delas possuem o Ideb abaixo da média esperada, estes dados demonstram uma diversidade econômica, cultural e social. Além disso, essas características podem influenciar no rendimento nas disciplinas escolares, especialmente a matemática onde o fracasso é persistente, mesmo depois de variadas reformas no ensino (PONTE, 2002).

Frequentemente a matemática é tida como uma disciplina complexa de aprender, muitas vezes essa dificuldade está no fato de que o ensino dessa habilidade é distante do contexto real dos alunos, além de não apresentar aspectos lúdicos que fazem parte do universo infantil, o que aparta seu aprendizado do uso diário, além de ser teórica e abstrata (CARVALHO; REIS; NORI, 2010). Portanto, é importante ressaltar que os conhecimentos matemáticos, pouco estimulados e valorizados nos primeiros anos escolares, são fundamentais para as escolhas profissionais futuras e para o avanço tecnológico do país (SANTOS; RIBEIRO; KIKUCHI, 2010).

Nesse contexto, pode-se realizar uma suposição de que vários alunos possuem dificuldades em aprender a matemática, que possam ser justificadas não apenas como uma simples dificuldade, mas que podem ser consequentes de transtorno específico referente à cognição numérica, uma questão fundamental quanto a dados epidemiológicos, seria ainda a de que apesar de diversas pesquisas realizadas, nenhum órgão em qualquer meio de comunicação disponibilizaram o número de crianças matriculadas no ensino fundamental de Assis, o que dificulta a estimativa de crianças com o transtorno. Como vimos, o diagnóstico da DD é complexo e exige uma avaliação especializada, para a realização de um tratamento eficiente (SANTOS; RIBEIRO; KIKUCHI, 2010).

A realização da pesquisa com crianças traz implicações práticas para a investigação de processos subjacentes a atrasos ou prejuízos cognitivos, e, portanto para o diagnóstico,

interpretação, predição e tratamento de problemas do desenvolvimento cognitivo (SANTOS, 2002), além de envolver aspectos socioeconômicos, pois a pesquisa possui os subsídios de investigar o benefício da integração social e emocional, no que concerne a ansiedade e depressão. Se confirmadas às hipóteses, a reabilitação por meio do treino musical dessas crianças teria baixo custo, além de não exigir mobilidade por parte de pais e alunos, porque as atividades poderiam ser realizadas na própria escola das crianças, demandando apenas um professor com conhecimentos musicais.

Conforme os estudos mencionados na introdução, a memória operacional, cognição numérica e o treino musical estão intimamente relacionados, portanto, esse estudo poderá trazer conhecimentos mais específicos sobre a relação do treino musical e essas funções cognitivas. Uma vez que a música, linguagem, leitura e matemática compartilham algumas propriedades acústicas como altura, ritmo e timbre, supomos assim, que as crianças sobre o treino musical podem aprender esses conceitos mais prontamente (ILARI, 2005; ANVARI; TRAINOR; WOODSIDE; LEVY, 2002).

Pesquisas realizadas no campo da educação ressaltam que existem currículos com propostas de intervenção para crianças com dificuldades em matemática, entretanto que não concernem a música. No entanto, poucos destes currículos são rigorosamente testados para verificar sua eficácia, além de não avaliarem aspectos qualitativos que as crianças podem demonstrar, visto que o treino musical seria uma alternativa lúdica, ademais os estudos realizados não são específicos para crianças com DD (KROESBERGEN; VAN LUIT, 2003).

De acordo com Koelsch e Siebel (2005) o treino musical em grupo é uma tarefa tremendamente exigente para o cérebro humano, que envolve praticamente todos os processos cognitivos que se conhece, incluindo a percepção, ação, o comportamento social, emoção, aprendizagem e memória. Essa riqueza faz a música uma ferramenta ideal para investigar o funcionamento do cérebro humano.

Segundo Music Educators National Conference, (MENC, 1994) a avaliação da leitura e da aprendizagem matemática em circulação podem não ser suficientemente sensível à complexidade e potencialidade da aprendizagem matemática envolvida pelo treino musical, entretanto os efeitos sobre a melhora em algumas funções cognitivas já estão bem documentada, (SHALEV et al, 2007; SHALEV, MANOR, GROSS-TSUR, 2005), o que não está claro é que tipo de abordagem, ou seja, qual a técnica musical seria mais efetiva para a reabilitação de crianças com DD a longo prazo, a realização da pesquisa especificadamente

com crianças se justifica por se tratar de uma fase de pleno desenvolvimento das habilidades cognitivas, dessa forma constituindo um estudo pioneiro.

Portanto, o estudo pode fornecer contribuições em três direções: 1) Avanço dos conhecimentos teóricos relacionados às funções cognitivas: memória operacional e habilidades matemáticas, e suas interações; 2) Avaliação controlada de técnicas de musicalização para estimulação destas habilidades cognitivas e 3) Avaliação controlada de técnicas de musicalização na reabilitação da DD.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos do desenvolvimento das habilidades musicais por meio do treino musical, sobre a capacidade da memória operacional e da cognição numérica, além de outras funções cognitivas, como inteligência, funções executivas e comportamento emocional, em crianças de 8 anos de idade (no 3º ano escolar) com Discalculia do Desenvolvimento (DD), em contraste com um grupo constituído de crianças Desenvolvimento Típico (DT) por meio de três avaliações (pré-treino e duas pós-treino musical).

3.2 Específicos

1) Investigar o perfil das crianças com discalculia do desenvolvimento comparadas a crianças com desenvolvimento típico.

2) Verificar os efeitos cognitivos do treino musical no desempenho de testes de memória operacional e cognição numérica, entre outras funções cognitivas, como a capacidade de inteligência, as funções executivas e comportamento emocional, por meio da avaliação Pré e pós-treino musical;

3) Comparar o efeito da ordem de exposição das duas técnicas de musicalização (Rítmica depois Auditivo-musical/ Auditivo-musical depois Rítmica) sob o desempenho em testes de Desempenho Escolar, capacidade de inteligência, funções executivas, memória operacional e Cognição Numérica em ambos os grupos.

Para a investigações dos objetivos descritos, foram realizados 2 estudos:

1 – Estudo Pré-Treino Musical.

2 – Estudo Pós-Treino Musical

4. MÉTODOS GERAIS

Os objetivos específicos, assim como o método e a análise estatística empregada foram respectivamente descritos para cada um dos dois estudos.

4.1 PARTICIPANTES

As crianças foram recrutadas em escolas municipais de educação infantil por meio de convocações coletivas. Para a formação dos grupos os critérios de exclusão foram: Reprovações, diagnóstico de transtornos neurológicos, psiquiátricos, de comportamento, subnutrição, ou que estejam sob o uso de substâncias psicoativas.

Para o grupo com Discalculia do Desenvolvimento (DD) os critérios de Inclusão foram: a indicação de dificuldades relacionadas à matemática indicada pelo professor da criança, confirmado pela nota de corte no teste de aritmética < 9 , prevista no manual do TDE (Teste de Desempenho Escolar; Stein, 1994), como médio inferior para uma série anterior, ou seja, para 2ª ano (que corresponde à antiga 1ª série) e para o grupo com Desenvolvimento Típico (DT) os critérios de Inclusão foram: Ausência de reprovos de ano escolar, transtornos de aprendizagem ou queixas de dificuldade de aprendizagem. Também realizaram 6 meses treino musical. As idades e o tamanho da amostra variaram conforme os objetivos de cada estudo.

4.2 PROCEDIMENTO

4.2.1 Recrutamento

Instruções sobre os procedimentos e aspectos éticos da pesquisa foram fornecidas aos professores, voluntários e aos seus acompanhantes durante a entrevista, na qual o professor foi convidado a relatar o comportamento e o desempenho escolar dos alunos e ao responsável pela criança foi solicitada a autorização formal para participação da mesma na pesquisa (Termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE, Anexo 1), além disso o professor foi convidado a responder a EDAH (Escala para Avaliação do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade) de cada criança participante e também assinou a autorização para participação (Anexo 2). As entrevistas de Anamnese foram realizadas de maneira coletiva nas próprias escolas.

4.2.2 Avaliação neuropsicológica

Cada criança foi avaliada individualmente em suas escolas, em sala apropriada, livre de ruídos ou estímulos que pudessem distrair a criança. A aplicação dos testes foi feita em ordem semi-randômica (intercalando tarefas verbais e não verbais), as tarefas do tipo lápis-papel foram realizadas primeiro do que as tarefas computadorizadas. Os testes variaram conforme o estudo e são descritos nos respectivos métodos. Foram realizadas três avaliações que ocorreram em períodos distintos: Pré-Treino (1ª avaliação) (março a junho/2012), 2ª avaliação (Setembro/Outubro, 2012); 3ª avaliação (Dezembro/12, Fevereiro a Março/13).

4.2.3 Aspectos Éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, da FCL - Campus de Assis, Processo no 1367/2011 (Anexo 3).

Estudo Pré-Treino

PERFIL DAS CRIANÇAS COM DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO COMPARADAS A CRIANÇAS COM DESENVOLVIMENTO TÍPICO.

5.1 Objetivo

Identificar e discriminar as crianças com Discalculia do Desenvolvimento (DD) em relação a um grupo com desenvolvimento típico (DT).

5.2 Método

5.2.1 Participantes

Inicialmente foi realizado um rastreio em quatro escolas (EMEF João Mendes Júnior, EMEIF Maria Amélia de Castro Burali, EMEIF Guiomar Namó de Mello e EMEIF Alídes Celeste Razaboni Carpentieri) mediante a autorização das escolas, com um número total de 223 alunos, sendo 112 meninos, 38 crianças demonstraram prejuízos na Escrita, 32 na aritmética, 1 na escrita e na leitura, 65 apresentaram detrimientos nas 3 habilidades, enquanto que 66 crianças não possuíam nenhuma dificuldade, além disso, 15 crianças possuíam o subteste de escrita acima da média escolar, 2 crianças com o subteste de aritmética acima do esperado para ano escolar, 3 com o subteste de leitura e 1 com os subtestes de escrita e leitura acima da média escolar. De 223 foram localizados 28 casos de Discalculia do Desenvolvimento, o que reflete em 12 % da população rastreada. A escola EMEIF Alídes Celeste Razaboni Carpentieri foi excluída da amostra, pois a escola possuía índice Ideb inferior à media nacional, após esta fase foram selecionadas 58 crianças das quais foram divididas em grupo DD e DT de acordo com os resultados no Teste de Desempenho Escolar-TDE.

Foram realizadas 68 entrevistas com os responsáveis pelas crianças, das quais 10 foram excluídas por se enquadrarem nos critérios de exclusão. Assim, foram selecionadas para o estudo 58 crianças, 44 meninos e 14 meninas, com 8 anos etários, no 3º ano escolar, de ambos os sexos, matriculadas em escolas públicas do Município de Assis-SP (EMEF João Mendes Júnior, EMEIF Maria Amélia de Castro Burali e EMEIF Guiomar Namó de Mello, a distribuição das crianças por escola em porcentagem, respectivamente foi: 47%, 43% e 10%. Divididas em dois grupos: DT (N= 30) e grupo com DD (N=28) com hipótese diagnóstica confirmada pela nota de corte <9 , no subteste aritmética, prevista no manual do TDE (Teste

de Desempenho Escolar; STEIN, 1994), como médio inferior uma série anterior, ou seja, para 2ª ano (que corresponde à antiga 1ª série). Quanto ao grupo DD não houve indicação das escolas para a seleção das crianças, pois relataram a mobilidade de professores e o fato de ser início de ano, portanto foi realizado o rastreio, outro fator observado foi de que nas salas de reforço as crianças não sabiam ler, escrever e nem realizar tarefas simples de aritmética, portanto nenhuma sala de reforço foi incluída.

5.2.2 Procedimentos

Os pais ou responsáveis pelas crianças foram convocados por meio de reunião escolar para explicação dos objetivos e procedimentos do estudo, na qual foi solicitada a assinatura do TCLE, após a assinatura do referido termo, foram coletadas individualmente informações acerca do desenvolvimento de cada criança para verificar se as mesmas preenchiam os critérios estabelecidos para a realização da pesquisa. O professor da criança foi convidado a responder ao questionário “Escala para Avaliação do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade” (EDAH, do espanhol *Escala para la evaluación del trastorno por déficit de atención con hiperactividad*, POETA; ROSA NETO, 2004) bem como a relatar o comportamento e desempenho escolar do aluno. Finalmente as crianças passaram pela avaliação neuropsicológica.

5.3 Materiais

5.3.1 Instrumentos utilizados na entrevista com os pais ou responsáveis:

5.3.1.1 *Anamnese do Laboratório de Neuropsicologia da UNESP/Assis*: Adaptada do questionário elaborado por Santos (2002). Possui perguntas relativas à gestação, nascimento e desenvolvimento, possíveis problemas de saúde, de aprendizagem e antecedentes familiares da criança (Anexo 4).

5.3.1.2 *Escala Global de Qualidade de Vida - EGQV* (CASAS-FERNANDEZ, 1997). Possui 5 questões relativas a autonomia, comportamento, aprendizagem, relações sociais e qualidade de vida. Cada questão possui cinco alternativas de respostas indicando do menor para o maior grau de autonomia. Os instrumentos EGQV e QC foram traduzidos por um tradutor bilíngue independente (português/francês) e tecnicamente revisados pelos pesquisadores (SILVA, 2011).

5.3.1.3 *Escala para avaliação do status socioeconômico* da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, ABEP, que estima o poder de compra das pessoas e das famílias

urbanas, diferenciando-as em classes econômicas. Esse escore classifica os indivíduos em classes de A a E (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA, 2008).

5.3.2 Instrumentos utilizados na entrevista com os professores:

5.3.2.1 “Escala para Avaliação do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade” (EDAH, do espanhol *Escala para la evaluación del trastorno por déficit de atención con hiperactividad*, POETA; ROSA NETO, 2004) Avaliação da professora sobre o rendimento do aluno - EDAH (POETA; ROSA NETO, 2004): este instrumento classifica a criança com o predomínio dos seguintes sintomas: hiperatividade, déficit de atenção, transtorno de conduta, hiperatividade com déficit de atenção ou sintomas do déficit de atenção/hiperatividade associados ao transtorno de conduta (global). Esta escala é composta por 20 questões fechadas – sendo que as respostas a serem marcadas variam de 0 a 3 pontos –, as quais o professor responde conforme a conduta frequente do sujeito durante os últimos seis meses.

5.3.3. A avaliação neuropsicológica foi realizada com os seguintes instrumentos:

Domínios, Instrumentos e tempo de avaliação.

Domínios	Instrumentos	Tempo (em minutos)
Capacidade de Inteligência	MPC	15
Desempenho Escolar	TDE	20
Funções Executivas	WCST	30
Memória Operacional e de Curto-Prazo.	BCPR	5
	AWMA	45
Cognição Numérica	Zareki-R	20
Humor- Escalas de Comportamento	EAM	15
	CDI	5
	ESI	5
Instrumento de relato verbal Pré-treino Musical		10
Total		170

Legenda: MPC- Matrizes Progressivas Coloridas de Raven; TDE- Teste de Desempenho Escolar; WCST- Teste Wisconsin de Classificação de cartas; BCPR- Teste de Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras; AWMA- Automated Working Memory Assessment; Zareki-R- Bateria Neuropsicológica de Testes de Processamento Numérico e Cálculo para Crianças; EAM- Escala de Ansiedade à Matemática; CDI- Inventário de Depressão Infantil; ESI- Escala de Stress Infantil.

5.3.4. Capacidade de Inteligência:

5.3.4.1 Matrizes progressivas coloridas de Raven- MPC: Escala especial, é um teste de inteligência padronizado que avalia a capacidade edutiva dos indivíduos, ou seja, a habilidade de se encontrar novas compreensões no que já é conhecido, propiciando novas relações (ANGELINI et al., 1999) é constituída por três séries de doze itens, que aumentam progressivamente em dificuldade. Este teste foi incluído, pois o nível intelectual poderia interferir nos resultados dos testes cognitivos.

5.3.5. Desempenho Escolar

5.3.5.1. TDE – Teste de Desempenho Escolar (STEIN, 1994): é composto por três subtestes: Escrita: a criança deve escrever o seu próprio nome e mais 34 palavras isoladas apresentadas sob forma de ditado. Aritmética: a criança deve dar uma solução oral para 3 problemas e calcular mais 35 operações aritméticas dadas por escrito. Leitura: a criança deve ler 70 palavras isoladas dos seus contextos. Cada um dos subtestes apresenta uma escala de itens que aumentam gradativamente em dificuldade.

5.3.6. Funções Executivas

5.3.6.1 Wisconsin Card Sorting Test -WCST (CUNHA et al., 2005) - Teste Wisconsin de Classificação de Cartas: Foi desenvolvido para avaliar a capacidade de raciocínio abstrato e a capacidade para modificar estratégias cognitivas em resposta a mudanças, ou seja, a capacidade para desenvolver e manter uma estratégia apropriada de solução de problemas por meio de condições de estímulos mutáveis, a fim de atingir uma meta futura. É constituído por quatro cartas-estímulo e 128 cartas-resposta, que representam quatro formas geométricas (triângulo, estrela, cruz ou círculo), em diferentes cores (vermelho, verde, amarelo ou azul) e números de figuras (um, dois, três ou quatro).

5.3.7. Memória Operacional

1.3.7.1 Teste de Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras - BCPR. (SANTOS; BUENO, 2003). O teste consiste na repetição de cada pseudopalavra imediatamente após ouvi-la, seguida da apresentação de outra pseudopalavra, e assim sucessivamente até o término dos 40 estímulos, a criança tem 3 segundos para repetir a palavra antes que o aplicador possa interromper. O escore é determinado pelo número de

repetições corretas. Os itens são apresentados uma única vez. A ordem de apresentação das pseudopalavras se mantém fixa para todos os participantes.

5.3.7.2 *Automated Working Memory Assessment - AWMA* (ALLOWAY, 2007), Avaliação automatizada da memória Operacional: é um teste computadorizado que abrange aspectos tanto da capacidade de armazenamento quanto de controle de processamento, estas duas operações são avaliadas de forma balanceada por tarefas nas modalidades: verbal e visuo-espacial. Portanto a AWMA contém doze testes igualmente distribuídos em quatro categorias conceituais a seguir: Memória de curto prazo verbal (Recordação de Dígitos, Recordação de Palavras e Recordação de Pseudopalavras), memória de curto prazo visuoespacial (Matriz de Pontos, Memória para Labirintos e Recordação de Blocos), Memória operacional verbal (Julgamento de Frases, Recordação de Contagem e Recordação de Dígitos Inversos) e Memória operacional visuoespacial (Discriminações de formas, Julgamento Espacial e Span Espacial). Subtestes descritos a seguir:

Recordação de Dígitos (Digit Recall): A criança escuta uma sequência de dígitos e deve lembrar cada seqüência na ordem correta. *Matriz de Pontos (Dot Matrix)*: A criança vê a posição de um ponto vermelho em uma grade quadriculada e deve se lembrar da posição e apontá-la na tela do computador na ordem correta. *Julgamento de Frases (Listening recall)*: A criança escuta uma série de sentenças e julga se cada sentença é verdadeira ou falsa. *Discriminação de Formas (Odd one Out)*: A criança vê três figuras, lado a lado, sendo que uma difere das outras, e deve identificar a figura de formato diferente. *Recordação de Palavras (Word Recall)*: A criança escuta uma sequência de palavras e deve lembrar-se de cada sequência na ordem correta. *Memória para Labirintos (Mazes Memory)*: A criança vê um labirinto com uma trajetória desenhada em vermelho e deve fazer o mesmo traço no labirinto em branco na tela do computador. *Recordação de contagem (Counting Recall)*: A criança deve contar o número de círculos em um arranjo de círculos e triângulos e depois se lembrar, na ordem correta, o número de círculos de cada grupo. *Julgamento Espacial (Mister X)*: A criança vê a figura de dois meninos e identifica se o menino com o chapéu azul está segurando a bola na mesma mão que o menino com o chapéu amarelo. *Recordação de Pseudopalavras (Nonword Recall)*: A criança escuta uma sequência de pseudopalavras e deve se lembrar de cada sequência na ordem correta. *Recordação de Blocos (Block Recall)*: A criança vê uma série de blocos, numa sequência, e deve reproduzir na ordem correta apontando nos blocos em branco. *Recordação de dígitos inversos (Backward Digit Recall)*: A

criança escuta uma sequência de dígitos e deve lembrar-se de cada sequência na ordem contrária a apresentada. *Span Espacial (Spatial Span)*: A criança vê duas formas iguais, porém invertidas e deve identificar se a forma da direita esta do mesmo lado ou ao lado contrário da forma da esquerda.

5.3.8. Cognição Numérica

5.3.8.1 *Bateria Neuropsicológica de Testes de Processamento Numérico e Cálculo para Crianças - ZAREKI-R (VON ASTER; DELLATOLAS, 2006)*: é composta de 12 testes, descritos a seguir: *Enumeração de pontos*: dividido em duas partes. Na primeira parte, a criança deve contar mentalmente os pontos mostrados distribuídos em três folhas de sulfite. Na segunda parte, a criança deve ler, em voz alta, outro conjunto de pontos, também composta por três folhas sulfite, e, simultaneamente, apontar cada ponto e escrever o resultado em uma folha. *Contagem oral em ordem inversa*: a criança é instruída a contar inversamente de 23 a 1, depois de 67 a 54. *Ditado de números*: a criança deve escrever, usando os números arábicos, oito números apresentados oralmente (por exemplo, 14). *Cálculo mental*: pede-se para a criança resolver oito adições, oito subtrações e seis multiplicações apresentadas oralmente (5+8; 14-6 e 3x2). *Leitura de números*: a criança deve ler oito números escritos em numeral arábico (exemplos: 15; 6485). *Posicionamento de números em escala vertical*: As escalas possuem um '0' na base e um '100' no topo. As escalas possuem linhas horizontais em vários níveis e a criança aponta para a linha horizontal correspondente a algarismos ditos e/ou escritos pelo aplicador. As escalas verticais não apresentam pistas horizontais em que se localizam os algarismos, no entanto, a criança prossegue da mesma forma. *Memorização de dígitos*: na ordem direta e na ordem inversa, a criança deve repetir sequências crescentes de números que variam entre três e seis algarismos. *Comparação de números apresentados oralmente*: oito pares de números são apresentados de forma oral (exemplos: 34601 e 9678) e a criança deve dizer qual dos dois números apresentados é maior. *Estimativa visual de quantidades* – Parte perceptiva: a criança deve estimar, a partir de uma visualização rápida, o número de itens presentes em quatro figuras (89 copos, por exemplo). *Estimativa qualitativa de quantidades no contexto* – Parte cognitiva contextual: a criança faz julgamento de proposições em termos quantitativos: por exemplo, 'duas nuvens no céu' é 'pouco', 'médio' ou 'muito'. *Problemas aritméticos apresentados oralmente*: a criança deve resolver seis problemas aritméticos com aumento gradual de dificuldade. Por exemplo, o primeiro problema é 'Pedro tem 12 bolas de gude; ele dá 5 para sua amiga Ana; quantas bolas

de gude Pedro têm agora?’. *Comparação de números escritos*: são apresentados dez pares de números como numerais arábicos (exemplos: 1007/1070), a criança julga qual dos dois números é maior.

5.3.9. Escalas de Comportamento

5.3.9.1 *Escala de Ansiedade Matemática - EAM* (CARMO; FIGUEIREDO, 2005) - tem o intuito de verificar o nível de ansiedade dos alunos quando colocados diante de situações que envolvem a matemática, esta escala possui 25 situações que envolvem a matemática.

5.3.9.2 *Inventário de Depressão Infantil - CDI* (GOUVEIA et al., 1995) é composto por 20 itens que avaliam sintomas afetivos, cognitivos e comportamentais da depressão em crianças e adolescentes. Cada item possui três alternativas de repostas e a correção é realizada em uma escala de 0 (ausência de sintoma), 1 (presença do sintoma) e 2 pontos (sintoma grave).

5.3.9.3 *Escala de Stress Infantil - ESI* (LIPP; LUCARELLI, 1998). Esta escala tem por objetivo verificar a existência ou não de stress em crianças entre 6 a 14 anos, possibilitando, assim, que se determine o tipo de reação mais frequente na criança. É composta por 35 afirmações relacionadas a quatro dimensões do stress infantil: física, psicológica, psicológica com componente depressivo e psicofisiológica.

5.3.10 Instrumento de relato verbal Pré-treino musical:

1. Você atualmente apresenta alguma dificuldade em sua aprendizagem escolar?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d)()Bastante e)()Muito

Se sim em qual/quais matéria(s)? _____

Comente _____

2. Você atualmente possui alguma dificuldade para fazer contas e resolver problemas da matemática?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d)()Bastante e)()Muito

Comente _____.

3. Você atualmente observa alguma mudança nas notas das matérias? Em quais?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d)()Bastante e)()Muito

Comente _____.

4. Você atualmente apresenta alguma dificuldade na sua Memória?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

5. Você atualmente tem alguma dificuldade na sua relação com as pessoas?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

6. Você atualmente percebe alguma dificuldade no seu humor?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

7. Você atualmente sente alguma dificuldade em se concentrar nas aulas?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

8. Você atualmente tem alguma dificuldade na sua atenção enquanto estuda?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

9. Você atualmente apresenta alguma dificuldade na sua organização para atividade escolar?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

5.4. Análise Estatística

As análises foram desenvolvidas usando o programa STATISTICA versão 7 (STATSOFT, 2004). Neste estudo, inicialmente os dados foram submetidos a análises descritivas das variáveis, determinando percentagem, médias e desvios padrão. Para análises estatísticas inferenciais foram empregados os seguintes tratamentos estatísticos o test-t de Student, tendo como variável independente grupo (DD x DT) e sexos (masculino x feminino), e como variáveis dependentes os escores obtidos na anamnese, nível socioeconômico, dados sócio demográficos e testes neuropsicológicos (número de acertos). Para todas as comparações o nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. Para avaliação da magnitude do efeito de grupo foi utilizado o Cohen d que considera a “magnitude de efeito”. Os valores de Cohen d foram calculados a partir de um software de distribuição livre (DEVILLY, 2005), valores de d para efeitos de pequena, média e grande magnitude são, respectivamente; 0,2; 0,5 e 0,8 (RICE; HARINS, 2005).

As Correlações de Pearson foram utilizadas para investigar as associações entre a Cognição Numérica e Desempenho Escolar, Funções Executivas, Memória Operacional e

Escalas de Comportamento, serão discutidos somente correlações moderadas ($r > 0,40$). Para todas as comparações o nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

5.5. Resultados

A média para o Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) das três escolas selecionadas foi de 6,2, ou seja, pontuação dentro do esperado para o nível de qualidade escolar de acordo com o Instituto Nacional de Estudos.

5.5.1 Dados da Anamnese

Em análise aos dados obtidos na Anamnese, na comparação entre os grupos DD e DT, em relação ao desenvolvimento neuropsicomotor, as crianças apresentaram maior quantidade de meses, quanto ao relato sobre o tempo em meses necessário para o controle de esfíncter entre crianças DD (M= 23,4; DP= 5,8) em relação à DT (M= 17,2; DP= 5,6), sendo esta diferença significativa ($t= 3,02$, $p= 0,005$). Nas outras fases do desenvolvimento neuropsicomotor, como aquisição do controle cervical, do tronco, o engatinhar, do controle esfíncteriano e da fala não foram observadas diferenças significativas. Para ver especificações vide Tabela 1.

Tabela 1. Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DD e DT relativos ao desenvolvimento neuropsicomotor.

	DD (n=28)	DT (n=30)	t	p
Controle Cervical	3,6 (1,4)	3,4 (1,2)	0,4	0,6
Controle do Tronco	5,8 (1,7)	5,5 (0,8)	0,6	0,5
Engatinhar	6,5 (3,3)	5,4 (3,5)	0,8	0,3
Andar	12,0 (1,7)	11,1 (1,2)	1,6	0,1
Fala	13,1 (4,0)	12,5 (3,4)	0,4	0,6

Legenda: DD: grupo com discalculia do desenvolvimento; DT: grupo com desenvolvimento típico.

Ademais não foram encontradas diferenças entre os grupos DD e DT quanto a: a) anos de escolaridade dos pais (M = 9,3 ± 2,4), b) escolaridade das mães (M = 10,4 ± 4,3); c) idade dos pais (M = 39,0 ± 13,7); d) idade das mães (M = 34,8 ± 4,6); e) salário (M = 1562,5 ± 1047,7); f) EGQV (M = 19,6 ± 2,7); g) ABEP (M = 34,7 ± 7,7); h) uso de cigarro e álcool; i) nascimento a termo e peso ao nascer; j) forma de parto; l) destreza; m) frequência às modalidades escolares: maternal, Jardim I, II e III. Vide dados na Tabela 2.

Tabela 2. Número de mães em relação ao uso drogas durante a gestação, número de crianças para o tipo de parto, peso ao nascer e frequência no maternal, jardim de infância e pré-primário.

	DD [N(%)]	DT [N(%)]
Uso de drogas na gestação	5 (17%)	0
A termo	24 (85%)	25 (83%)
Pré-termo	4 (14%)	5 (16%)
Parto Normal	6 (21%)	2 (6%)
Parto cesariana	21 (75%)	28 (93%)
Peso \geq 2,600 Kg	25 (83%)	28 (93%)
Peso \leq 2,500 Kg	2 (7%)	2 (6%)
Maternal	20 (71%)	24 (80%)
Pré-escola	26 (92%)	29 (96%)

Legenda: DD: grupo com discalculia do desenvolvimento; DT: grupo com desenvolvimento típico.

No segundo bloco de análises foram comparados os resultados obtidos nos testes neuropsicológicos dos grupos DD e DT.

5.5.2 Dados das Avaliações Neuropsicológicas (DD e DT)

A análise realizada com teste t e magnitude de efeito não evidenciou diferenças entre o grupo DD e DT para idade em meses e EDAH.

Capacidade de Inteligência.

A análise revelou diferenças no teste MPC, em que o desempenho das crianças DT foi superior aos das crianças DD. Para ver especificações vide Tabela 3.

Tabela 3. Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DD e DT para Idade em meses, EDAH e MPC.

	DD (n=28)	DT (n=30)	T	p	d
Idade em meses	99,2 (3,6)	101,5 (3,5)	-1,9	0,07	0,6 ^c
EDAH	18,9 (2,7)	19,5 (2,2)	-0,8	0,3	0,2 ^a
MPC	64,0 (20,6)	77,0 (15,4)	-2,7	0,008	0,7 ^b

Legenda: DD: grupo com discalculia do desenvolvimento; DT: grupo com desenvolvimento típico, EDAH: Escala para Avaliação do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade, MPC: Matrizes Progressivas Coloridas de Raven.

(*) $p < 0,05$; a) 0,2, b) 0,5 e c) $> 0,8$ respectivamente magnitude pequena, média ou grande.

Para verificar se os resultados nos subtestes do TDE haviam sido influenciados pela capacidade de inteligência, efetuou-se uma ANCOVA [λ de Wilks: 0,85, $F(3,53)=2,9$, $p=0,04$].

Desempenho Escolar

Foram encontradas diferenças nas análises entre os grupos DD e DT para TDE Aritmética ($p=0,001$), TDE Total ($p= 0,004$) (Tabela 4).

Funções Executivas

Não foram encontradas diferenças entre os grupos (Vide tabela 4).

Tabela 4. Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DD e DT para o TDE e WCST.

	DD (N=28)	DT (N=30)	T	P	<i>d</i>
TDE					
Escrita	21,8 (2,0)	22,8 (2,6)	-1,6	0,1	0,4 ^a
Aritmética	5,3 (1,7)	11,0 (1,3)	-14,0	<0,0001*	3,7 ^c
Leitura	61,5 (2,6)	62,5 (2,8)	-1,8	0,06	0,3 ^a
Total	88,9 (5,0)	96,5 (5,7)	-5,2	<0,0001*	1,4 ^c
WCST					
Respostas de nível conceitual	89,0 (14,9)	92,2 (15,0)	-0,8	0,4	0,2 ^a

Legenda: DD- grupo com discalculia do desenvolvimento; DT- grupo com desenvolvimento típico, TDE: Teste de Desempenho Escolar, WCST: Teste Wisconsin de Classificação de cartas.

(*) $P<0,05$; a) 0,2, b) 0,5 e c) $>0,8$ respectivamente magnitude pequena, média ou grande.

Memória Operacional

Para BCPR não houve diferenças entre os grupos ($M= 35,6$, $DP= 3,6$, $t= -0,7$, $p=0,4$).

Para a AWMA foram observadas diferenças em 4 subtestes: Matriz de Pontos ($p=0,01$; $d=0,6$). Memória para Labirintos ($p=0,01$; $d=0,6$), Recordação de Blocos ($p=0,01$; $d=0,6$) e Recordação de Dígitos Inversos ($p=0,03$; $d=0,5$), dados corroborados pela magnitude de efeito, na qual foi média. Figura 3- apresenta as porcentagens de acertos para os grupos, em que os escores das crianças do grupo DT foram significativamente maiores do que das crianças do grupo experimental.

Quanto às quatro categorias conceituais, foram encontradas diferenças para a memória de curto prazo visuoespacial e memória operacional visuoespacial, corroborados pela magnitude de efeito, grande e média, respectivamente, em que o grupo DD obteve pior desempenho que DT (Tabela 5).

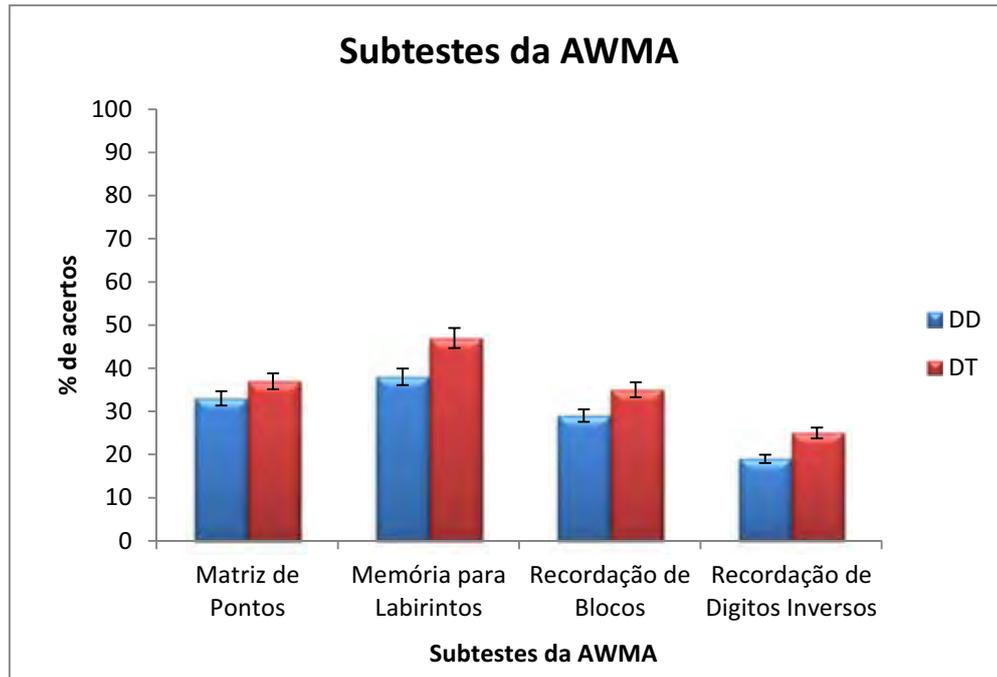


Figura 3: Diferenças observadas para os subtestes da AWMA, percentagem média (\pm EP) de acertos por grupo.

Legenda: DD- grupo com discalculia do desenvolvimento; DT- grupo com desenvolvimento típico, AWMA- Avaliação automatizada da memória Operacional.

Tabela 5. Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DD e DT para as quatro categorias conceituais da AWMA.

	DD (N=28)	DT (N=30)	t	p	d
Armazenamento					
MCPV	53,9 (6,7)	56,9 (9,5)	-1,35	0,18	0,3 ^a
MCPVE	51,5 (7,0)	60,1 (11,6)	-3,39	0,001*	0,8 ^c
Processamento					
MOV	31,4 (6,4)	33,5 (7,7)	-1,12	0,26	0,2 ^a
MOVE	29,4 (8,6)	34,4 (9,8)	-2,02	0,04*	0,5 ^b

Legenda: DD: grupo com discalculia do desenvolvimento; DT: grupo com desenvolvimento típico, MCPV: Memória de Curto Prazo Verbal; MCPVE: memória de curto prazo visuoespacial; MOV: memória operacional verbal; MOVE: memória operacional visuoespacial.

(*) $P < 0,05$; a) 0,2, b) 0,5 e c) $> 0,8$ respectivamente magnitude pequena, média ou grande.

Cognição Numérica

Senso Numérico: Foram encontradas diferenças entre os grupos pelo teste t, apenas para a Estimativa Visual, entretanto foi observado um efeito de média magnitude para o

subteste de Enumeração de Pontos, em que as crianças com DD obtiveram pior desempenho, quando comparadas as crianças DT.

Produção Numérica: Para os três subtestes da Zareki-R que envolvem esta habilidade, o grupo DD apresentou piores pontuações em comparação com o DT.

Compreensão Numérica: Para os três subtestes da Zareki-R que envolvem esta habilidade, o grupo DD apresentou piores pontuações em comparação com o DT.

Cálculo: Para os seguintes subtestes da Zareki-R, Cálculo Mental e Problemas Aritméticos em que o desempenho das crianças DT foi superior aos das crianças com DD.

Todos os resultados corroborados pelo “effect size” e observaram-se efeitos de grande magnitude.

Para o Total da Zareki-R foi observada diferença significativa em que as crianças DD obtiveram pontuação menor que as das crianças DT. Conforme Tabela 6.

Tabela 6. Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DD e DT para a Cognição Numérica.

	DD (N=28)	DT (N=30)	t	p	d
Zareki-R					
Senso Numérico					
Enumeração de Pontos	2,7 (0,9)	3,2 (0,8)	-1,8	0,06	0,5 ^a
Estimativa visual	5,7 (2,3)	7,2 (2,0)	-2,5	0,01*	0,6 ^b
Produção Numérica					
Contagem Oral em Ordem Inversa	1,3 (1,1)	3,1 (2,3)	-3,5	0,0008*	0,9 ^c
Ditado de Números	8,6 (3,7)	13,7 (2,1)	-6,3	<0,0001*	1,7 ^c
Leitura de Números	10,8 (3,6)	14,1 (2,4)	-4,0	0,0001*	1,0 ^c
Compreensão Numérica					
Comparação oral	10,9 (3,2)	12,8 (2,1)	-2,6	0,01*	0,7 ^b
Comparação escrita	16,2 (4,3)	19,1 (1,3)	-3,4	0,001*	0,9 ^c
Estimativa contextual	7,1 (3,3)	11,0 (4,0)	-3,2	0,0002*	1,0 ^c
Cálculo					
Cálculo Mental	10,6 (7,6)	25,8 (5,7)	-8,2	<0,0001*	2,2 ^c
Problemas Aritméticos	2,1 (1,9)	5,9 (2,7)	-6,0	<0,0001*	1,6 ^c
Linha numérica Mental					
Ordenação em escalas	10,6 (4,9)	14,7 (3,3)	-3,6	0,0005*	0,9 ^c
Memória Operacional					
Memória de dígitos	21,7 (4,5)	24,5 (5,6)	-2,0	0,04*	0,5 ^b
Total da Zareki-R	87,1 (15,5)	130,1(12,7)	-11,5	<0,0001*	3,0^c

Legenda: DD: grupo com discalculia do desenvolvimento; DT: grupo com desenvolvimento típico, Zareki-R: Bateria Neuropsicológica para Avaliação do Tratamento dos Números e Cálculos para Crianças, (*) $P < 0,05$; a) 0,2, b) 0,5 e c) $> 0,8$ respectivamente magnitude pequena, média ou grande.

Escalas de comportamento

A análise realizada com o teste t e magnitude de efeito, evidenciaram diferenças entre DD e DT para EAM, ESI, em que as crianças com DD obtiveram pontuação superior ao do grupo controle. Para ver especificações vide Tabela 7.

Tabela 7. Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DD e DT para EAM, CDI, ESI e suas quatro dimensões.

	DD (N=28)	DT (N=30)	T	p	d
EAM	40,2 (18,8)	27,3 (19,3)	2,5	0,01*	0,6 ^b
CDI	9,0 (5,6)	6,7 (4,3)	1,7	0,08	0,4 ^a
ESI					
RF	7,7 (6,3)	6,3 (5,0)	0,89	0,37	0,2 ^a
RP	10,8 (7,2)	7,1 (4,5)	2,4	0,01*	0,6 ^b
RPCD	6,3 (7,2)	3,00 (3,83)	2,2	0,02*	0,5 ^b
RPF	9,2 (6,5)	6,0 (4,7)	2,1	0,03*	0,5 ^b
Total	34,2 (23,9)	22,5 (15,5)	2,2	0,02*	0,5 ^b

Legenda: DD: grupo com discalculia do desenvolvimento; DT: grupo com desenvolvimento típico, EAM- Escala de ansiedade matemática, ESI- Escala de stress infantil (RF-Reações físicas, RP-Reações psicológicas, RPCD- Reações psicológicas com componente depressivo e RPF- Reações psicofisiológicas).

(*) $P < 0,05$; a) 0,2, b) 0,5 e c) $> 0,8$ respectivamente magnitude pequena, média ou grande.

5.5.3 Análise de Correlação

Foram realizadas análises de correlação de Pearson para os grupos DD e DT, com intuito de investigar as associações entre a Cognição Numérica, Desempenho Escolar, Memória Operacional, Funções Executivas e Escalas de Comportamento. Observaram-se diversas correlações significativas (Tabela 8).

Tabela 8: Correlações de Pearson obtidas por meio da associação entre as variáveis, Subtestes da Zareki-R, MPC, TDE, WCST, subtestes da AWMA, BCPR, EAM, CDI e ESI e BCPR e Teste de Ritmos.

	ATDE	LTDE	TDE Total	MPC	RD	RB	RP	RPCD	RPF	MCPV	MCPVE	MOV	MOVE
Produção Numérica													
Contagem Oral em Ordem Inversa						0,48†							
Ditado de Números	0,55†		0,44†				-0,40†						
Leitura de Números	0,46†	0,46†	0,54†										
Compreensão Numérica													
Comparação escrita	0,47†		0,45†					-0,40†	-0,42†				
Estimativa contextual	0,56†		0,46†										
Cálculo													
Cálculo Mental	0,72†		0,48†	0,44†									
Problemas Aritméticos	0,60†		0,44†	0,45†						0,41†			
Linha numérica Mental													
Ordenação em escalas	0,40†		0,42†										
Memória Operacional													
Memória de dígitos			0,46†							0,41†		0,44†	
Total da Zareki-R	0,81†		0,58†	0,48†						0,45†		0,46†	

Legenda: ATDE: Subteste Aritmética do TDE; LTDE: Subteste de Leitura do TDE; TDE Total: Pontuação total do TDE; MPC: Matrizes Progressivas Coloridas de Raven; RD: Recordação de Dígitos; RB: Recordação de Blocos; RP: Reações Psicológicas; RPCD: Reações psicológicas com componentes Depressivos; RPF: Reações psicofisiológica; MCPV: Memória de Curto Prazo Verbal; Memória de Curto Prazo visuoespacial; MOV: Memória Operacional Verbal e MOVE: Memória Operacional visuoespacial. Nota: † p<0,001.

5.5.4 Instrumento de Relato Verbal Pré-Treino Musical.

Para o grupo DD, as análises das porcentagens demonstraram que para a Questão um, a maioria das crianças responderam que não apresentavam dificuldades em sua aprendizagem escolar, entretanto na Questão dois, 74 % das crianças apresentaram algum nível de dificuldade quanto a fazer contas e resolver problemas de matemática, para as outras questões em relação às notas nas matérias, dificuldades de memória, relação com as pessoas, dificuldades no humor, concentração nas aulas, atenção no momento de estudo e organização pra a atividade escolar, a maioria das crianças responderam “Nada” como alternativa.

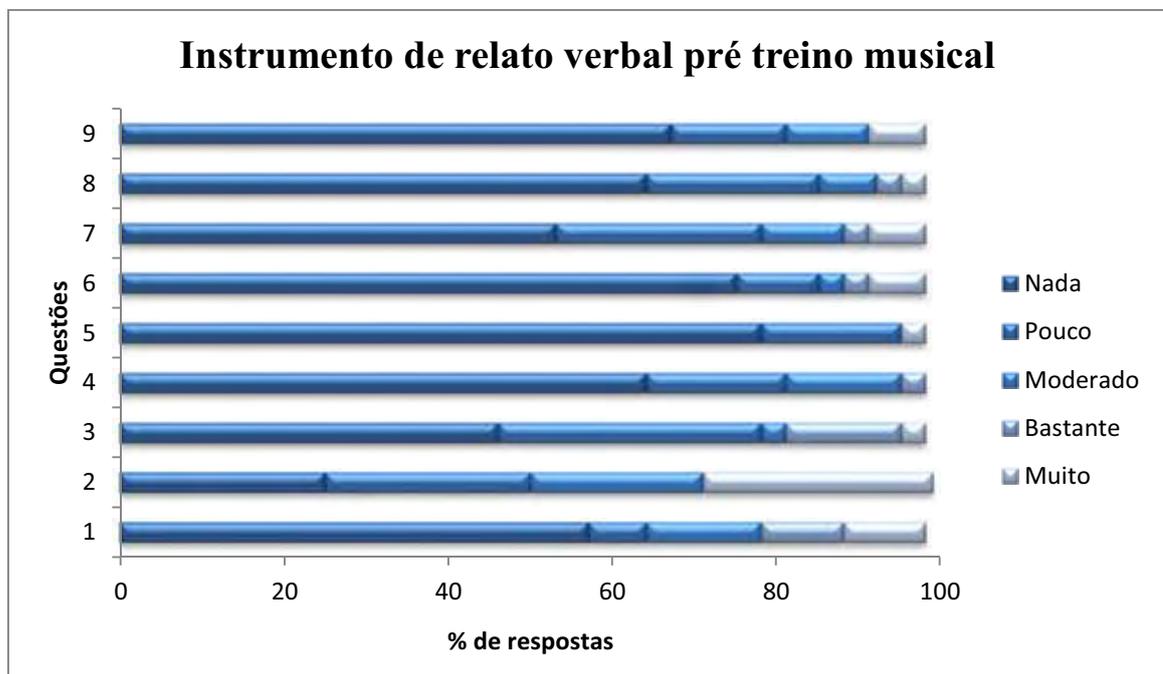


Figura 4: Porcentagens de respostas por questão para o grupo DD.

De acordo com as respostas do grupo DT, pôde-se observar que em todas as questões a maioria das crianças responderam “Nada” como alternativa, ou seja, não possuíam dificuldades quanto à aprendizagem escolar, para fazer contas e resolver problemas de matemática, ou mudança de notas, dificuldades de memória, na relação com as pessoas, no humor, concentração nas aulas, atenção no momento de estudo e organização para as atividades escolares.

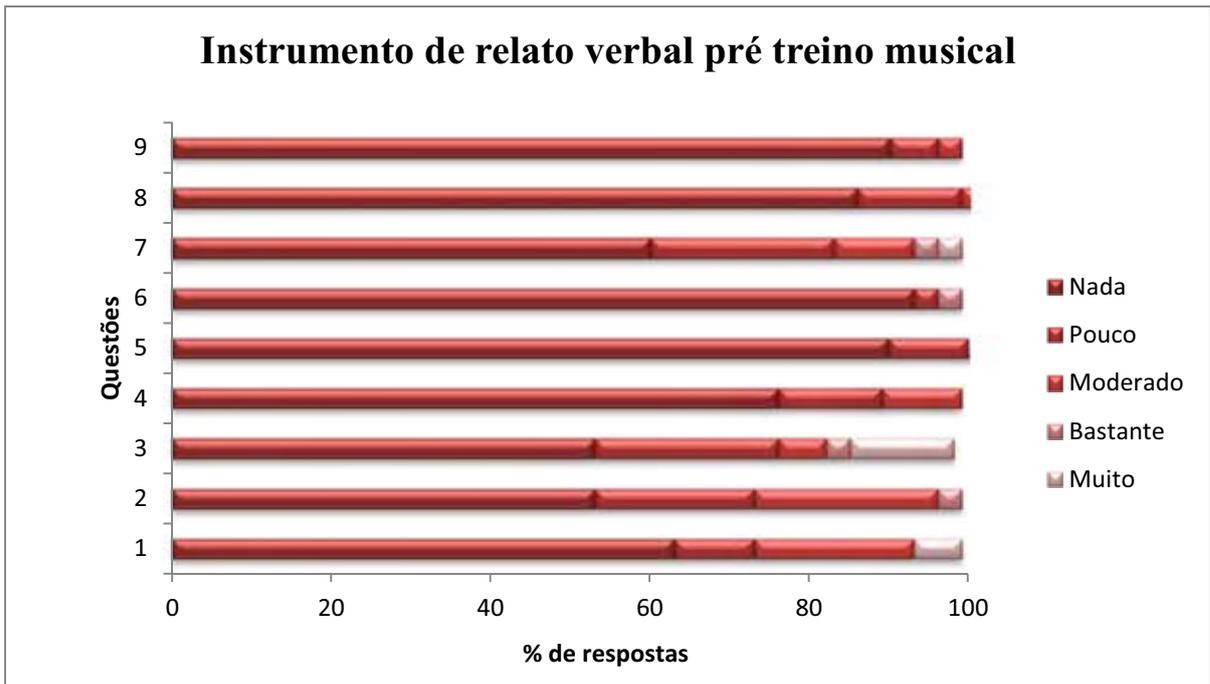


Figura 5: Porcentagens de respostas por questão para o grupo DT.

5.6 Discussão

Este estudo teve como alvo identificar e discriminar as crianças com DD em relação a um grupo DT, além disso, verificar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica das escolas participantes.

As três escolas selecionadas para esta pesquisa se encontravam na média para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), portanto as escolas escolhidas para esta pesquisa possuem uma elevada qualidade e devem ser uma referência para outras escolas (FERNANDES, 2007). Este resultado é importante, pois um dos critérios para diagnóstico da DD, é que as dificuldades relacionadas à cognição numérica, não possam ser justificadas por falta de acesso ao ensino formal adequado (APA, 2002; OMS, 1994).

5.6.1 Entrevista de Anamnese

De acordo com diversos pesquisadores as dificuldades aritméticas em crianças podem ser potencializadas por diversas etiologias (HASKELL, 2000; NEUMÄRKER 2000; VON ASTER; SHALEV, 2007; RUBINSTEN; HENIK, 2008). Portanto foi realizada a entrevista de anamnese, que não apresentou variações significantes nos escores em comparação aos grupos (DD e DT) em relação a fatores como nível de escolaridade dos pais, abuso de substâncias durante a gestação, peso ao nascer, prematuridade, tipo de parto, atrasos de desenvolvimento, modalidades pré-escolares, assim como para o nível socioeconômico avaliado pela ABEP que demonstrou que ambos os grupos correspondem à classe econômica —C1 ou —classe média salário ($M = 1562,5 \pm 1047,7$). A avaliação do professor por meio da EDAH não apresentou sinais relacionados ao Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade nas crianças. Isto sugere que a amostra é homogênea e não apresenta os principais fatores de risco que poderiam causar prejuízos em funções cognitivas, incluindo habilidades matemáticas.

Nesta pesquisa em contrariedade com outros estudos (SHALEV, 2004; SHALEV et al., 2000; VON ASTER; SCHWEITER; ZULAUF, 2007; YUSHA'U, 2004; YUSHA'U, 2013), foram encontrados maior número de crianças do sexo masculino com DD, o que pode ser justificado pelo método de ensino e/ou pelo aspecto cultural, além disso a prevalência de crianças com DD na população pesquisada foi maior do que em alguns estudos prévios (SHALEV; GROSS-TSUR, 2001; SHALEV, 2004; LEWIS; HITCH; WALKER, 1994; WESTWOOD, 2008; LUCANGELI, TRESSOLDI, CANDIA, 2005), dados que se

aproximaram dos achados de Wadlington e Waddlington (2008) e, uma explicação para essa diferença na porcentagem em relação a prevalência das crianças, poderia advir dos critérios diagnósticos utilizados e ainda da discrepância entre os testes neuropsicológicos, pois as pesquisas não são realizadas considerando apenas os aspectos clínicos, mas também uma variedade de outras causas para os prejuízos no caso da realização matemática, o que influencia amplamente na população considerada por cada investigador (BUTTERWORTH, 2005; GROSS-TSUR, MANOR, SHALEV, 1996; SHALEV; GROSS-TSUR, 2001; MAZZOCCO; MC CLOSKEY, 2005; RUBINSTEN; HENIK, 2005; KOONTZ; BERCH, 1996; KUCIAN et al. 2011, WILSON; DEHAENE, 2007).

5.6.2 Avaliação Neuropsicológica

O estudo pré-treino teve como objetivo observar as características do grupo com DD em relação às funções cognitivas como; Capacidade de inteligência, funções executivas, memória operacional, cognição numérica e escalas de comportamento em comparação com um grupo DT, com a finalidade de verificar em qual e/ou quais são os prejuízos cognitivos encontrados nas crianças com DD.

As crianças dos grupos DD e DT passaram por uma avaliação neuropsicológica e foram observadas diferenças significativas entre os grupos nas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven, em que o grupo DD obteve pior desempenho, entretanto o grupo DD foi classificado como Grau III+ (Intelectualmente médio) e o DT como Grau II (definidamente acima da média na capacidade intelectual). Em discordância aos estudos já realizados que mencionam dificuldades em aritmética associadas à QI mais baixos (LANDERL; KOLLE, 2009, SHALEV et al., 1998; SILVA; SANTOS, 2011), neste estudo as crianças DD apresentaram pontuação para a classificação de intelectualmente médio superior (ANGELINI et al., 1999). Portanto os déficits nos testes subsequentes não podem ser justificados por prejuízos na Capacidade de inteligência de acordo com análise de covariância.

Para o Teste de Desempenho Escolar foram encontradas diferenças entre os grupos DD e DT, no subteste aritmética e na pontuação Total, sendo que de acordo com os dados normativos brasileiros (STEIN, 1994), as crianças DD demonstraram pontuação média inferior para uma série anterior (1º série/ 2º ano), característica esperada por se tratar de critério de inclusão para o grupo DD, enquanto que para os subtestes de Escrita e Leitura os escores se encontravam dentro da média para faixa etária (STEIN, 1994). Em relação à estrutura do subteste, pode-se observar que requer uma capacidade básica de compreensão

numérica e cálculo, que exigiria maior realização em tarefas de adição e subtração essencialmente visuais, portanto esse dado demonstra que as crianças com DD deste estudo possuem déficits relacionados inicialmente ao processamento numérico (Produção e compreensão numérica), ou seja, no entendimento dos símbolos numéricos e na sua reprodução, o que culminariam em prejuízos relacionados ao cálculo, justificando os danos em relação à aritmética básica (WILSON; DEHAENE, 2007; GEARY, 2004; BUTTERWORTH, 1999; LANDERL; BEVAN; BUTTERWORTH, 2004; MCCLOSKEY; CARAMAZZA; BASILI, 1985; VON ASTER; SHALEV, 2007).

Apesar de vários estudos apresentarem as Funções Executivas como um componente em comorbidade com a DD (TOLL et al., 2011; PENG et al., 2012), nesta pesquisa ambos os grupos apresentaram capacidade para esta habilidade de acordo com os resultados normativos referentes à faixa etária (CUNHA et al., 2005), ou seja, demonstraram capacidade de raciocínio abstrato e modificação de estratégias cognitivas como resposta a alterações nas contingências ambientais dentro do esperado, corroborando com distinção diagnóstica proposta por Rubinsten e Henik (2008) em contraste entre a DD e DM. Deste modo, os resultados nos testes não podem ser justificados por uma deficiência nesta habilidade, pelo menos, de acordo com as medidas deste instrumento, outra questão importante em observância na realização desta tarefa, é que este envolve aspectos simbólicos, entretanto não são de ordem ao conteúdo matemático, isso demonstra que a dificuldade das crianças com DD deste estudo esta ligado a prejuízos particularmente compatíveis às representações simbólicas especificadamente de números (ALLOWAY; PASSOLUNGI, 2011).

Não foram encontradas diferenças entre os grupos no teste de repetição de pseudopalavras, os grupos apresentaram pontuação dentro da normalidade para a faixa etária (SANTOS; BUENO, 2003), teste esse que avalia a capacidade da Memória Operacional fonológica, especificadamente a alça fonológica, portanto inferencialmente a dificuldade das crianças com DD não estaria diretamente relacionadas com a capacidade para aquisição de vocabulário, habilidade de leitura ou mesmo compreensão da língua materna (BADDELEY, 1986; BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998).

Para a AWMA, nos seus seguintes subtestes, Recordação de Dígitos Inversos, relacionado à capacidade de processamento, memória operacional verbal, os escores das crianças do grupo DT foram significativamente maiores do que das crianças do grupo DD. Quanto a capacidade visuoespacial, foram encontradas diferenças entre 3 subtestes da

AWMA: Matriz de Pontos, Memória para Labirintos e Recordação de Blocos, todos relacionados à capacidade de armazenamento, ou seja, memória de curto-prazo visuoespacial.

As diferenças visuoespaciais ficam evidentes em duas categorias conceituais advindas da AWMA, relacionadas ao armazenamento e processamento, que demonstraram menor desempenho, entretanto não prejuízos, das crianças DD para a memória de curto prazo visuoespacial e memória operacional visuoespacial, este achado está de acordo com diversos estudos (SCHUCHARDT; MAEHLER; HASSELHORN, 2008; GEARY et al., 1999, 2000; MCLEAN; HITCH, 1999; ROTZER et al., 2009; SILVA; SANTOS, 2011; SIEGEL; RYAN, 1989; RIBEIRO; SANTOS, 2012). Apesar disso, por se tratar de um teste em padronização no Brasil, ainda não se sabe se esses resultados são iguais ou superiores ao desenvolvimento associado à idade, contudo as pontuações foram comparadas com dados de outros países como uma análise exploratória, e as médias relacionadas às idades se mostraram equivalentes (ALLOWAY; PASSALUNGI, 2011; BLOEMERT, 2011; INJOQUE-RICLE; BARREYRO; BURIN, 2012; ALLOWAY; RAJENDRAN; ARCHIBALD, 2008), este dado está em concordância com Rubinsten e Henik (2008), de que crianças com DD não possuíam prejuízos na capacidade da memória operacional.

As crianças com DD não foram significativamente diferentes do grupo DT em relação ao Senso Numérico, o que está em discordância com diversos estudos (BACHOT et al., 2005; LANDERL; BEVAN; BUTTERWORTH, 2004; ROUSSELLE; NOËL, 2007), alguns autores argumentaram que apenas crianças com DD acima de dez anos etários não apresentariam déficits nesta habilidade, portanto o resultado deste estudo vai de encontro a este achado (MUSSOLIN et al., 2010, KUCIAN et al., 2006; SOLTÉSZ et al., 2007).

Uma hipótese para este resultado é que essas crianças já poderiam ter sido estimuladas quanto a essa capacidade, ou que suas dificuldades estariam relacionadas à aquisição a partir do passo 2 descrito por Shalev e Von Aster (2007), que está ligada a prejuízos na obtenção na representação verbal e da escrita elementar, o que poderia culminar em dificuldades nas habilidades precedentes, justificados pelos resultados encontrados para a capacidade da Cognição Numérica descritas a seguir.

Em relação ao desempenho geral das crianças na Zareki-R, o grupo DD apresentou piores resultados em 11 subtestes e no total da Zareki-R em comparação com o grupo DT, em contraponto aos dados normativos as crianças com DD apresentaram resultados abaixo do esperado para faixa etária nos subtestes Contagem Oral em Ordem inversa, Estimativa Contextual, Cálculo Mental e no Total da Zareki-R, testes esses que envolviam

respectivamente a Produção Numérica, Compreensão Numérica e Cálculo, enquanto que as crianças do DT obtiveram desempenho dentro dos parâmetros para a faixa etária em todos os subtestes da bateria (SANTOS et al., 2012), portanto o grupo DD preencheu os seguintes critérios estabelecidos para diagnóstico apresentando desempenho em aritmética muito abaixo do esperado para a idade, rendimento escolar nesta disciplina especificamente com atraso significativo, além de prejuízos em três subtestes, assim como no total da Zareki-R (OMS, 1994; APA, 2002; ROTZER et al., 2009).

Este estudo encontrou resultados semelhantes aos da pesquisa realizada por Silva e Santos (2011), com uma amostra de crianças com DD com comorbidade com prejuízos de escrita, aonde foram detectados prejuízos no Cálculo Mental, Problemas Aritméticos e Zareki-R Total, testes esses que envolvem o Processamento numérico e o Cálculo, confirmando serem estes testes sensíveis para detecção da DD.

Outro fator importante a ser apontado é que as crianças que possuem esse diagnóstico demonstram um prejuízo em lidar com os conceitos de numerosidade e símbolos, apesar de haver o conhecimento dos procedimentos e números, não conseguem resolver um exercício básico de aritmética (TEMPLE, 1994; ROSSELLE; NOEL, 2007). Revelando diferenças em crianças com DD e DT, tanto nos aspectos simbólicos, quanto nos não simbólicos, estes dados estão de acordo com os achados de Mussolin et al. (2010) e Dehaene (1997), que postulam que o senso numérico pode não estar danificado, mas um déficit especializado pode estar subjacente a este, causando prejuízos em habilidades simples, como a subtização. Portanto, do ponto de vista clínico, esses resultados demonstram a importância de que crianças com DD sejam encaminhadas para a realização de uma avaliação neuropsicológica especializada, para diagnóstico da DD e possíveis comorbidades, a fim de uma reabilitação específica e satisfatória (SANTOS et al. 2010).

Na EAM, o grupo DD relatou mais comportamentos indicados de AM do que o DD, entretanto clinicamente, ambos os grupos foram classificados com um baixo nível de ansiedade. Portanto, a criança com DD possui uma percepção exacerbada de seu estado de ansiedade, mas que em realidade equivale ao grupo DT. Isto demonstra que as crianças com DD são vulneráveis a vários riscos (LAMMINMAKI; AHONEN; TODD DE BARRA, 1997; KRINZINGER; KAUFMANN; WILLMES, 2009; SHALEV et al., 1998) inclusive a instabilidade emocional, que pode ser justificada por aspectos culturais, na medida em que os estudos sugerem que a ansiedade matemática surgiria de memórias desagradáveis em relação ao desempenho na disciplina com prejuízo (MA; XU, 2004; HADFIELD; MCNEIL, 1994).

Para CDI não houve diferença estatística entre os grupos e de acordo com os dados normativos as crianças não apresentaram níveis de depressão (GOUVEIA et al., 1995), entretanto a investigação do humor em crianças com DD é extremamente importante visto que segundo a literatura, a DD pode estar associada a comorbidades, como a ansiedade frente a matemática, depressão e TDAH, que podem piorar ainda mais a sintomatologia (RUBINSTEN; TANNOCK, 2010; GALONSKA; KAUFMANN, 2006; DOWKER, 2005; WRIGHT, MARTLAND, STAFFORD, STANGER, 2002; VON ASTER; SHALEV, 2007).

Para a ESI os resultados demonstraram diferenças estatísticas, em que o grupo com DD apresentou maior pontuação em relação ao DD, no total da ESI e em três dimensões do estresse infantil (psicológica, psicológica com componente depressivo e psicofisiológica), relevante ressaltar que apesar da diferença estatística, clinicamente de acordo com os dados normativos brasileiros (LIPP; LUCARELLI, 1998), ambos os grupos não apresentaram sintomas de estresse para nenhuma das reações ou para seu score total. Entretanto essa escala é realizada por um auto relato da criança, e demonstra o seu posicionamento diante as questões, o que pode confirmar assim como observado na EAM que as crianças com DD possuem uma auto percepção exacerbada de seu comportamento emocional, ou seja, o que pode ser potencializado por ser em parte um comportamento culturalmente aprendido, portanto o fator social e a prevenção de sintomas são de grande importância para crianças com DD (SHALEV, 2007), visto que são vulneráveis a riscos como persistência de dificuldades de aprendizagem, abandono escolar e instabilidade emocional (LAMMINMAKI et al., 1997; SHALEV et al., 1998).

Correlações

Foram realizadas análises de correlação entre os subtestes da Zareki-R e subtestes do TDE, MPC, AWMA, BCPR, WCST, EAM, CDI e ESI.

De acordo com os constructos relacionados à Cognição numérica, foram observadas para a Produção Numérica, correlações positivas entre Contagem Oral em Ordem Inversa e o Subteste da AWMA, Recordação de Blocos, este dado demonstra que apesar de ser um teste víspuoespacial, as crianças podem utilizar estratégias de contagem para facilitar a memorização dos itens. O subteste Ditado de Números obteve correlações positivas com o subteste aritmética do TDE, assim como para o seu Total, igualmente para o subteste de Leitura de números, com adição do teste de Leitura do TDE, isto significa que há uma integração das funções aritméticas com o desempenho acadêmico, ou seja, é necessário que haja uma

decodificação de símbolos, tanto da forma arábica para verbal, quanto ao contrário (DEHAENE; COHEN, 1997; DEHAENE, 2001; 2003).

Quanto a Compreensão Numérica, os subtestes: Comparação escrita e Estimativa contextual apresentaram correlações com subteste de aritmética do TDE, estes dados demonstram que para que aconteça o Cálculo efetivamente, é necessário que exista uma avaliação para diferenciar quantitativamente seus valores, sendo que os três testes utilizam as funções visuoespaciais. Portanto segundo estudos prévios crianças com baixo escore no subteste aritmética do TDE, possuem prejuízos em ambos os aspectos da Cognição Numérica, processamento numérico e Cálculo (SILVA; SANTOS, 2011).

Quanto ao Cálculo, os subtestes: Cálculo Mental e Problemas Aritméticos se correlacionaram com o subteste aritmética do TDE, assim como o subteste de Ordenação de Escalas e total da Zareki-R. Portanto, o uso da Bateria Zareki-R se mostrou sensível para detectar crianças que apresentaram problemas aritméticos, precisamente habilidade de Cálculo. Além disso, demonstram que as habilidades aritméticas envolvem como a própria definição do termo aritmética propõe o entendimento de fatos numéricos, contagem, classificação ordinal, leitura e manipulação dos símbolos e o conhecimento das regras que regem as quatro operações básicas (HASKELL, 2000), habilidades essas que estariam prejudicadas em crianças com DD (SILVA; SANTOS, 2011; ROTZER et al., 2009)

Neste estudo as Matrizes progressivas Coloridas de Raven, apresentou correlações positivas com os subtestes Comparação escrita, Cálculo Mental, Problemas Aritméticos, Ordenação em Escalas e total da Zareki-R, corroborando com os estudos citados, o que demonstra que o processamento numérico e o cálculo básico de acordo com Landerl e Kölle (2009) é influenciado pela capacidade de inteligência.

Alguns subtestes da Zareki-R, exibiram correlações negativas, com algumas dimensões do ESI, a seguir: Ditado de Números com RP e Comparação escrita com RPCD e RPF, o que representa que quanto maior o nível de reações psicológicas, psicológicas com componente depressivo e Psicofisiológicas, respectivamente, menor o desempenho nos subtestes da Zareki-R citados, reações essas que podem estar relacionadas a disfunções da regulação emocional (SHALEV, 2004).

O subteste da Zareki-R, Memória de Dígitos apresentou correlação positiva com o subteste da AWMA-Recordação de Dígitos, que avaliam a mesma função, capacidade de armazenamento, representa uma tarefa de Span, ou seja, quantidade máxima de itens memorizados.

Em comparação dos Subtestes da Zareki-R com as quatro categorias conceituais agregadas a AWMA, foram encontradas correlações positivas em relação ao subteste de Cálculo e a Memória de Curto Prazo visuoespacial, Subteste Recordação de Dígitos e Memória de Curto prazo verbal e Memória Operacional Verbal, e para o Total da Zareki-R e Memória de Curto Prazo visuoespacial e Memória Operacional visuoespacial, portanto o processamento matemático e o Cálculo, diante desse resultado envolveriam mais as funções visuoespaciais, visto que esta suporta as representações numéricas, como contagem e em tarefas aritméticas de vários dígitos e decodificação de problemas apresentados visualmente (D'AMICO; GUARNERA, 2005; GEARY, 1990; MCLEAN; HITCH, 1999; LOGIE; GILHOOLY; WYNN, 1994; TRBOVICH; LEFEVRE, 2003; HEATHCOTE, 1994; ALLOWAY; PASSOLUNGI, 2011).

Para EAM não foram encontradas correlações, o que sugere que a ansiedade frente à matemática é um tipo genuíno de ansiedade, ou seja, possuiria um padrão específico que não está associado a outros tipos de ansiedade, inteligência ou mesmo a memória operacional (YOUNG; WU; MENON, 2012; WU et al., 2013).

Qualitativamente, por meio do Instrumento de Relato Verbal Pré-Treino Musical, as crianças com DD revelaram possuir reconhecimento sobre sua dificuldade quanto a fazer contas e resolver problemas de matemática, prejuízos corroborados pelos testes neuropsicológicos, contudo as crianças não relataram dificuldades para outras funções cognitivas. Portanto, este resultado revela um autoconceito de baixa capacidade que envolve a autoavaliação de seu conhecimento e capacidade de lidar com demandas do ambiente (BANDURA, 1997; BECK; CLARK, 1997), sendo assim, os sinais de incompetência podem levar a uma visão exacerbada de sua dificuldade, logo é necessário um diagnóstico criterioso que envolva o prognóstico e o tratamento adequado dessas crianças, visando melhorar as competências da aprendizagem, no reforço da cognição numérica, além de possibilidades sócias de como tratar essa criança (SANTOS; RIBEIRO; KIKUCHI, 2010).

Estudo Pós-treino

ESTUDO LONGITUDINAL DOS EFEITOS DE DUAS TÉCNICAS DE TREINO MUSICAL SOBRE A MEMÓRIA OPERACIONAL E COGNIÇÃO NUMÉRICA DE CRIANÇAS COM DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO.

6.1 Objetivos

O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos do desenvolvimento das habilidades musicais por meio do treino musical, sobre a capacidade da memória operacional e da cognição numérica, além de outras funções cognitivas como as funções executivas, inteligência e comportamento emocional, em crianças de 8 anos de idade (no 3º ano escolar) com Discalculia do Desenvolvimento (DD) em contraste com um grupo constituído de crianças Desenvolvimento Típico (DT).

Os objetivos específicos foram:

- 1) Verificar os efeitos das diferentes técnicas do treino musical no desempenho de testes de memória operacional e da cognição numérica por meio da avaliação Pré e pós-treino musical;
- 2) Analisar os efeitos das diferentes técnicas do treino musical na capacidade de inteligência, no desempenho escolar, funções executivas e comportamento emocional por meio de três avaliações (Pré-treino, e 2 avaliações pós-treino musical).
- 3) Verificar se existem diferenças entre as técnicas e se existe, qual a técnica mais efetiva para a reabilitação das crianças com DD.

6.2 Método

6.2.1 Participantes

Das 58 crianças participantes do estudo pré-treino, cinco crianças foram retiradas do treino musical logo em seu início, por opção dos pais, sendo provenientes do grupo DD (N=2) e DT (N=3). Portanto participaram deste estudo 53 crianças, 40 meninos e 13 meninas, matriculadas em escolas públicas do Município de Assis-SP, divididas em quatro grupos: Crianças com Desenvolvimento Típico que receberam a técnica Auditivo-musical e depois Rítmica- DTAR (N=14 crianças, 12 meninos) e Rítmica e depois Auditivo-musical - DTRA (N= 12 crianças, 9 meninos), Crianças com Discalculia do Desenvolvimento que receberam a

técnica Auditivo-musical e depois Rítmica, DDAR (N=14 crianças, 12 meninos) e Rítmica e depois Auditivo-musical, DDRA (N=13 crianças, 8 meninos), com diagnóstico confirmado pela nota de corte <9 , no subteste aritmética, prevista no manual do TDE (Teste de Desempenho Escolar; STEIN, 1994), como médio inferior uma série anterior, ou seja, para 2ª ano (que corresponde à antiga 1ª série).

6.3 Material

Os testes neuropsicológicos foram os mesmos utilizados no item 5.3 do estudo pré-treino, com substituição do item 5.3.10 Instrumento de relato verbal Pré-treino musical, pelo instrumento disposto a seguir:

6.3.1 Instrumento de relato verbal Pós-treino musical:

1. Você notou melhora em sua aprendizagem escolar?

a) Nada b) Pouco c) Moderado d) Bastante e) Muito

Se sim em qual matéria? _____

Comente _____

2. Você percebeu melhora no seu jeito de fazer contas e resolver problemas da matemática?

a) Nada b) Pouco c) Moderado d) Bastante e) Muito

Comente _____.

3. Você teve alguma mudança nas notas das matérias? Em quais?

a) Nada b) Pouco c) Moderado d) Bastante e) Muito

Comente _____.

4. Você notou mudança na sua Memória?

a) Nada b) Pouco c) Moderado d) Bastante e) Muito

Comente _____.

5. Você notou alguma mudança na sua relação com as pessoas?

a) Nada b) Pouco c) Moderado d) Bastante e) Muito

Comente _____.

6. Você notou alguma mudança no seu humor?

a) Nada b) Pouco c) Moderado d) Bastante e) Muito

Comente _____.

7. Você notou alguma mudança na sua concentração nas aulas?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

8. Você notou alguma mudança na sua atenção enquanto estuda?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

9. Você notou alguma mudança na sua organização da atividade escolar?

a)()Nada b)() Pouco c)()Moderado d()Bastante e)()Muito

Comente_____.

10. O que o treino musical significou para você?

6.4 Intervenção

6.4.1 Treino musical

Todos os grupos receberam 14 sessões de treino musical, com 60 minutos semanalmente de aulas em grupo. As crianças foram distribuídas conforme as técnicas de treino musical por sorteio (realizado por um avaliador externo), o treino foi efetuado por um instrutor musical (com formação em canto e violão) e este não teve acesso ao resultado das avaliações neuropsicológica das crianças durante o período de desenvolvimento do mesmo. Com relação ao treino musical, duas técnicas de musicalização foram empregadas, sete sessões cada: Rítmica e Auditiva musical, alguns elementos do treino musical foram retirados de livros de educação musical infantil (COELHO; FAVARETTO, 2010; PERES; TATIT, 2010) e outros foram criados pelo próprio pesquisador, além disso, as imagens utilizadas não possuíam direitos autorais. Metade da amostra realizou primeiro a técnica rítmica, seguida da técnica auditiva, enquanto a outra metade realizou o oposto, primeiro a técnica de auditiva, seguida da técnica rítmica .

O treino musical foi realizado de Agosto a Setembro/2012, com recesso para 2ª avaliação, 2ª fase do treino musical se concretizou do mês de Outubro a Dezembro/2012. Para tanto foram formados 5 grupos (Na escola EMEF João Mendes Júnior foram formados dois grupos: manhã (N=13) tarde (N= 11), assim como na EMEIF Maria Amélia de Castro Burali: manhã (N= 9) e tarde (N=15) e na EMEIF Guiomar Namor de Mello tarde (N= 5) as crianças

DD e DT estavam mescladas nos referidos grupos, além disso os grupos foram pareados por sexo e por número de crianças DD e DT. O treino musical está disposto a seguir.

6.4.2 Paradigma de Intervenção

Técnica Auditivo-musical

Aula 1: Objetivo era introduzir o conceito de Som e silêncio, reconhecimento dos ruídos em diversos ambientes, para tanto foi realizado uma escuta dos ambientes em que se encontravam dentro e fora da sala, e fichas com imagens para identificação por meio de áudios (Anexo 5).

Aula 2: Objetivo era trabalhar com os sons dos animais de diversos ambientes (cidade e floresta), contraste entre sons agudos, médios e graves, por meio do reconhecimento dos sons de animais e suas diferenciações e por meio da escuta de Cds (Anexo 6).

Aula 3: Objetivo era reconhecer os diversos instrumentos musicais, explicar e exemplificar o conceito de timbre e suas diferenciações, contraste entre agudo, médio e grave por meio da escuta de diferentes instrumentos, utilização da fala humana como exemplo de timbres (Anexo 7).

Aula 4: Objetivo era exemplificar o conceito de som e silêncio, sonorização de histórias e introdução do conceito de Intensidade, por meio de músicas e diferenciações entre expressões vocais.

Aula 5: Contraste entre fraco e forte, discriminação entre intensidades por meio da escuta musical em diferente estilos.

Aula 6: Intuito foi conceituar o silêncio, sons e ruídos na música, representação gráfica do som e discriminações de estilos musicais, para tanto, foi utilizado o jogo da estátua, para ilustrar a ideia de silêncio e som e a representação do som por meio de desenhos espontâneos.

Aula 7: O objetivo foi introduzir a ideia de melodia e harmonia por meio de diferentes instrumentos e das diferentes notas.

Técnica Rítmica

Aula 1: Introduzir o conceito de pulso, sons corporais e discriminação do andamento musical por meio de músicas com mudanças rítmicas, em que as crianças deveriam diversificar a forma de movimento de acordo com a velocidade musical.

Aula 2: Objetivos, exemplificar a duração do som, discriminação entre sons curtos e longos, por meio de jogos musicais, percussão corporal e imagens gráficas.

Aula 3: Alvos, explicação do pulso e acento musical, produzir sons e diferentes ritmos por meio de trava línguas, poesias e parlendas.

Aula 4: Trabalhar os conceitos de pulso e ritmo, controle corporal, utilização de diferentes ritmos e timbres com o próprio corpo, por meio de associação do ritmo, movimento a letra, com trava línguas e brincadeiras corporais.

Aula 5: Objetivos, associação rítmica ao movimento, leitura rítmica por meio de desenhos e propriedade dos sons quanto a sua duração por meio de jogos corporais e canções.

Aula 6: Improvisação de ritmos e acentos, conceituação da pausa musical, por meio do jogos de copos.

Aula 7: Escuta e reprodução rítmica, improvisação de ritmos e acentos, diferenciação entre os compassos binário, ternário e quaternário, por meio de divisão de sílabas e brincadeiras com os compassos, utilizando o corpo como percussão no tempo forte ou fraco, incluindo pausas e instrumentos improvisados em sala de aula.

6.4.3 Procedimentos

As crianças foram avaliadas em três momentos individualmente em suas escolas, em sala apropriada, livre de ruídos ou estímulos que pudessem distrair a criança. A aplicação dos testes foi feita em ordem semi-randômica (intercalando tarefas verbais e não verbais), em duas sessões, em que as tarefas do tipo lápis-papel foram realizadas na primeira sessão e na segunda, as tarefas computadorizadas para evitar o efeito de fadiga.

6.5 Análises estatísticas

As análises foram desenvolvidas usando o programa STATISTICA versão 7 (STATSOFT, 2004). Foram empregadas análises de variância para medidas repetidas e análises de variância multivariada (ANOVAs/ MANOVAs) seguidas de testes a posteriori Honest Significant Difference (HSD) de Tukey para verificar a significância dos efeitos da variável independente (DDAR, DDRA, DTAR e DTRA) sobre as variáveis dependentes (Testes neuropsicológicos). Para todas as análises supra, o nível de significância adotado foi de $P \leq 0.05$.

Para AWMA os subtestes que não apresentaram uma distribuição normal em todas as avaliações, foram transformados em logaritmo.

6.6 Resultados

Para as idades, a análise revelou interação entre os Grupos e Tempos [$F(6, 98)=3,19$, $p=0,006$] e efeito de Tempo [$F(2, 98)=1762,6$, $p<0,0001$], entretanto não revelou efeito de grupo [$F(3,49)=1,83$, $p=0,15$], o post hoc revelou que as crianças apresentaram maior número de meses em relação a idade da 1ª e 2ª avaliação para a 3ª avaliação, ($ps<0,04$, para todos os casos), o que era esperado visto que as crianças foram reavaliadas 6 meses e 12 meses depois do pré-teste. As médias de idade das crianças foram: 8,3 (DP= 3,5) anos na 1ª avaliação, 8,7 (DP=3,2) anos na 2ª avaliação e de 9,2 (DP=3,5) anos na 3ª avaliação.

Os principais achados de diferenças entre os grupos estão dispostos a seguir vide tabela 9.

Tabela 9. Principais diferenças demonstradas entre os grupos DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para Desempenho escolar, memória operacional e cognição numérica.

Domínios	Medidas	Diferenças	p
Desempenho Escolar	TDE		
	Subteste de Aritmética	DDRA e DDRA < DTAR e DTRA	<0,04*
Memória Operacional	AWMA		
<i>Armazenamento</i>			
	MCPVE	DDRA e DDRA < DTAR	< 0,02*
<i>Processamento</i>			
	MOV	DDRA e DDRA < DTAR	
	MOVE	DDRA e DDRA < DTAR	
Cognição Numérica	Zareki-R		
<i>Senso Numérico</i>			
	Estimativa Visual	DDRA < DTAR	0,0008*
<i>Produção Numérica</i>			
	Ditado de Números	DDAR < DTAR e DTRA	<0,02*
	Leitura de Números	DDAR < DTAR	
<i>Compreensão Numérica</i>			
	Comparação Oral	DDAR < DTAR e DTRA	<0,002*
	Estimativa Contextual	DDAR < DTAR	
	Comparação Escrita	DDAR < DDRA, DTAR e DTRA	
<i>Linha Numérica Mental</i>			
	Ordenação em escalas	DDAR < DDRA, DTAR e DTRA	<0,03*
<i>Cálculo</i>			
	Cálculo Mental	DDRA e DDAR < DTRA e DTAR	< 0,0007*
	Problemas Aritméticos	DDRA < DDAR < DTRA e DTAR	<0,03*

Legenda: DDAR- Grupo com DD que recebeu a técnica auditivo-musical e depois Rítmica, DDRA- Grupo com DD que recebeu a técnica rítmica e depois auditivo-musical, DTAR- Grupo DT que recebeu a técnica auditivo-musical e depois a Rítmica, DTRA- Grupo DT que recebeu a técnica Rítmica e depois a auditivo-musical, TDE- Teste de Desempenho Escolar, AWMA- Avaliação automatizada da memória Operacional; MCPVE: Memória de Curto Prazo visuoespacial; MOV: Memória Operacional Verbal; MOVE: Memória Operacional visuoespacial.

(*) $p < 0,05$

Capacidade de Inteligência

Não houve efeito de interação entre os Grupos e Tempo [$F(6, 98)=1,01, p=0,41$], também não foi encontrado efeito de Tempo [$F(2, 98)=0,75, p=0,47$], contudo as análises demonstraram efeito de Grupo [$F(3, 49)=9,88, p < 0,0001$], sendo que o desempenho do grupo DDRA foi inferior em relação aos outros grupos ($ps < 0,001$) (Tabela 10)

Para verificar se os resultados nos subtestes do TDE haviam sido influenciados pela capacidade de inteligência, efetuou-se uma ANCOVA para as três avaliações, com o MPC como covariável, ao qual foram significantes: 2ª avaliação [λ de Wilks: 0,77, $F(3,46)=4,4, p=0,008$] e 3ª avaliação [λ de Wilks: 0,86, $F(3,46)=2,3, p=0,08$].

Desempenho Escolar

As análises revelaram interação entre Grupos e Tempo [λ de Wilks =0,51, $F(18, 124,94)=1,82, p=0,02$], efeito de Grupo [λ de Wilks =0,40, $F(9, 114,54)=5,73, p < 0,00001$] e efeito de Tempo [λ de Wilks =0,27, $F(6, 44)=19,45, p < 0,00001$]. Post Hocs discriminados a seguir para cada subteste:

No *Subteste de escrita*: Quanto à análise de interação, o DTAR, DTRA e DDAR foram inferiores na 1ª avaliação em comparação com a 3ª avaliação, além disso, os grupos DDAR e DDRA obtiveram pior desempenho na 1ª avaliação em comparação a 3ª avaliação do DTRA ($ps < 0,04$, para todos os casos). *Subteste de aritmética*: O desempenho dos Grupos DTAR, DDAR e DDRA foi inferior da 1ª avaliação para sua respectiva 3ª avaliação. Os grupos DDAR e DDRA demonstraram menor desempenho na 1ª avaliação em comparação com todas as três avaliações do DTAR e DTRA. Ademais, o Grupo DDRA na 3ª avaliação obteve piores resultados quando comparado as 3 avaliações do Grupo DTAR ($ps < 0,04$, em todos os casos). (Figura 6) *Subteste de leitura*: O Grupo DDAR apresentou melhores resultados nas 2ª e 3ª avaliações quando comparadas a 1ª avaliação, enquanto que o Grupo DDRA apresentou melhores resultados da 1ª para a 3ª avaliação ($ps < 0,04$).

Quanto ao efeito de Grupo, as análises revelaram que as crianças DDAR e DDRA apresentaram desempenho inferior em relação às crianças DTRA e DTAR no subteste aritmética ($p < 0,009$). Em relação ao efeito de Tempo, foram observadas menores pontuações na 1ª avaliação em comparação com a 2ª e 3ª avaliações para os 3 subtestes ($p < 0,0001$).

Total do TDE não houve interação entre os Grupos e Tempo [$F(6, 98)=0,88, p=0,51$], contudo houve efeito de Grupo [$F(3, 49)=5,0462, p=0,003$] e efeito de Tempo [$F(2, 98)=62,715, p<0,0001$], em que os resultados do grupo DDRA foram menores que DTAR e DTRA ($p < 0,01$) e para o efeito de Tempo pode-se observar que os resultados foram melhores da 1ª para as 2ª e 3ª avaliações ($p < 0,003$) (Vide tabela 10).

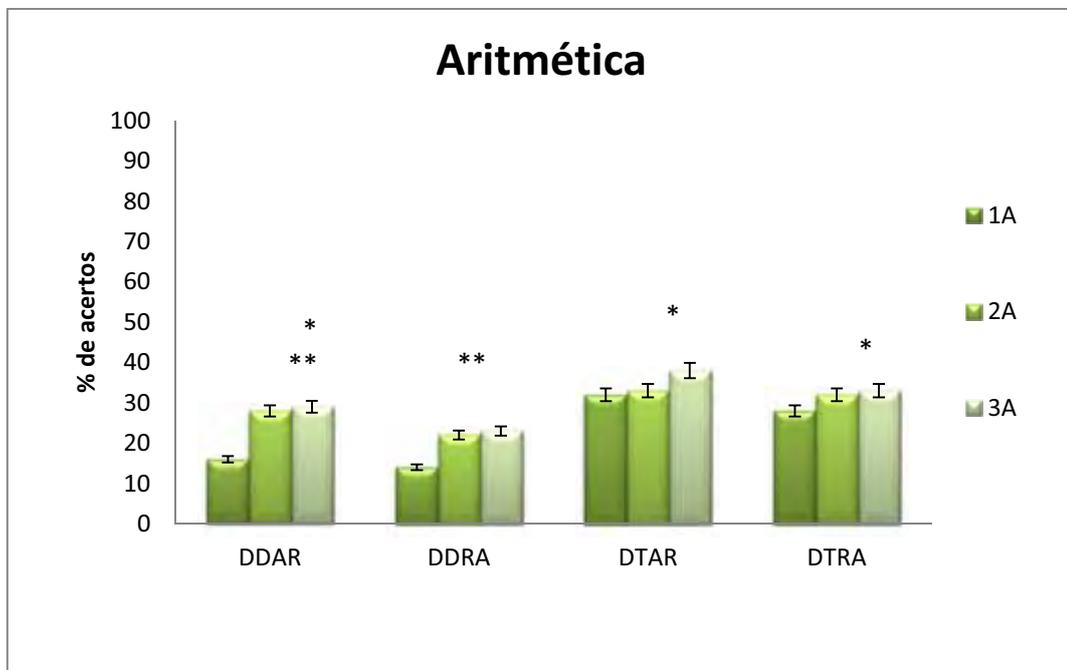


Figura 6: Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo em cada Avaliação, no subteste Aritmética do TDE.

Nota: * DTRA, DDAR e DDRA = 1ª avaliação < 3ª avaliação.

** DDRA e DDRA < DTAR e DTRA.

Funções Executivas

As análises não revelaram interação entre Grupos e Tempo [λ de Wilks =0,89, $F(12, 119,35)=0,41, p=0,95$] nem efeito de Grupo [λ de Wilks =0,85, $F(6, 94)=1,26, p=0,27$], apenas efeito de Tempo [λ de Wilks =0,79, $F(4, 45)=2,98, p=0,02$], em que a 3ª avaliação foi superior em comparação a 1ª e 2ª avaliações ($p < 0,02$) (Tabela 10).

Tabela 10: Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para MPC, TDE e WCST.

Médias	DDAR (N=14)			DDRA (n=13)			DTAR (n=14)			DTRA (n=12)		
	1A	2A	3A	1A	2A	3A	1A	2A	3A	1A	2A	3A
MPC	75,6 (12,9)	83,8 (14,4)	82,5 (11,2)	53,4 (21,1)	51,9 (20,3)	52,3 (20,6)	78,5 (9,2)	76,3 (23,0)	77,1 (15,6)	74,5 (20,9)	80,4 (15,5)	74,1 (17,6)
TDE												
Escrita	21,9 (2,0)	23,7 (3,7)	24,7 (4,1)	21,7 (2,2)	22,3 (4,4)	23,1 (3,5)	22,5 (2,3)	25,2 (3,0)	26,4 (3,1)	22,8 (3,4)	24,5 (3,9)	26,0 (3,1)
Aritmética	5,7 (0,8)	10,0 (2,7)	10,3 (3,6)	4,9 (2,2)	7,9 (2,3)	8,3 (1,9)	11,4 (1,1)	11,8 (2,1)	13,6 (2,5)	10,1 (1,2)	11,3 (2,4)	11,8 (2,7)
Leitura	61,8 (2,9)	65,0 (2,3)	65,3 (3,1)	61,3 (2,2)	62,3 (4,7)	64,6 (4,5)	62,5 (2,3)	64,2 (3,4)	64,5 (5,8)	62,8 (3,6)	65,3 (2,7)	65,4 (3,6)
Total	90,0 (3,9)	98,8 (7,3)	100,4 (9,8)	88,2 (5,9)	92,6 (9,1)	96,1 (7,7)	96,5 (4,0)	101,3 (6,2)	104,0 (7,6)	95,4 (7,8)	101,2 (6,0)	103,2 (5,9)
WCST												
EPRNC	94,2 (18,4)	93,3 (13,1)	102,5 (21,1)	83,7 (8,4)	88,0 (13,9)	90,0 (20,9)	99,5 (15,8)	98,0 (19,3)	104,3 (24,0)	88,4 (13,2)	86,9 (10,5)	94,5 (17,0)

Legenda: DDAR- Grupo com DD que recebeu a técnica auditivo-musical e depois Rítmica, DDRA- Grupo com DD que recebeu a técnica rítmica e depois auditivo-musical, DTAR- Grupo DT que recebeu a técnica Rítmica e depois a técnica Rítmica e depois a auditivo-musical, DTRA- Grupo DT que recebeu a técnica Rítmica e depois a auditivo-musical, MPC- Matrizes Progressivas Coloridas de Raven, TDE- Teste de Desempenho Escolar, WCST- Teste Wisconsin de Classificação de cartas, EPRNC- Respostas de nível conceitual.

Memória Operacional

BCPR: Não houve interação entre Grupos e Tempo [$F(6, 98) = 1,09, p = 0,37$], efeito de Grupo [$F(3, 49) = 0,17, p = 0,91$], nem efeito de Tempo [$F(2, 98) = 0,30, p = 0,73$].

Foram realizadas transformações logarítmicas para alguns subtestes da AWMA que não apresentaram distribuição normal, listados a seguir: Recordação de Pontos, Julgamento espacial, recordação de Pseudopalavras e Recordação de Dígitos Inversos. Sendo assim, os escores apresentaram distribuição normal (Kolmogorov-Smirnov; $d = 0,1; p > 0,20$).

AWMA: Não houve interação entre Grupo e Tempo [λ de Wilks = 0,10, $F(72, 60,631) = 0,97, p = 0,54$], houve efeito de Grupo [λ de Wilks = 0,21, $F(36, 95,275) = 1,77, p = 0,01$] e Tempo [λ de Wilks = 0,21, $F(36, 95,275) = 1,77, p = 0,01$] em que o grupo DDRA apresentou resultados inferiores nos seguintes subtestes: Recordação de Dígitos em relação ao DTAR, Matriz de Pontos em relação ao DTAR e DTRA, Recordação de Contagem em comparação com DDAR e DTAR, Recordação de Blocos em contraste com DTAR e no Teste Span Espacial em comparação com DDAR e DTAR ($ps < 0,04$).

Quanto ao efeito de Tempo, foram encontradas as seguintes diferenças, nos subtestes: Recordação de Dígitos, Matriz de Pontos, Julgamento de Frases, Discriminação de Formas, Memória para Labirintos e Recordação de Dígitos Inversos em que os resultados foram superiores nas 2ª e 3ª avaliações em comparação com a 1ª avaliação. Recordação de pseudopalavras e Recordação de Blocos os resultados foram superiores na 3ª avaliação comparados a 1ª avaliação e no subteste Recordação de Palavra em que a 2ª avaliação foi maior que a 1ª avaliação ($ps < 0,03$).

Para as quatro categorias conceituais possibilitadas pela AWMA não foram encontradas interações entre Grupos e Tempo [λ de Wilks = 0,55, $F(24, 122,41) = 1,16, p = 0,28$], contudo foi encontrado efeito de Grupo [λ de Wilks = 0,53, $F(12, 122) = 2,73, p = 0,002$], em que os Grupos DDAR e DDRA tiveram desempenhos inferiores ao grupo DTAR para o MCPVE, e para MOV e MOVE, apenas o grupo DDRA teve resultados menores que DTAR ($ps < 0,02$), os resultados apresentaram ainda, efeito de Tempo [λ de Wilks = 0,28, $F(8, 42) = 13,27, p < 0,00001$], em que o MCPV e MOVE na 1ª avaliação foram inferiores as 2ª e 3ª avaliações, no MCPVE os resultados foram superiores da 1ª para a 3ª avaliação e para MOV as 1ª e 2ª avaliações foram inferiores a 3ª avaliação ($ps < 0,01$) (Vide tabela 11).

Tabela 11: Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para BCPR, AWMA e quatro categorias conceituais.

Medidas	DDAR (N=14)			DDRA (n=13)			DTAR (n=14)			DTRA (n=12)		
	1A	2A	3A	1A	2A	3A	1A	2A	3A	1A	2A	3A
BCPR	36,2 (3,2)	35,5 (3,9)	37,8 (2,7)	34,1 (4,2)	36,3 (2,9)	36,0 (4,4)	36,7 (1,9)	36,0 (2,3)	35,9 (3,0)	35,4 (4,8)	36,0 (2,7)	36,2 (2,6)
AWMA												
Recordação de dígitos	23,2 (4,1)	24,7 (3,8)	23,2 (3,9)	21,6 (4,5)	22,4 (4,1)	23,6 (4,4)	25,5 (5,0)	27,0 (4,5)	28,3 (5,5)	24,1 (3,4)	26,3 (2,9)	26,0 (4,6)
Matriz de pontos	19,4 (4,2)	20,2 (2,3)	22,5 (3,5)	17,1 (2,7)	18,3 (3,9)	19,0 (3,2)	22,4 (4,7)	24,3 (3,7)	25,0 (3,6)	18,8 (3,0)	22,0 (3,6)	23,6 (4,0)
Julgamento de Frases	10,0 (2,2)	11,2 (2,6)	12,2 (2,8)	8,3 (3,4)	8,7 (3,0)	9,5 (3,3)	9,7 (3,7)	8,7 (3,5)	10,8 (3,2)	8,2 (3,9)	9,0 (3,1)	10,6 (3,5)
Discriminação de Formas	13,9 (3,8)	16,1 (2,5)	15,7 (3,1)	12,4 (3,0)	14,2 (3,5)	14,3 (4,6)	15,7 (5,3)	18,8 (7,1)	16,9 (4,1)	13,4 (3,8)	15,6 (3,8)	16,5 (3,5)
Recordação de palavras	19,0 (2,9)	22,2 (3,7)	21,0 (5,2)	19,4 (2,1)	22,4 (2,5)	21,3 (3,8)	20,2 (4,5)	22,3 (4,6)	21,2 (3,8)	20,1 (3,9)	21,0 (4,3)	22,2 (3,4)
Memória para Labirintos	17,6 (4,4)	23,4 (3,6)	24,0 (3,0)	16,5 (3,8)	22,2 (3,7)	22,8 (2,6)	20,5 (4,6)	24,7 (3,0)	25,5 (4,4)	17,9 (5,4)	24,8 (2,5)	25,5 (1,6)
Recordação de contagem	16,0 (3,7)	17,8 (4,1)	18,5 (7,0)	12,8 (3,0)	14,3 (2,4)	13,8 (6,1)	17,9 (4,3)	17,5 (4,2)	21,2 (5,9)	13,2 (2,8)	16,0 (4,2)	15,8 (3,6)
Julgamento Espacial	7,1 (2,6)	7,5 (2,5)	8,3 (3,1)	5,7 (2,1)	5,6 (3,7)	6,3 (3,9)	8,2 (3,7)	7,9 (3,5)	9,6 (4,6)	6,4 (3,1)	6,6 (3,0)	5,9 (1,7)
Recordação de pseudopalavras	12,6 (3,8)	14,9 (3,6)	14,7 (3,1)	11,5 (3,0)	13,1 (2,7)	13,2 (3,6)	12,3 (3,0)	14,0 (3,7)	14,0 (4,1)	12,5 (4,3)	11,4 (2,6)	15,0 (3,5)
Recordação de blocos	17,1 (3,2)	18,6 (3,6)	19,6 (3,7)	15,5 (2,9)	16,0 (4,6)	17,0 (4,0)	20,8 (5,2)	20,6 (5,1)	23,6 (2,9)	17,1 (6,1)	20,6 (4,8)	19,6 (1,6)
Recordação de Dígitos Inversos	7,5 (2,0)	8,1 (3,8)	10,0 (2,8)	8,0 (2,4)	7,0 (2,7)	10,0 (3,7)	9,2 (2,1)	8,8 (3,5)	10,7 (3,1)	8,6 (2,4)	10,2 (2,2)	10,0 (2,7)
Span Espacial	12,7 (4,2)	13,6 (3,9)	15,2 (3,9)	6,7 (5,4)	8,7 (5,5)	10,0 (5,6)	12,1 (6,2)	15,0 (4,8)	16,6 (7,6)	10,9 (5,2)	13,5 (5,0)	12,0 (3,2)
Armazenamento												
MCPV	55,0 (7,7)	61,9 (7,3)	59,1 (7,5)	52,6 (5,7)	58,0 (5,7)	58,3 (7,2)	58,1 (10,0)	63,4 (10,8)	63,7 (9,8)	56,9 (9,9)	58,8 (7,1)	63,3 (8,4)

MCPVE	54,2 (6,5)	62,3 (5,4)	66,1 (7,8)	49,2 (6,8)	56,6 (9,3)	58,9 (7,7)	63,8 (11,5)	69,7 (10,4)	74,2 (8,7)	53,9 (10,9)	67,5 (8,1)	68,9 (4,3)
Processamento												
MOV	33,6 (5,2)	37,2 (6,8)	40,7 (9,1)	29,3 (7,1)	30,1 (5,5)	33,4 (10,2)	36,9 (8,6)	35,1 (8,9)	42,8 (10,4)	30,1 (6,2)	35,3 (4,6)	36,5 (6,9)
MOVE	33,7 (6,7)	37,2 (6,3)	39,3 (7,4)	25,0 (8,6)	28,6 (9,8)	30,6 (12,1)	36,1 (12,1)	41,8 (12,8)	43,2 (13,7)	30,7 (7,2)	35,8 (10,0)	34,5 (6,5)

Legenda: DDAR- Grupo com DD que recebeu a técnica auditivo-musical e depois Rítmica, DDRA- Grupo com DD que recebeu a técnica rítmica e depois auditivo-musical, DTAR- Grupo DT que recebeu a técnica auditivo-musical e depois a Rítmica, DTRA- Grupo DT que recebeu a técnica Rítmica e depois a auditivo-musical, BCPR- Teste de Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras, AWMA- Avaliação automatizada da memória Operacional, MCPV: Memória de Curto Prazo Verbal; MCPVE: Memória de Curto Prazo visuoespacial; MOV: Memória Operacional Verbal; MOVE: Memória Operacional visuoespacial.

Cognição Numérica

As análises não revelaram interação entre Grupos e Tempo para os subtestes da Zareki-R [lambda de Wilks =0,87, $F(72, 75,574)=1,31$, $p=0,11$], entretanto revelaram efeito de Grupo [lambda de Wilks =0, 16, $F(36, 110,05)=2,59$, $p<0,0001$] e efeito de Tempo [lambda de Wilks =0, 10, $F(24, 25)=8,70$, $p<0,00001$]. As análises Post-hoc estão descritas a seguir para cada constructo.

Senso Numérico: Não foram apresentadas diferenças para Enumeração de Pontos, entretanto houve efeito de Grupo para Estimativa Visual em que as crianças do grupo DDRA obtiveram resultados inferiores em comparação com DTAR ($p= 0,0008$), em relação ao efeito de Tempo, a 1ª avaliação foi inferior a 3ª avaliação ($p= 0,01$).

Produção Numérica: Contagem Oral em Ordem Inversa: Não houve interação, nem efeito de Grupo, houve efeito de Tempo, em que a pontuação foi maior na 3ª avaliação que nas 1ª e 2ª avaliações ($ps< 0,01$). Ditado de Números: Não houve interação, em relação ao efeito de Grupo, o DDRA apresentou piores resultados quando comparado aos grupos DTAR e DTRA ($ps<0,02$). Quanto ao efeito de Tempo, a 1ª avaliação foi inferior a 2ª e 3ª avaliações ($ps<0,0001$). Leitura de Números: Não foi encontrado interação para Grupos e Tempo, mas para o efeito de Grupo, o DDRA apresentou resultados inferiores quando comparado aos grupos DTAR e DTRA, enquanto que o Grupo DDAR apresentou pior resultado apenas comparado ao DTAR ($ps<0,02$). Para o efeito de Tempo, as 2ª e 3ª avaliações foram superiores a 1ª avaliação ($ps<0,0001$).

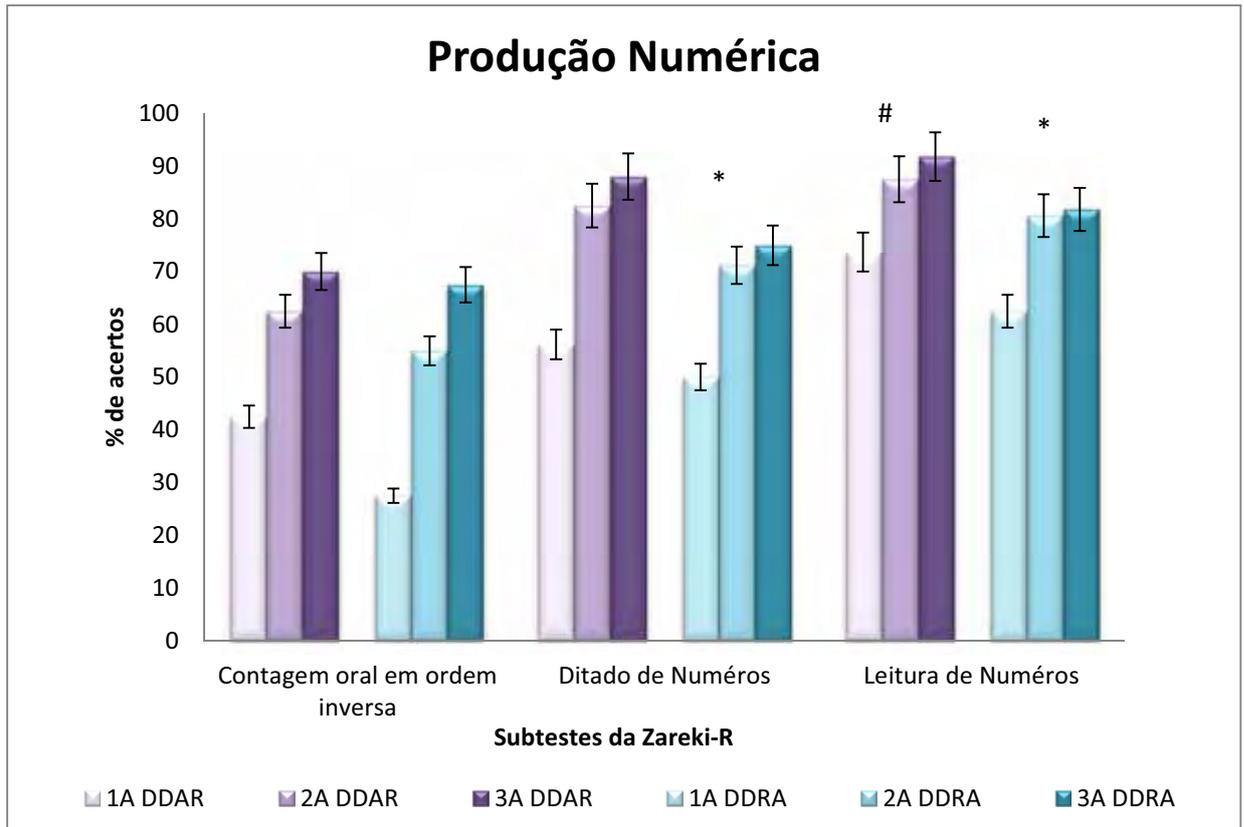


Figura 7: Porcentagem média (\pm EP) de acertos para os grupos DDAR e DDRA para a produção numérica nas três avaliações.

Nota: * DDRA < que DTAR e DTRA.

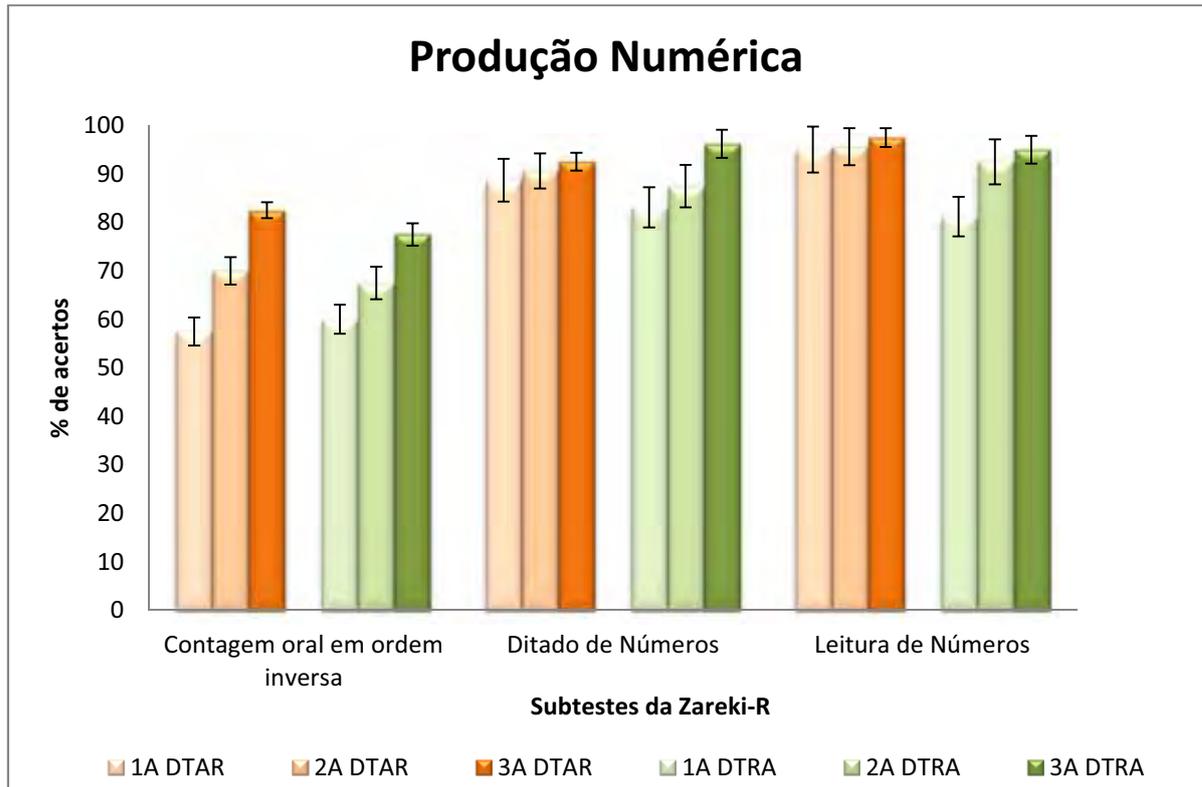


Figura 8: Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo DTAR e DTRA para a produção numérica nas três avaliações.

Compreensão Numérica

Comparação oral: O Grupo DDRA obteve pior pontuação quando comparados aos grupos DTAR e DTRA ($p < 0,002$). Estimativa contextual: O grupo DDRA apresentou pontuações inferiores em comparação ao DTAR ($p < 0,03$), os resultados da 1ª avaliação foram menores aos da 2ª e 3ª avaliação ($p < 0,0001$). Comparação Escrita: O grupo DDRA obteve pior desempenho em comparação aos outros grupos (DDAR, DTAR e DTRA) ($p < 0,003$).

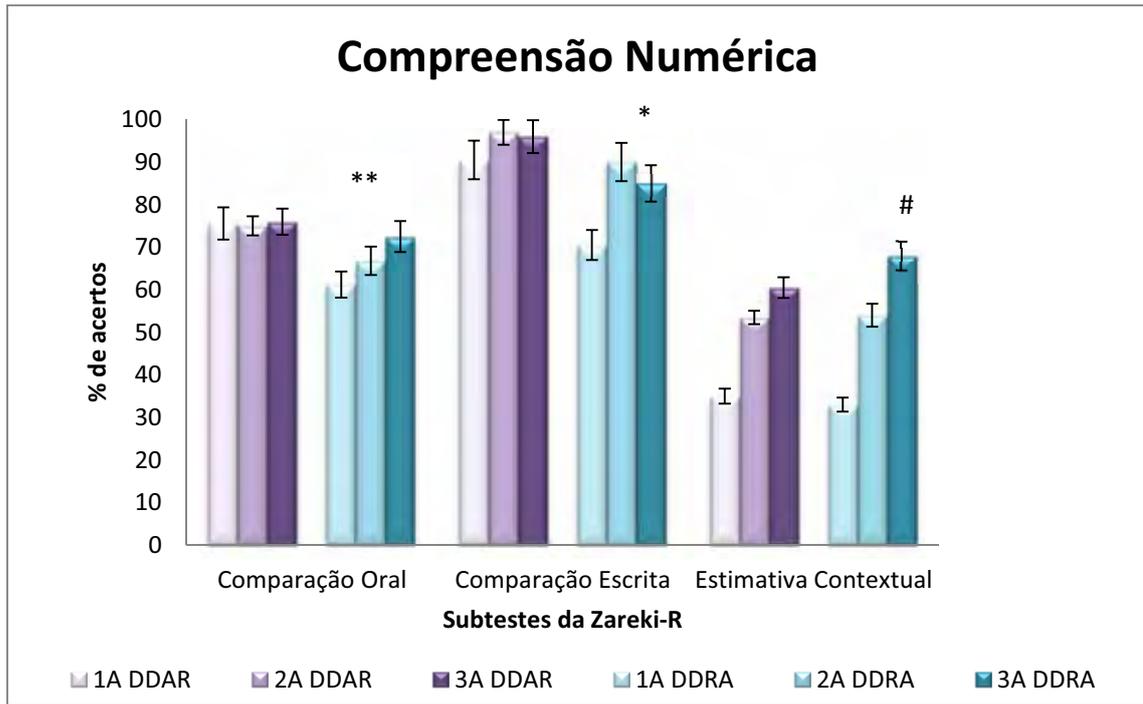


Figura 9: Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DDAR e DDRA para a compreensão numérica nas três avaliações.

Nota: * DDRA < DTAR

** DDRA < DTAR e DTRA

DDRA < DDAR, DTAR e DTRA

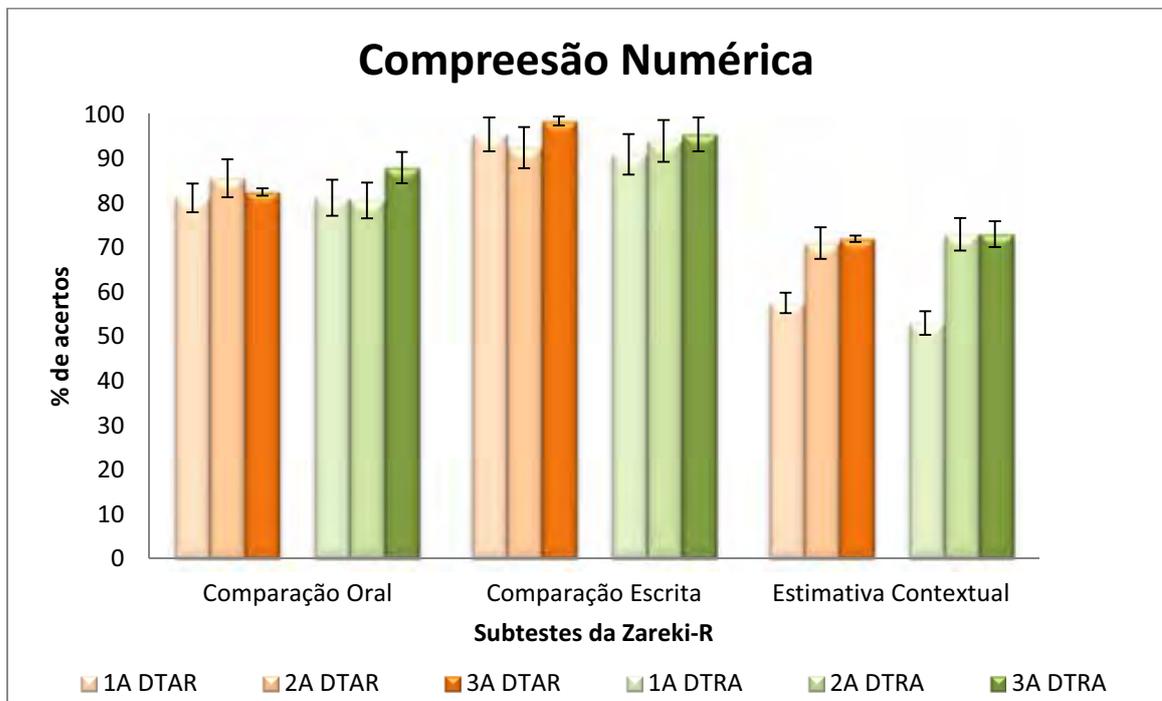


Figura 10: Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DTAR e DTRA, para a compreensão numérica nas três avaliações.

Linha Numérica Mental: Ordenação em escalas: O grupo DDRA apresentou resultado rebaixado em comparação a todos os outros grupos (DDAR, DTAR e DTRA) ($p < 0,03$). A 1ª avaliação foi inferior a 2ª avaliação ($p = 0,003$).

Cálculo: Cálculo Mental: Os grupos DDRA e DDAR apresentaram resultados inferiores quando comparados ao DTAR e DTRA ($p < 0,0007$). Os resultados demonstraram um pior desempenho na 1ª avaliação para 2ª e 3ª avaliações ($p < 0,001$). Problemas Aritméticos: O grupo DDRA apresentou piores resultados em comparação a todos os outros grupos (DDAR, DTAR e DTRA), enquanto que DDAR apresentou menores resultados quando comparado aos DTAR e DTRA ($p < 0,03$), quanto ao efeito de Tempo, na 1ª avaliação os resultados foram inferiores ao da 3ª avaliação ($p = 0,006$).

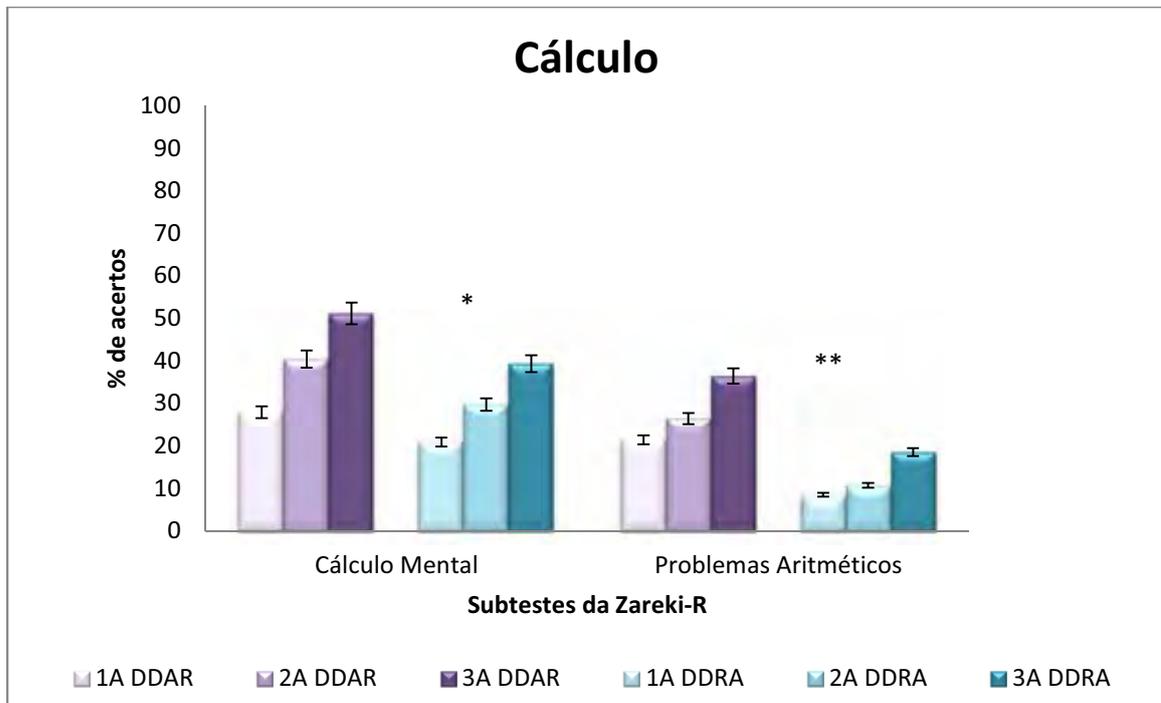


Figura 11: Porcentagem média ($\pm EP$) de acertos por grupo, DDAR e DDRA, para o cálculo nas três avaliações.

Nota: * DDRA e DDAR < DTAR e DTRA

** DDRA < DDAR < DTRA e DTAR

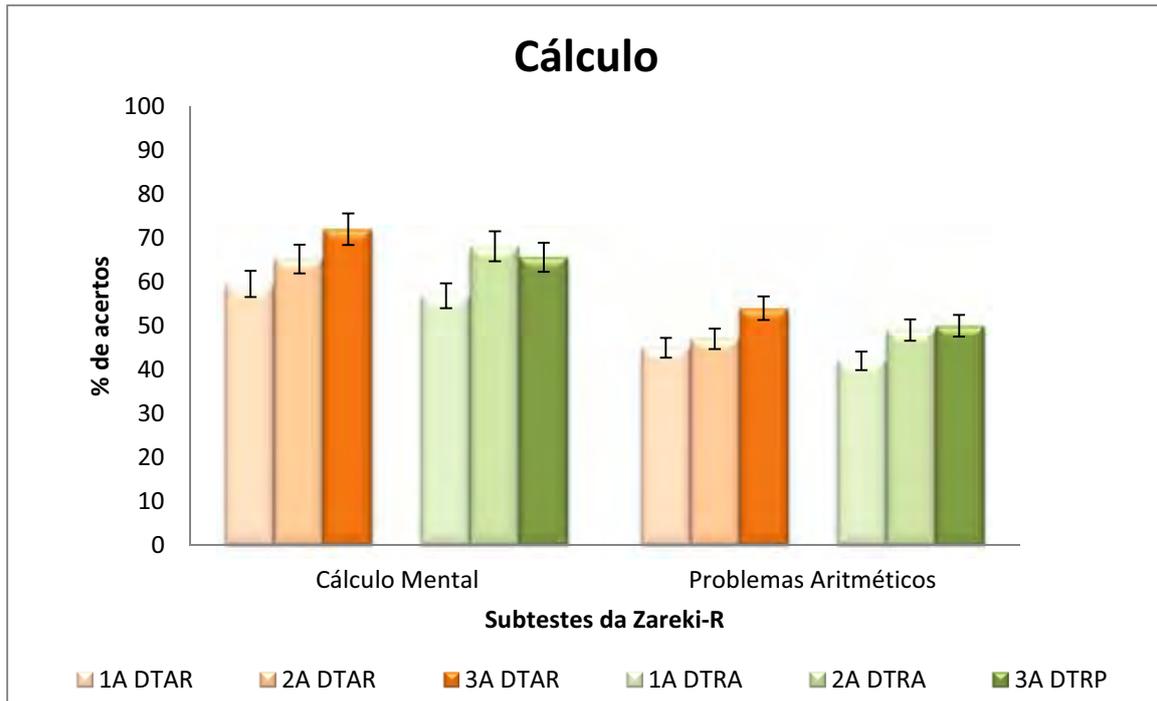


Figura 12: Porcentagem média (\pm EP) de acertos por grupo, DTAR e DTRA, para o cálculo nas três avaliações.

Memória Operacional: Memória de Dígitos, os resultados demonstraram que a 1ª avaliação foi inferior que as 2ª e 3ª avaliações ($p < 0,03$).

Total da Zareki-R: Para o Total da Zareki-R houve interação entre os Grupos e Tempo, [$F(6, 98) = 3,71, p = 0,002$], em que tanto o grupo DDAR quanto o grupo DDRA apresentaram melhores resultados da 1ª avaliação para a 3ª avaliação. Em análise, foi observado que o grupo DDRA apresentou piores resultados nas três avaliações, quando comparado aos grupos DTAR e DTRA, o grupo DDRA apresentou ainda menores pontuações nas 1ª e 2ª avaliações em comparação com a 3ª avaliação do grupo DDAR, o grupo DDRA apresentou resultados inferiores nas 1ª e 2ª avaliações comparados com a 3ª avaliação dos grupos DTAR e DTRA. Efeito de Grupo [$F(3, 49) = 36,85, p < 0,00001$], o grupo DDRA apresentou menores escores em comparação a todos os outros grupos, enquanto que o DDAR apresentou pior pontuação em comparação ao DTAR e DTRA ($p < 0,001$) e efeito de Tempo [$F(2, 98) = 59,20, p < 0,0001$], as análises revelaram melhor desempenho da 1ª para a 2ª, assim como da 2ª para a 3ª avaliação ($p < 0,02$) (Para especificações vide tabela 12).

Tabela 12: Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para a Cognição Numérica.

	DDAR (n=14)			DDRA (n=13)			DTAR (n=14)			DTRA (n=12)		
	1A	2A	3A	1A	2A	3A	1A	2A	3A	1A	2A	3A
Senso Numérico												
Enumeração de Pontos	2,6 (0,9)	3,0 (0,9)	3,1 (0,5)	2,7 (0,9)	3,1 (1,1)	2,9 (0,7)	2,9 (0,9)	3,2 (0,8)	3,1 (1,0)	3,2 (0,7)	3,1 (0,7)	3,1 (0,7)
Estimativa visual	6,2 (2,5)	6,8 (2,4)	6,1 (2,6)	5,2 (2,0)	4,7 (3,0)	3,8 (2,0)	8,1 (1,4)	7,4 (1,8)	7,1 (2,3)	6,8 (2,3)	6,5 (2,1)	5,6 (2,6)
Produção Numérica												
Contagem Oral em Ordem Inversa	1,7 (1,1)	2,5 (1,1)	2,8 (1,6)	1,1 (1,0)	2,2 (1,1)	2,7 (1,2)	2,3 (1,3)	2,8 (1,2)	3,3 (1,2)	2,4 (1,6)	2,7 (1,2)	3,1 (0,9)
Ditado de Números	9,0 (3,4)	13,2 (2,3)	14,1 (2,8)	8,0 (4,0)	11,4 (4,0)	12,0 (3,5)	14,2 (1,5)	14,5 (1,5)	14,8 (2,0)	13,3 (2,8)	14,0 (1,5)	15,4 (1,9)
Leitura de Números	11,8 (3,5)	14,0 (1,9)	14,7 (2,0)	10,0 (3,1)	12,9 (2,7)	13,1 (2,5)	15,2 (1,3)	15,3 (0,9)	15,6 (0,7)	13,0 (2,9)	14,8 (1,4)	15,2 (1,2)
Compreensão Numérica												
Comparação oral	12,1 (3,2)	12,0 (2,9)	12,2 (2,0)	9,8 (2,9)	10,7 (3,5)	11,6 (2,6)	13,0 (1,9)	13,7 (2,1)	13,2 (1,8)	13,0 (2,4)	12,9 (2,5)	14,1 (1,9)
Comparação escrita	18,1 (1,6)	19,4 (0,9)	19,2 (1,2)	14,1 (5,6)	18,0 (2,2)	17,0 (5,6)	19,1 (1,5)	18,5 (2,6)	19,7 (0,7)	18,8 (1,3)	18,3 (1,8)	19,1 (1,3)
Estimativa contextual	7,0 (3,8)	10,7 (4,1)	12,1 (3,9)	6,6 (2,4)	10,8 (2,4)	13,6 (3,6)	11,5 (3,6)	14,2 (3,9)	14,4 (3,5)	10,6 (3,6)	14,6 (1,7)	14,6 (2,7)
Cálculo												
Cálculo Mental	12,3 (7,2)	17,8 (9,8)	22,5 (8,5)	9,2 (8,5)	13,1 (7,9)	17,3 (9,2)	26,2 (5,6)	28,7 (7,3)	31,7 (6,5)	25,0 (5,7)	30,0 (9,1)	28,9 (9,1)
Problemas Aritméticos	3,0 (2,0)	3,7 (3,3)	5,1 (2,6)	1,2 (1,4)	1,5 (2,0)	2,6 (1,9)	6,3 (2,5)	6,7 (2,4)	7,6 (3,1)	5,9 (3,0)	6,9 (2,6)	7,0 (2,5)
Linha numérica Mental												
Ordenação em escalas	10,2 (4,5)	16,4 (2,3)	15,0 (2,5)	11,5 (5,8)	12,2 (4,3)	9,5 (2,8)	14,2 (4,2)	15,7 (2,7)	15,6 (3,3)	15,0 (2,7)	14,7 (4,3)	15,7 (3,6)
Total da Zareki-R	94,5 (13,0)	120,1 (17,7)	127,4 (19,4)	78,7 (14,8)	100,2 (13,8)	105,1 (18,2)	134,1 (12,4)	140,7 (15,4)	146,6 (16,0)	128,5 (13,4)	138,5 (12,3)	142,3 (14,2)

Legenda: DDAR- Grupo com DD que recebeu a técnica auditivo-musical e depois Rítmica, DDRA- Grupo com DD que recebeu a técnica rítmica e depois auditivo-musical, DTAR- Grupo DT que recebeu a técnica auditivo-musical e depois a Rítmica, DTRA- Grupo DT que recebeu a técnica Rítmica e depois a técnica Rítmica e depois a auditivo-musical, Zareki-R: Bateria Neuropsicológica de Testes de Processamento Numérico e Cálculo para Crianças.

Escalas de Comportamento

No EAM, houve interação entre os grupos e avaliações [$F(6, 98) = 2,8422, p=0,01$], em que o grupo DDRA apresentou uma queda na pontuação da 1ª e 2ª avaliação para a 3ª avaliação ($ps < 0,01$). Não houve de Grupo [$F(3, 49) = 1,36, p=0,26$] ou efeito de Avaliações [$F(2, 98) = 2,52, p=0,08$].

Para CDI, não houve interação [$F(6, 98) = 0,71, p=0,63$], não houve efeito de Avaliações [$F(2, 98) = 1,61, p=0,20$], entretanto houve efeito de Grupo [$F(3, 49) = 4,09, p=0,01$], em que o grupo DDRA apresentou maior pontuação quando comparado com DTRA ($p=0,007$).

Para as quatro dimensões do ESI houve interação entre Grupos e Avaliações [Lambda de Wilks = 0,40, $F(24, 122,41) = 1,84, p=0,01$] em que o grupo DDRA apresentou na 3ª avaliação maior pontuação para Reações Psicológicas em relação a 2ª avaliação do grupo DDAR, 2ª avaliação do DTAR e 1ª avaliação do DTRA ($ps < 0,01$). Nas Reações Psicológicas com componente depressivo, o DDRA na 1ª avaliação obteve maiores pontuações em comparação com a 1ª avaliação do DTAR ($p=0,03$) e nas Reações Psicofisiológicas, o DDRA na 2ª avaliação obteve maiores pontuações em relação a 3ª avaliação do DDAR e 1ª avaliação do DTAR ($ps < 0,02$). Houve efeito de Grupo [Lambda de Wilks = 0,63, $F(12, 122) = 1,93, p=0,03$], em que o grupo o DDRA apresentou maior pontuação quando comparado aos outros grupos (DDAR, DTAR e DTRA) para RP, RPCD e RPF ($ps < 0,04$, para todos os casos), entretanto não houve efeito de Avaliação [Lambda de Wilks = 0,92, $F(8, 42) = 0,41, p=0,90$].

No total do ESI, não houve interação [$F(6,98) = 0,64, p=0,69$], nem efeito de Avaliações [$F(2, 98) = 0,84, p=0,43$], entretanto houve efeito de Grupo [$F(3, 49) = 5,13, p=0,003$], em que o grupo DDRA apresentou maior pontuação que DDAR, DTAR e DTRA ($ps < 0,01$) (Tabela 13).

Tabela 13: Escores [média (DP)] obtidos pelos grupos DDAR, DDRA, DTAR e DTRA para as Escalas de Comportamento.

Medidas	DDAR (n=14)			DDRA (n=13)			DTAR (n=14)			DTRA (n=12)		
	1A	2A	3A									
EAM	35,4 (19,4)	34,0 (19,8)	35,0 (14,5)	46,9 (16,8)	46,0 (24,1)	23,9 (22,3)	25,1 (16,3)	28,6 (22,8)	26,1 (16,2)	33,2 (24,0)	40,0 (25,2)	38,3 (28,3)
CDI	7,0 (5,6)	6,5 (3,4)	7,7 (5,7)	11,0 (5,2)	9,3 (6,2)	8,3 (7,8)	8,5 (5,0)	5,2 (3,4)	5,5 (4,6)	5,0 (3,4)	5,2 (3,5)	4,5 (3,2)
ESI												
RF	6,8 (7,2)	5,6 (5,0)	6,6 (6,5)	8,6 (5,7)	10,6 (8,8)	10,8 (6,6)	6,7 (5,1)	7,2 (5,0)	7,5 (5,8)	6,1 (4,7)	4,1 (3,1)	6,6 (6,5)
RP	9,9 (7,4)	6,5 (5,0)	6,8 (5,3)	11,9 (7,4)	13,7 (7,8)	15,9 (7,9)	8,3 (5,3)	6,7 (5,1)	9,2 (5,4)	5,9 (3,5)	8,5 (5,1)	8,8 (6,5)
RPCD	3,4 (4,8)	4,6 (7,0)	3,8 (6,1)	9,6 (8,4)	9,3 (8,8)	7,9 (6,4)	2,5 (3,9)	2,0 (2,6)	4,3 (4,3)	3,5 (4,1)	3,1 (3,1)	4,2 (5,5)
RPF	7,2 (5,4)	5,9 (4,5)	5,6 (4,3)	11,0 (7,3)	12,9 (7,1)	12,2 (6,3)	6,6 (4,1)	5,7 (3,4)	6,7 (4,0)	5,1 (5,3)	5,6 (4,3)	7,8 (5,5)
Total	27,4 (22,8)	22,7 (18,3)	23,0 (19,2)	41,3 (24,6)	46,6 (29,3)	46,9 (23,6)	24,2 (16,4)	21,7 (14,4)	27,7 (16,1)	20,8 (14,4)	21,5 (12,6)	27,5 (21,6)

Legenda: DDAR- Grupo com DD que recebeu a técnica auditivo-musical e depois Rítmica, DDRA- Grupo com DD que recebeu a técnica rítmica e depois auditivo-musical, DTAR- Grupo DT que recebeu a técnica auditivo-musical e depois a Rítmica, DTRA- Grupo DT que recebeu a técnica Rítmica e depois a auditivo-musical, EAM- Escala de ansiedade Matemática, ESI- Escala de Stress Infantil (RF-Reações Físicas, RP-Reações Psicológicas, RPCD- Reações Psicológicas com componente depressivo e RPF- Reações Psicofisiológicas).

Instrumento de relato verbal Pós-treino Musical

As respostas no Instrumento de relato verbal pós-treino musical para o grupo DDAR demonstraram que 72% nas questões 1 e 2 segundo auto relato, apresentaram algum nível de melhora na aprendizagem escolar e no jeito de fazer contas e resolver problemas de matemática. 65 % em relação à questão 3 e 5 quanto a mudança nas notas das matérias e na relação com as pessoas, em que a mudança relatada foi para melhor. Para as questões 4, 7, 8 e 9 foram apresentadas 58% de respostas com algum nível de mudança. E para o humor, na questão 6 os resultados apresentaram 50 % de respostas para algum nível de mudança.

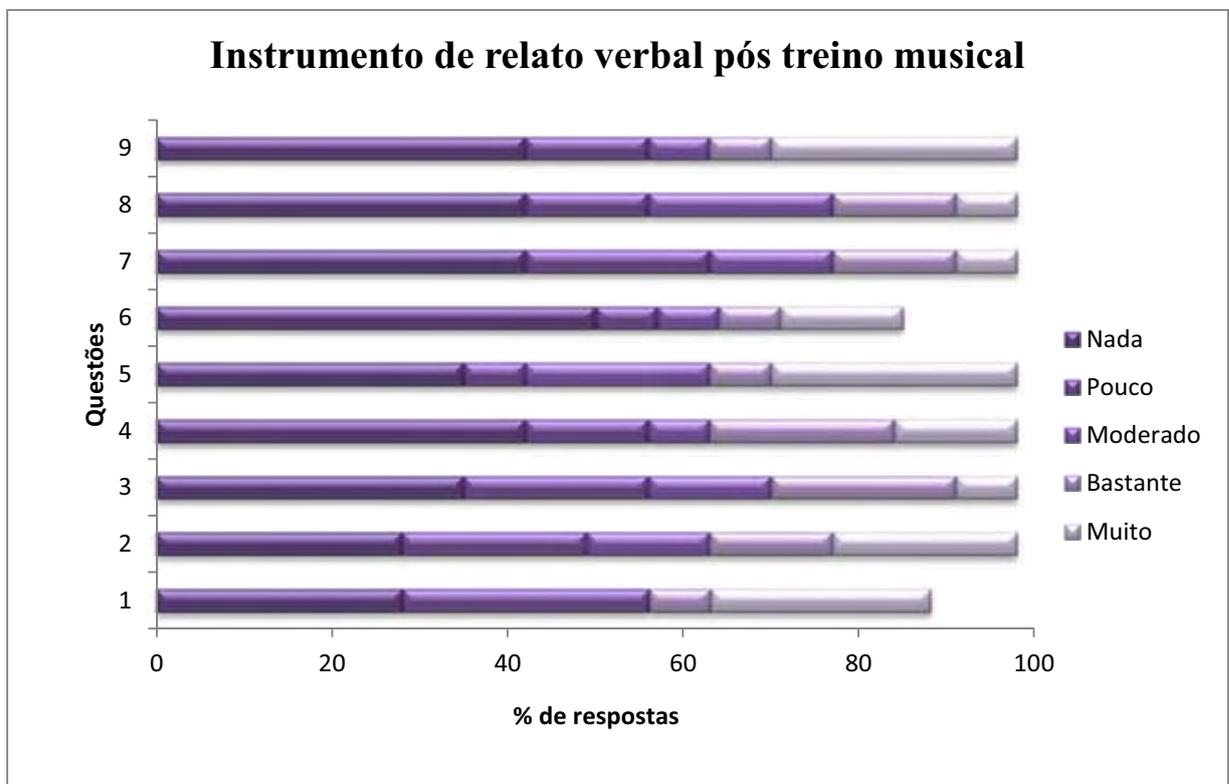


Figura 13: Porcentagens de respostas por questão para o grupo DDAR.

Para o grupo DDRA nas questões 2, 3 e 8, relacionadas respectivamente com a melhora no jeito de fazer contas e resolver problemas de matemática, mudança nas notas das matérias e mudança na atenção enquanto estudam, as respostas de 70 % demonstraram algum nível de mudança para melhor de acordo com o relato das crianças.

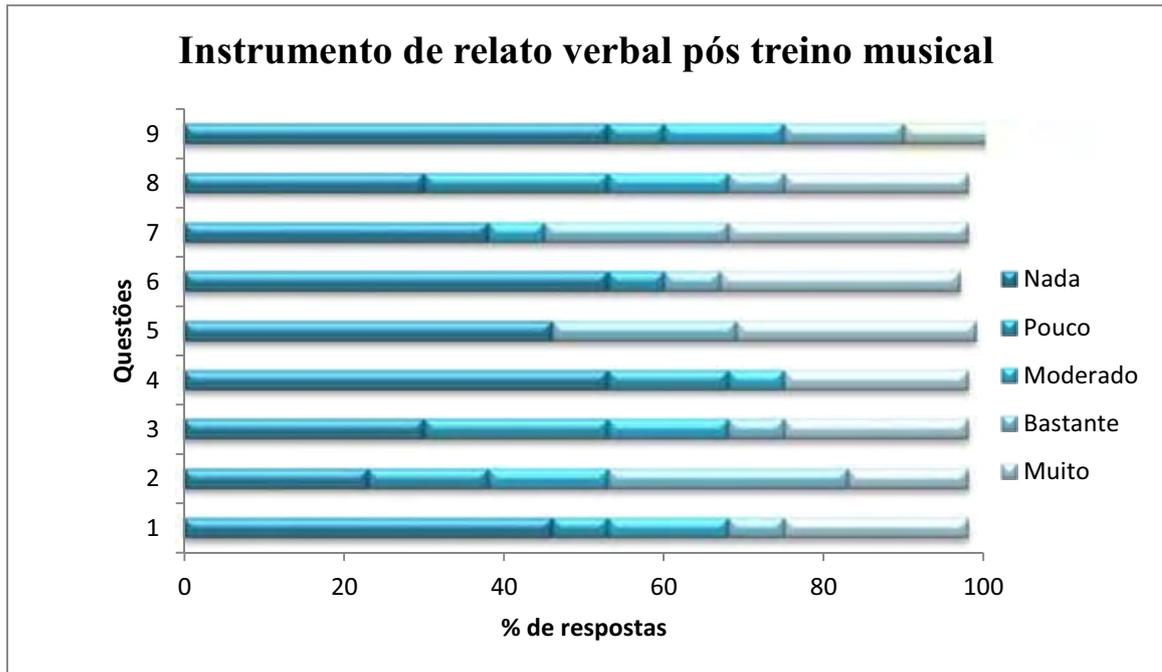


Figura 14: Porcentagens de respostas por questão para o grupo DDRA.

Para a questão 1 e 9, relacionada a melhora na aprendizagem escolar e a outra relacionada a mudanças para organização da atividade escolar 58% das crianças relataram algum nível de melhora. Enquanto que para a questão que envolvia o questionamento quanto à melhora no jeito para fazer contas e resolver problemas de matemática, 75 % responderam a algum nível de melhora.

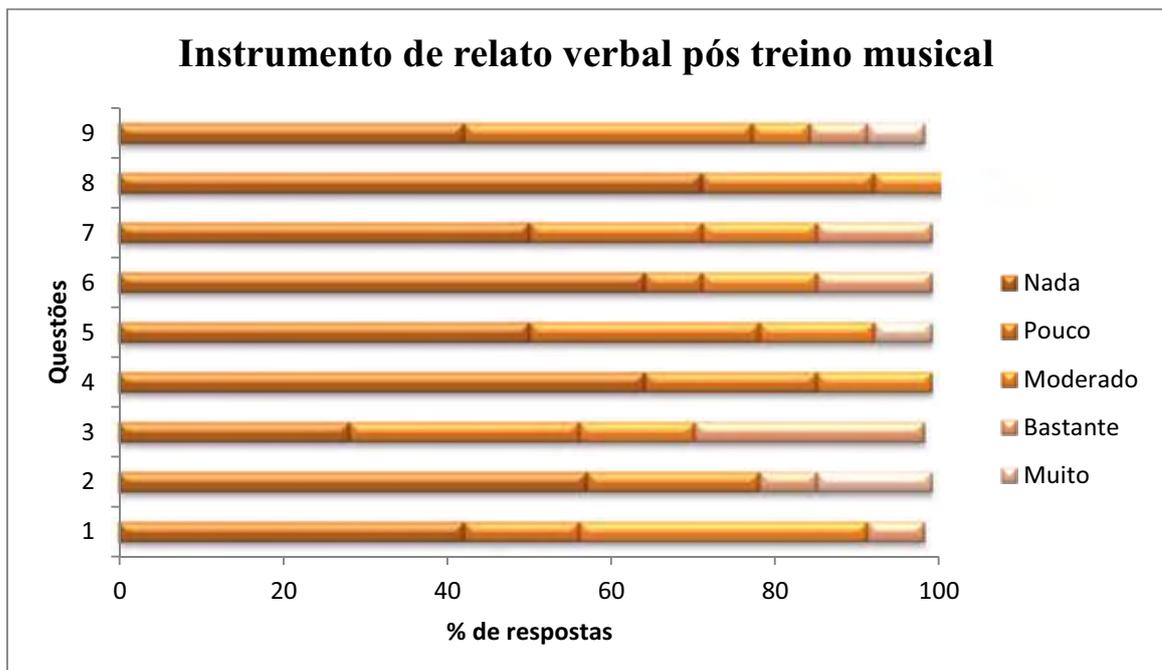


Figura 15: Porcentagens de respostas por questão para o grupo DTAR.

Para as questões 1, 2 e 9 relacionadas à melhora na aprendizagem escolar, no jeito para fazer contas e resolver problemas de matemática e a outra relacionada a mudanças para organização da atividade escolar, 75% das crianças demonstraram algum nível de melhora.

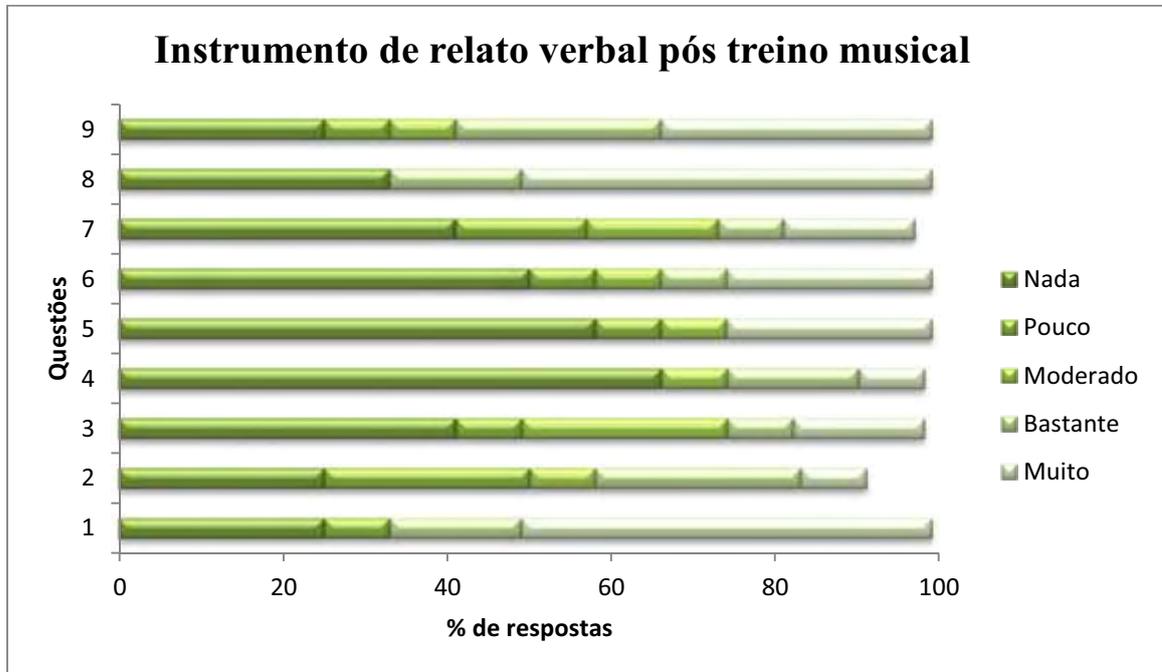


Figura 16: Porcentagens de respostas por questão para o grupo DTRA.

6.7 Discussão

Este estudo teve como objetivo verificar se existe algum efeito das diferentes técnicas de treino musicais empregadas (Auditivo-musical e Rítmica) sobre a capacidade de inteligência, desempenho escolar, funções executivas, memória operacional, da cognição numérica e escalas de comportamento, por meio de três avaliações: Pré (Avaliação inicial) e pós-treino musical (Intermediária e final), além disso, verificar qual a técnica seria mais efetiva na reabilitação das crianças com DD.

Foram observadas diferenças significativas entre os grupos na MPC, sendo que o grupo DDRA foi categorizado como III+ (Intelectualmente médio Superior), enquanto que os grupos DDAR, DTAR e DTRA foram classificados como II (Acima da média da capacidade Intelectual) (ANGELINI et al., 1999), portanto, apoia o diagnóstico de DD (OMS, 1994; APA, 2002; ROTZER et al., 2009), já que os resultados precedentes dos testes neuropsicológicos não podem ser justificados por um baixo nível intelectual, o que poderia ser um fator determinante para a persistência das dificuldades que envolvem a cognição numérica, além disso difere de outros estudos que demonstram que o QI de crianças com DD é levemente mais abaixo é frequente (SHALEV et al, 1998; SHALEV, MANOR, GROSS-TSUR, 2005; SILVA; SANTOS, 2011).

Alguns autores propuseram que a música pode causar mudanças na capacidade da inteligência (GROMKO; POORMAN, 1998; SCHELLENBERG, 2006, 2011a, b; SCHELLENBERG; MANKARIOUS, 2012), este estudo não demonstrou alterações com o passar do tempo, para nenhum dos grupos, independentemente da técnica do treino musical aplicada, visto que permaneceram com a mesma classificação, é importante ressaltar ainda, que os grupos possuíam um nível intelectual privilegiado, este dado, em relação ao prognóstico sugere que os riscos de insistência dos prejuízos na capacidade da cognição numérica, apesar de persistentes, podem diminuir se tratados (GOTTFREDSON; DEARY, 2004; ROURKE, CONWAY, 1997; SNYDER, BAMBARA, 1997; LAMMINMAKI, AHONEN, TODD DE BARRA, 1997).

Outra questão é que os estudos que demonstraram mudanças no QI mediante o treino musical utilizaram não apenas uma análise de inteligência visual, mas também verbal (SCHELLENBERG, 2003, 2004), além disso, os resultados do presente estudo corroboram com pesquisas em que a amostra foi composta pela mesma faixa etária (HYDE et al., 2009; MORENO et al., 2009; FRANÇOIS et al., 2012), contudo em nenhum dos estudos citados a amostra era composta de crianças diagnosticadas com DD.

A análise de covariância demonstrou que os resultados nas avaliações inicial e intermediária para o desempenho escolar não foram causadas pela capacidade de inteligência, entretanto a avaliação final sim, um possível argumento para esse dado é de que o instrumento carece de atualização quanto à padronização devido ao efeito Flynn, ou seja, refere-se aos ganhos verificados nas medidas de inteligência ao longo do tempo (FLYNN, 2006).

Para o Desempenho Escolar, em relação aos dados normativos, os escores para o subteste de escrita para os grupos, DDAR, DTAR e DTRA estavam dentro dos parâmetros para o ano escolar em todas as avaliações, entretanto o grupo DDRA obteve escore inferior na avaliação final (STEIN, 1994), os dados demonstraram que a quantidade de pontos entre aqueles que receberam inicialmente a técnica auditivo-musical e depois a rítmica, foram maiores do que aqueles que receberam a rítmica primeiramente e depois a auditivo-musical, assim como no subteste de leitura, em que o grupo que recebeu inicialmente a técnica auditivo-musical e depois a rítmica se igualou a pontuação dos dois grupos que possuíam desenvolvimento típico, com desempenho esperado para a série escolar, estes dados podem demonstrar que o treino musical iniciado no aspecto auditivo-musical poderia potencializar a análise auditiva, assim como a segmentação do som (LAMB; GREGORY, 1993), melhorando a representação fonológica necessária para a escrita e leitura de palavras (SWAN; GOSWAMI, 1997; HABIB, 2000; ANVARI et al., 2002; FOXTON et al., 2003; OVERY, 2003; GAAB et al., 2005; TALLAL; GAAB 2006; MORENO et al., 2009).

Quanto ao subteste aritmética, pôde-se observar que os grupos DDAR e DDRA demonstraram na avaliação inicial resultados médios inferiores para uma série/ ano escolar anterior (STEIN, 1994), contudo na avaliação intermediária pôde-se observar que o grupo DDAR obteve ganhos, pois apresentou média esperada para o ano escolar, entretanto na avaliação final exibiu escore inferior para a média escolar, enquanto que o grupo DDRA permaneceu inferior nas avaliações subsequentes, ou seja, em comparação entre esses dois grupos a técnica auditivo-musical e depois rítmica parece ter contribuído substancialmente com a habilidade de cálculo, para o grupo DDAR, pois envolveria a reconstrução de padrões têmporo-espaciais que seriam estimulados inicialmente, aumentando, portanto a capacidade de raciocínio matemático visto que a habilidade para cálculo envolveria a manipulação de símbolos (VON ASTER; SHALEV, 2007; SILVA; SANTOS, 2011; DENNIS; BERCH; MAZZOCCO, 2009), entretanto apesar do treino, essas limitações demonstraram características persistentes, como o prejuízo em habilidades básicas aritméticas, como somar e subtrair (SANTOS; RIBEIRO; KIKUCHI, 2010).

Outro fator a ressaltar é que o grupo DTRA demonstrou resultados inferiores na avaliação final em relação ao ano escolar, estes dados evidenciaram que pode haver uma influência da técnica musical, sendo este dado discordante dos achados de Rauscher e Lemieux (2003) que observaram que crianças que receberam a técnica rítmica primordialmente teriam melhores resultados em tarefas de raciocínio matemático, entretanto não se podem descartar as condições de ensino e ainda, que as avaliações de padronização do TDE foram realizadas em cidades diferentes, portanto com Índice de Desenvolvimento Humano diversificados, além de o curriculum escolar ter passado por variadas mudanças desde 1994, década de padronização do teste, ademais na descrição de padronização não é informado em qual período do ano foram realizadas as avaliações nos escolares (STEIN, 1994), dados esses que podem ter influência no resultado do TDE, visto que a avaliação final desta pesquisa foi realizada no início do 4^a ano escolar, referente à padronização da antiga 3^a série.

Nas funções executivas, de acordo com os dados normativos as crianças DDRA apresentaram na avaliação inicial, prejuízos em relação à categorização quanto ao nível conceitual, contudo foram observados ganhos na avaliação intermediária e final, em que já não apresentavam mais déficits, enquanto que os outros grupos, DDAR, DTAR e DTRA demonstraram escores dentro do esperado para as três avaliações (CUNHA et al., 2005), portanto os resultados demonstram um índice relacionado a ganhos associados ao treino musical, entretanto não pode-se afirmar se os ganhos tiveram relação com a ordem da técnica, pois os outros grupos não possuíam prejuízos, contudo pode-se observar melhora para o grupo que inicialmente recebeu a técnica rítmica e depois a auditivo-perceptiva, este dado corrobora com Moreno et al. (2011), que argumentam que existiria uma ligação entre a função executiva e a música, uma vez que o treino musical exigiria altos níveis de controle atencional e as funções executivas estão engajadas na resolução de problemas, raciocínio e planejamento (HANNON; TRAINOR, 2007; KRIZMAN et al., 2012 RAUSCHER, 2007 SCHELLENBERG; PERETZ, 2008), além disso as funções executivas nesta pesquisa foram testadas apenas pelo WCST, portanto os aspectos melhorados estão engendrados a capacidade para desenvolver e sustentar uma estratégia apropriada de solução do problema por meio de estímulos simbólicos a fim de atingir uma meta.

Para o BCPR não houve diferenças entre os grupos, contudo, todas as crianças obtiveram escores dentro da média para a idade (SANTOS; BUENO, 2003), o que demonstra que a capacidade da memória operacional fonológica/verbal em crianças com DD não possui

prejuízos e também não apresentou mudanças mediante o treino musical, entretanto para a AWMA os dados estatísticos demonstraram que o grupo DDRA obteve pior desempenho em relação ao DTAR em 5 subtestes, Recordação de Dígitos, Matriz de Pontos, Recordação de Contagem, Recordação de Blocos e Span Espacial, subtestes que envolvem tanto o armazenamento, quanto o processamento da informação visual e verbal, uma questão a ressaltar é que o grupo DDRA também apresentou menor resultado em relação ao grupo DDAR para Recordação de Contagem e Span Espacial, dois subtestes que envolveriam o processamento, respectivamente memória operacional verbal e visual, o que corrobora com diversos estudos que demonstram que o treino musical poderiam influenciar na capacidade verbal e visuoespacial (MORENO et al., 2009; MORENO et al., 2011; RAUSCHER et al., 1997; GROMKO; POORMAN, 1998; RAUSCHER et al., 1997; COSTA-GIOMI, 1999; GRAZIANO, PETERSON; SHAW, 1999; BILHARTZ; BRUHN; OLSON, 2000;; RAUSCHER; ZUPAN, 2000; SCHMITHORST; HOLLAND, 2004; SCHELLENBERG, 2004, 2006; KELLS, 2008; HO; CHEUNG; CHAN, 2003; RIBEIRO; SANTOS, 2012; PARBERY; CLARCK, 2011; RAUSCHER et al., 2004).

Os resultados sugerem que a técnica auditivo-musical aplicada primeiramente a rítmica, estimularia efetivamente os sistemas necessários inicialmente para análise de informações verbais e temporais, ou seja, para o reconhecimento dos sons, outra questão a ser apontada principalmente quanto à ordem das técnicas musicais é a predisposição para o aprendizado auditivo-musical, pois a idade de 8 anos seria sensível para esta estimulação segundo literatura disposta, assim as crianças teriam o pico de desenvolvimento na capacidade perceptual, enquanto que a capacidade Rítmica já estaria posta desde os 6 anos de idade, sem necessidade de instrução formal (PETZOLD ,1969; TILLMANN, 2008; KRUMHANSL, 1990; TILLMANN; BHARUCHA; BIGAND, 2001), o que poderia influenciar no desempenho, e ainda no interesse das crianças quanto no próprio treino musical. Portanto a ordem do tipo de técnica parece ter influenciado diferentemente na memória operacional nos grupos com DD.

Os resultados demonstram ainda que tanto o armazenamento das informações quanto o processamento visuoespacial da memória operacional participariam diretamente da aprendizagem musical corroborando com estudos prévios (BLUNDELL, JONES, KVIKLYTE, 2007; HO et al., 2003; PARBERY-CLARK et al., 2009; PERETZ; ZATORRE, 2005; RAUSCHER; ZUPAN, 2000; WILLIAMSON et al., 2006).

Na AWMA, em comparação a padronização do instrumento em outros países como Holanda (BLOEMERT, 2011), Argentina (INJOQUE-RICLE, BARREYRO, BURIN, 2012) e Inglaterra (ALLOWAY; RAJENDRAN; ARCHIBALD, 2008; ALLOWAY; PASSOLUNGI, 2011), os resultados dos subtestes e das categorias conceituais são contundentes com os escores apresentados para as idades, contudo como no Brasil esse teste ainda está em padronização, não se pode afirmar que as crianças não possuem prejuízos na capacidade da memória operacional visuoespacial e verbal. Não obstante, os dados parecem corroborar com (RUBINSTEIN; HENIK, 2008), que demonstram que crianças com DD não possuem prejuízos na memória operacional.

Em comparação ao primeiro estudo realizado com a AWMA no Brasil (RIBEIRO; SANTOS, 2012), cuja amostra contemplou crianças sem transtornos de aprendizagem, divididas em controles, iniciantes e avançadas no treino musical, que o desempenho de crianças avançadas foi melhor do que dos outros grupos, as diferenças estatísticas em alguns subtestes demonstraram semelhanças entre os subtestes deste estudo, o que sugere que foi devido ao contato com o treino musical que os grupos com DD obtiveram ganhos, pois as crianças foram estimuladas por meio do treino musical a criar imagens mentais em relação a aspectos musicais requeridos para a representação de informações relacionadas a tons, timbres, padrões de intensidade, que necessitariam de retenção temporária, e manipulação de acordo com as demandas das tarefas (BADDELEY; LOGIE, 1992; DEUTSCH, 1975; KALAKOSKI, 2001; KELLER, 2012).

Os resultados para o senso numérico observados, no subteste Enumeração de Pontos estavam abaixo da média esperada para a idade, para o grupo DDAR na avaliação inicial, o que demonstra prejuízo em uma habilidade primária, consequentemente uma menor acurácia para discriminação de conjuntos de objetos e na comparação das numerosidades e magnitude numérica (TOLL et al., 2011; PENG et al., 2012), entretanto nas avaliações subsequentes apresentou resultados equivalentes, assim como os outros grupos. No subteste Estimativa visual o grupo DDRA obteve menor desempenho que o DTAR, entretanto clinicamente os resultados demonstraram o esperado para a idade de acordo com dados normativos (SANTOS et al., 2012). De maneira geral, o grupo DDAR obteve ganhos para enumeração de pontos, enquanto que os outros que se encontravam dentro da faixa de normalidade permaneceram, este dado pode demonstrar que o treino musical estaria associado ao aumento das representações abstratas de quantidades numéricas (WILLIAMSON; BADDELEY; HITCH,

2006), portanto a técnica auditiva-musical Perceptiva como primeira estimulação poderia aumentar a capacidade de subtização, tendo em vista que o prejuízo apresentado pelo grupo foi leve, ou seja, de apenas de um décimo.

Para a produção numérica os resultados no subteste Contagem oral em ordem inversa demonstrou que os grupos DDRA e DDAR na avaliação inicial tiveram resultados abaixo da média esperada para a idade (SANTOS et al., 2012), entretanto foi possível observar que nas avaliações subsequentes esse rebaixamento havia desaparecido, enquanto que para ambos os grupos DT não houveram modificações, portanto para este teste que envolveria a habilidade de Contagem, ligada a Memória Operacional Verbal, o treino musical independente da ordem aplicada poderiam atuar como suporte para a capacidade de contagem (HO, CHEUNG, CHAN, 2003).

Para os subtestes que envolviam a escrita (ditado de números) e a leitura (Leitura de Números) todos os grupos possuíam escores dentro das médias para faixas etárias (SANTOS et al., 2012), entretanto estatisticamente o grupo DDRA apresentou piores resultados quando comparados aos grupos DT para ambos os subtestes. Todavia o grupo DDAR obteve desempenho inferior que DTAR, apenas no subteste de leitura, o que pode demonstrar que a técnica auditivo-musical anteriormente à rítmica, poderia reforçar atividades que exigem principalmente o reconhecimento de símbolos tanto para a compreensão quanto para a produção, o fato é que o treino musical reforçaria conseqüentemente as habilidades espaço-temporais, que exigem tanto imagens mentais quanto a ordenação temporal de objetivos, habilidades necessárias para o raciocínio matemático (RAUSCHER; SHAW, 1998; RAUSCHER et al., 1994, 1997).

Na Compreensão Numérica os grupos DDAR e DDRA apresentaram estatisticamente resultados inferiores ao DTAR para o subteste estimativa contextual, enquanto que para o subteste comparação escrita os resultados apresentados demonstram pontuações inferior para o grupo DDRA em relação aos grupos com desenvolvimento Típico, quanto a Comparação Oral não houve diferenças entre os grupos, o que reforça a hipótese já citada, de que a técnica auditiva musical realizada em primeiro lugar focaria em habilidades que envolvem sinais paralinguísticos (como o tom, acento melódico, silêncio e som) que poderiam influenciar na estimativa e também na comparação escrita (THOMPSON; SCHELLENBERG; HUSAIN, 2004; SCHELLENBERG, 2004).

Para a Linha numérica Mental, o grupo DDRA apresentou piores resultados em comparação com os outros três grupos, entretanto os escores qualitativamente se encontravam

dentro dos parâmetros para a idade (SANTOS et al., 2012), segundo ao Gardiner (2000) existiria uma “linha para o tom” similar ao conceito de linha numérica, entretanto este estudo esta em discordância com o autor que propõe que a técnica primordialmente rítmica teria melhor progressos em aspectos matemáticos.

Na habilidade de Cálculo, o subtteste Cálculo mental, que avaliou conceitos básicos envolvendo números até dois décimos, com as operações de adição, subtração e multiplicação, em que ambos os grupos DDAR e DDRA apresentaram mais de um desvio padrão abaixo da média na avaliação inicial, entretanto nas avaliações subsequentes o grupo DDAR demonstrou resultados dentro do esperado e o DDRA apresentou resultado rebaixado em todas as avaliações, este grupo demonstrou prejuízos mesmo com capacidade intelectual dentro do esperado para idade o que corrobora com estudos longitudinais que demonstram que a DD é uma desordem persistente (SHALEV et al., 1998; SHALEV; MANOR; GROSS-TSUR, 2005), em análise aos dados o grupo que recebeu a técnica auditivo-musical inicialmente à rítmica se sobressaiu e alcançou as médias dos grupos com desenvolvimento Típico, por meio da estimulação, este dado pode demonstrar que diferentes técnicas e também a capacidade intelectual pode influenciar na reabilitação especificadamente de Cálculo em crianças com DD, fato que contradiz o que foi demonstrado por Shalev et al. (2005) nos estudos longitudinais, em que apesar da estimulação acadêmica, não ocorreram ganhos em cálculo, nos quais as crianças continuavam incapazes de realizar exercício de aritmética simples.

Achados similares foram encontrados para o subtteste problemas aritméticos em que o grupo DDAR obteve menor desempenho do que o esperado para a faixa etária na avaliação inicial e intermediária, entretanto a avaliação final estava dentro dos parâmetros etários, contudo continuou com desempenho inferior aos DTAR e DTRA. Todavia, o grupo DDRA obteve desempenho inferior à média etária nas três avaliações, e ainda foi pior em relação ao DDAR, DTAR e DTRA. De acordo com os dados apresentados pode-se supor que o grupo que recebeu a técnica-auditiva musical primeira, pode ter sido estimulado melhor para as tarefas de problemas aritméticos, visto que essa tarefa, apesar da utilização das habilidades de cálculo apresentariam outras peculiaridades, como a formação de imagens mentais, além de se tratar de um teste que exigiria a capacidade da memória operacional verbal.

Uma análise dos estudos existentes precedentes permitiria supor que a música, por meio do treino musical facilitaria a aprendizagem cognitiva, particularmente no campo do raciocínio lógico, espacial e abstrato, relacionados à habilidade de cognição numérica

(RAUSCHER; ZUPAN 2000), pois ativaria áreas cerebrais, como o sulco intraparietal (WAN; SCHAULG, 2010; MOLKO et al., 2003) essencial para o desempenho da memória operacional visuoespacial (BELGER et al., 1998) e da cognição numérica especificadamente implicado no processamento de magnitudes, para resolução de problemas e cálculos matemáticos (FIAS et al., 2003; DEHAENE, 2007; KELLER, 2012).

Para as escalas de comportamento, foi possível observar que para EAM as respostas do grupo DDRA, apresentaram maiores escores para a avaliação inicial e intermediária, do que na avaliação final, ou seja, qualitativamente nas duas primeiras avaliações apresentava baixa ansiedade, enquanto que a terceira avaliação passou a não apresentar ansiedade. Este dado demonstra que apesar de ser um grupo mais comprometido do ponto de vista da Cognição Numérica, o treino musical parece ter contribuído para a regulação do humor (TREHUB; TRAINOR, 1998; DISSANAYAKE, 2000; KRINZINGER; KAUFMANN; WILLMES, 2009).

Entretanto o grupo DDRA demonstrou para CDI maiores pontuações em relação aos DTAR e DTRA, enquanto que o grupo DDAR não apresentou nenhuma alteração, para ESI o grupo DDRA obteve maiores pontuações quando comparados aos outros grupos, todavia qualitativamente nenhum dos grupos apresentou níveis de depressão ou estresse de acordo com dados normativos (GOUVEIA et al., 1995; LIPP; LUCARELLI, 1998), esse dado sugere que as crianças do grupo DDRA possuem uma auto percepção acentuada de seu comportamento emocional, ou seja, um comportamento culturalmente aprendido, o que pode explicar também em partes os piores escores na cognição numérica (HISCOCK et al., 2013), pois além do sentimento de baixa autoestima, são vulneráveis a riscos como frustração, depressão, abandono escolar e instabilidade emocional (LAMMINMAKI et al., 1997; SHALEV et al., 1998; SANTOS; RIBEIRO; KIKUCHI, 2010).

Apesar dos dados demonstrarem prejuízos persistentes para o grupo DDRA, as respostas relatadas no *Instrumento de relato verbal Pós-treino Musical*, qualitativamente evidenciam que as crianças se percebem com melhor desempenho na aprendizagem escolar e no jeito de fazer contas e/ou resolver problemas de matemática, cerca de cinco crianças do grupo DDRA disseram ter melhorado quanto à disciplina de matemática, assim como o grupo DDAR, o que revela que após cinco meses de treino musical, ambos os grupos DD apresentaram, o mesmo padrão de respostas qualitativas que os grupos DT, ou seja, o treino musical poderia contribuir para a capacidade da cognição numérica segundo autorelato, além disso, contribuir nas atividades sociais, pois a interação da criança segundo autores é essencial

para o desenvolvimento cognitivo e social saudável durante a infância, assim como para uma boa formação de autoconceito (SINGER; GOLINKOFF; HIRSH-PASEK, 2006; KIRSCHNER; TOMASELLO, 2010)

Diante do exposto é importante mencionar ainda, que apenas 7 crianças começaram diferentes atividades durante a realização do treino musical, dentre elas o grupo DDRA (n=3, Inglês, natação, dança), DDAR (n=1, futsal) e do grupo DTAR (n=2, eufonia e trompete), e essas atividades foram iniciadas após três meses de início do treino musical, o que permitiria supor que um pequeno número de crianças e o pouco tempo de realização dessas tarefas diferenciadas, não afetariam o desempenho nas tarefas cognitivas. Ademais outro fator que foi controlado quanto às turmas formadas, foi que as crianças foram divididas igualmente por período escolar, manhã e tarde, e o treino musical foi realizado no próprio período escolar das crianças, portanto não houve mudanças de rotina que pudessem justificar os resultados, além disso, o treino musical foi realizado no próprio ambiente escolar.

Limitações

O estudo contemplou apenas dois tipos de técnica musical, sendo que existem outros estudos com técnicas diversificadas, que demonstraram ganhos nas funções cognitivas, além disso, os estudos demonstraram um mínimo de sete meses, e na presente pesquisa o tempo para cada técnica musical foi de somente dois meses, entretanto variáveis que poderiam confundir os resultados foram controladas. Ademais, apesar do controle estatístico, um dos grupos apresentou um percentil maior em relação à capacidade intelectual e não se sabe até onde este dado pode influenciar qualitativamente nos resultados.

7. CONCLUSÃO

Em conclusão, conforme a hipótese a priori, o treino musical teve efeito sobre os resultados dos testes cognitivos, entretanto pode-se perceber que as crianças que receberam inicialmente a técnica auditivo-musical e depois a rítmica apresentaram melhores escores na memória operacional tanto visuoespacial quanto verbal e na compreensão numérica, portanto o treino musical parece ter contribuído para a cognição numérica, apesar de as crianças com DD ainda apresentarem prejuízos para habilidade de cálculo. Estes achados sugerem que a ordem dos diferentes tipos de técnicas afetam diferentes aspectos da cognição.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, R. M. et al. Fetal Music Perception: The Role of Sound Transmission. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, v. 15, n. 3, p. 307-317, 1998.
- ARSIC, S. et al. The Role of Executive Functions at Dyscalculia. *HealthMED*, v. 6, n. 1, 2012.
- ADAMS, J. W.; HITCH, G. J.; DONLAN, C. Children's mental arithmetic and working memory. In: Anonymous (Ed.), **The development of mathematical skills. Studies in developmental psychology**. Reino Unido: Psychology Press/Taylor & Francis, 1998 p. 153-173.
- ALLOWAY, T. P. Automated Working Memory Assessment: Translated and reproduced by permission of Harcourt Assessment, 2007.
- ALLOWAY, T. P. et al. The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. **Child Development**, n. 80, p. 606–621, 2009.
- ALLOWAY, T. P. How does working memory work in the classroom? **Educational Research and Reviews**, v. 1, n. 4, p. 134-139, 2006.
- ALLOWAY, T.P.; PASSOLUNGHU, M. C. The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. **Learning and Individual Differences**, v.21, p. 133–137, 2011.
- ALLOWAY, T.P., RAJENDRAN, G., ARCHIBALD, L.M. Working memory in children with developmental disorders. **Journal of Learning Disabilities**, v. 42, n.4, p.372-82, 2009.
- ALTENMULLER, E. O. How Many Music Centers Are in the Brain? The biological foundations of music. **Annals of the New York Academy of Sciences**.v. 930, p. 273-280, 2001.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Manual Diagnóstico e Estatístico em Doenças Mentais, Quarta Edição, Texto Revisado, 2002.
- ANDERSSON, U.; LYXELL, B. Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 96, p. 197–228, 2007.
- ANGELINI, A. L. et al. Matrizes progressivas coloridas de Raven. Manual. São Paulo. SP: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.
- ANVARI, S. H. et al. Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 83, p. 111-120, 2002.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. Critério de classificação econômica no Brasil. Recuperado em 16 junho, 2008, de http://www.abep.org/codigosguias/ABEP_CCEB.pdf, 2008.
- ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. Human memory: A proposed system and its control processes. In SPENCE, K. W. (Org.), **The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory** New York: Academic Press, 1968. V. 2, p. 89-105.
- BACHOT, J. et al. Number sense in children with visuospatial disabilities: orientation of the mental number line. **Psychology Science**, v. 47, p. 172-183, 2005.
- BADDELEY, A. D. The episodic buffer: a new component of working memory?. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 4, p. 417- 423, 2000.
- BADDELEY, A. D. Working Memory. Oxford: Oxford University Press, 1986.
- BADDELEY, A. D. Working memory. **Science**, v. 255, p.556–559, 1992.
- BADDELEY, A. D.; GATHERCOLE, S. E.; PAPAGNO, C., The phonological loop as a language learning device. **Psychological Review**, v. 105, n.1, p.158-173, 1998.
- BADDELEY, A. D.; HITCH, G.J. Working memory. In: G.A. BOWER (Org.), **Recent advances in learning and motivation**. London: Academic Press, 1974, p. 47-90.
- BADDELEY, A. D.; LOGIE, R. H. Working memory: The multi-component model. In: MIYAKE, A.; PRITI, S. (Org.), **Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. p. 28-54.
- BADDELEY, A.D.; LOGIE, R. H. Auditory imagery and working memory. In: REISBERG, D. (Org.), **Auditory Imagery**. Erlbaum. Hillsdale, NJ, 1992. p. 179–197.
- BADIAN, N. A.; GHUBLIKIAN, M. The personal-social characteristics of children with poor mathematical computation skills. **Journal of Learning Disabilities**, v.16, p. 154-157, 1983.
- BANDIM, J.M., et al. Habilidade mnemônica em crianças com sintomas depressivos: um estudo exploratório. **Infanto**, v. 6, p. 119-23, 1998.
- BANDURA, A. Self-efficacy: The exercise of control. New York, NY: W.H. Freeman and
- BARBOSA, A.J.G. Depressão na escola: um guia para educadores e profissionais da saúde. In: BAPTISTA, M.N. (Org). **Suicídio e depressão: atualizações**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2004, p.144-57.
- BARROUILLET, P.; LÉPINE, R. Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 91, p. 183-204, 2005.

- BECK, A. T.; CLARK, D. A. An information processing model vated in other neuroimaging studies of emotional processing or of anxiety: automatic and strategic processes. **Behav. Res. Ther. attentional control, as well as areas hyperactivated in anxiety disor**, v. 35, p. 49-58,1997.
- BELGER, A. et al. Dissociation of mnemonic and perceptual processes during spatial and nonspatial working memory using fMRI. **Human Brain Mapping**, v.6, p.14-32, 1998.
- BERNAL, M. I. Psicobiología del aprendizaje y la memoria. **CIC Cuadernos de Información y Comunicación**, Norteamérica, 2005.
- BETZ, N. E. et al. Sintomatologia depressiva, atenção sustentada e desempenho escolar em estudantes do ensino médio. **Psicol Esc Educ**, v. 10, p.99-108, 2006.
- BILHARZ, T. D.; BRUHN, R. A.; OLSON, J. E. The effect of early music training on child cognitive development. **Journal of Applied Developmental Psychology**, v. 20, p. 615-636, 2000.
- BLOEMERT, J. Verschillen tussen kinderen met dyscalculie en kinderen zonder rekenproblemen op het gebied van de executieve functies planning, aandacht en werkgeheugen, benoemsnelheid en leesvaardigheid. Holanda, 2011. Dissertação de mestrado (Faculty of Social and Behavioural) Universiteit Utrecht.
- BLUNDELL, J.; JONES, S.; KVIKLYTE, S. Performance on neuropsychological measures of executive function between music and non-music students. Presented for B.S.c Psychology .University of Wales, Bangor, 2007.
- BRITO, T. A. Música na Educação Infantil - Propostas para a Formação Integral da Criança. São Paulo, Ed. Peiropolis, 2003.
- BULL, R.; JOHNSTON, R. S.; ROY, J.A. Exploring the roles of the visual-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. **Developmental Neuropsychology**, v. 15, p. 421-442, 1999.
- BUTTERWORTH, B. The development of arithmetical abilities. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 46, p. 3-18, 2005.
- BUTTERWORTH, B. **The Mathematical Brain**. London: Macmillan, 1999.
- CAMPBELL, J.I.D.; CLARK. J. M. Cognitive number processing: An encoding-complex perspective. CAMPBELL, J. I. D. (Org.), **The Nature and Origins of Mathematical Skills**, North Holland, Amsterdam, p. 457-491, 1992.
- CANADIAN ACHIEVEMENT TESTS. (2nd ed.) Markham, ON: Canadian Test Centre,1992.

- CANTLON, J. F.; PLATT, M. L.; BRANNON, E. M. (2008). Beyond the number domain. **Trends in cognitive sciences**, v. 13, n. 2, p. 83-91.
- CARMO, J. S.; FIGUEIREDO, R. M. E. Aprendizagem, emoção e ansiedade à matemática: indícios e vestígios de histórias de punição e fracasso no ensino da matemática. *Trilhas – revista do Centro de Ciências Humanas e Educação*, v. 7, n. 15, 85-93, 2005.
- CARVALHO, A. M. P; REIS, I; NORI, M. C. Vida de Ensino: Problemas na educação matemática do ensino fundamental por fatores de dislexia e discalculia. In: *Vi Em*, v.02, n.08, 2010. p. 66-72.
- CASAS-FERNANDEZ. C. Experience with Health Quality of Life Questionnaire for the epileptic child (CAVE). **Rev Neurol**, v.25, n.139, p. 415- 421, 1997.
- CHAN, A.S.; HO, Y.C.; CHEUNG, M.C. Music training improves verbal memory. **Nature**, v.396, p. 128, 1998.
- CHANG, H.; TREHUB, S.E. Infants' perception of temporal grouping in auditory patterns. **Child Dev**, v. 48, p.1666–1670, 1977.
- COELHO, M.; FAVARETTO, A. **Batuque Batuta**, Ed. Saraiva, São Paulo, 2010.
- COHEN KADOSH, R.; WALSH, V. Numerical representation in the parietal lobes: abstract or not abstract? **Behav Brain Sci**, v. 32, n. 3-4, p. 313-28, 2009.
- COHN, R.. Dyscalculia. **Archives of Neurology**, v. 4, p. 301-307, 1961.
Company. 1997.
- CORRIGALL, K.A.; SCHELLENBERG, E.G.; MISURA, N.M. Music training, cognition, and personality. **Front. Psychol**, v.4, p. 222, 2013.
- COSTA, GIOMI, E. The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education*, v. 47, p. 198–212, 1999.
- COWAN, R.; SAXTON, M. Understanding number development and difficulties. **British Journal of Educational Psychology**, v.1,n.1, 2010.
- CROSS, I. Music and social being. **Musicology Australia**, v. 28, p. 114-126, 2006.
- CROSS, I. Music, Cognition, Culture, and Evolution, **The Biological Foundations of Music**, v. 930, p. 28–42, 2001.
- CRUVINEL, M.; BORUCHOVITCH, E. Sintomas Depressivos, estratégias de aprendizagem e rendimento escolar de alunos do ensino fundamental. **Psicol Estud**, v. 9, p.369-78, 2004.
- CUNHA, J. A et al. Teste Wisconsin de Classificação de Cartas – Adaptação e Padronização Brasileira. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2005.

- D'AMICO, A; GUARNERA, M. Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, v.15, p. 189–202, 2005.
- DEHAENE, S. **The Cognitive Neuroscience of Consciousness**. MIT Press, 2001.
- DEHAENE, S. **The number sense: How the mind creates mathematics**, New York: Oxford University Press, 1997.
- DEHAENE, S. ; COHEN, L. Un modèle arithmétique e fonctionnel de l'arithmétique mental. In : PESENTI, M.; SERON, X. (Org). *Neuropsychologie des troubles du cálculo e du traitement dès números*, Marseille: Solal, 2000, p. 191-232.
- DEHAENE, S. The neural basis of Weber-Fechner's law: Neuronal recordings reveal a logarithmic scale for number. **Trends in Cognitive Science**, v.7, p.145--147, 2003.
- DEHAENE, S.; COHEN, L. Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantities knowledge of arithmetic. **Cortex**, v. 33, n.2, p. 219–250, 1997.
- DELLATOLAS, G. et al. Number processing and mental calculation in school children aged 7 to 10 years: a transcultural comparison. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 9, n.II, p.102-110, 2000.
- DEMANY, L.; MCKENZIE, B.; VURPILLOT, E. Rhythm perception in early infancy. **Nature** v. 266, p.718–719, 1977.
- DEMANY, L.; MCKENZIE, B.; VURPILLOT, E. Rhythm perception in early infancy. **Nature** v. 266, p.718–719, 1977.
- DENNIS, M.; BERCH, D.B.; MAZZOCCO, M. M. Mathematical learning disabilities in special populations: phenotypic variation and cross-disorder comparison. **Dev Disabil Res Rev.**, v. 15, p. 80- 89, 2009.
- DESAIN, P.; HONING, H. Tempo curves considered harmful*. In: KRAMER, J. D. (Org.), *Time in contemporary musical thought*. **Contemporary Music Review**, v.7, n.2, p. 123-138, 1993.
- DEUTSCH, D. The organization of short term memory for a single acoustic attribute. In: Deutsch, D.; Deutsch, J.A. (Org.). **Short Term Memory**. Academic Press: New York. 1975. p.107–151.
- DEVILLY, G.J. *The Effect Size Generator for Windows: Version 4.0 (computer programme)*. Brain Sciences Institute, Swinburne University, Australia, 2005.
- DINGLE, R. Relationships between adolescents' stabilized music aptitudes and creative thinking abilities in music. Villanova University, Pennsylvania, in the United States, 2006.

- DISSANAYAKE, E. Antecedents of the temporal arts in early mother-infant interaction. In: WALLIN, N.L.; MERKER, B.; BROWN, S. (Org), **The Origins of Music**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000. p. 389–410.
- DOWKER, A. What works for children with math difficulties? Research report. Department for Education and Skills, London: University of Oxford, 2005. p.554.
- DRAKE, C.; JONES, M.R.; BARUCH, C. The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending. **Cognition**, v. 77, p. 251–288, 2000.
- FERNANDES, R. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, 2007.
- FIAS, W. et al. Parietal representation of symbolic and nonsymbolic magnitude. **J. Cognit. Neurosci**, v. 15, p.47–56, 2003.
- FLYNN J. R. Tethering the elephant: Capital cases, IQ, and the Flynn effect. **Psychology, Public Policy, and Law**, v. 12, n.2, p.170-189, 2006.
- FOXTON, J.M. et al.. Reading skills are related to global, but not local, acoustic pattern perception. Brief Communication. **Nat Neurosci**.v. 6, p.343-344, 2003.
- FRANÇOIS, C. et al. Music Training for the Development of Speech Segmentation. **Cerebral Cortex**, 2012.
- FRANKLIN, M. S. et al. The effects of musical training on verbal memory. **Psychology of Music**, v.36, p.353, 2008.
- GAAB, N. et al. Neural correlates of rapid spectrotemporal processing in musicians and nonmusicians. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.1060, p.82-88, 2005.
- GABRIELI, J.D.; POLDRACK, R. A.; DESMOND, J.E. The role of left prefrontal cortex in language and memory. **Proc. Natl. Acad. Sci**, v. 95, p. 906–913, 1998.
- GALONSKA, S.; KAUFMANN, L. Intervention bei entwicklungsbedingter Dyskalkulie. **Sprache Stimme Gehör**, v. 30, p.171–8, 2006.
- GARDINER, M. F. Music, learning, and behavior: A case for mental stretching. **Journal for Learning Through Music**, p. 72-93, 2000.
- GARDNER, H. **Frames of mind**. New York: Basic Books, 1983.
- GATHERCOLE, S. E. Cognitive approaches to the development of short-term memory. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 3, n.11, p. 410- 419, 1999.
- GATHERCOLE, S. E. et al. The structure of working memory from 4 to 15 years of age. **Developmental Psychology**, v. 40, p. 177-190, 2004.

- GATHERCOLE, S. E. The development of memory. **J. Child Psychol Psychiat**, v. 39, n. 1, p.3-37, 1998.
- GATHERCOLE, S. E.; ADAMS, A. Children's phonological working memory: Contributions of long-term knowledge and rehearsal. **Journal of Memory and Language**, v. 33, p. 672-688, 1994.
- GATHERCOLE, S. E.; ALLOWAY, T. P. Working memory and classroom learning. **Journal of the Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties**, v.17, p. 2-12, 2004.
- GATHERCOLE, S.; PICKERING, S. Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. **British Journal of Educational Psychology**, v. 70, n. 2, p. 177-194, 2000.
- GATHERCOLE; S. E; HITCH, G. J. Developmental changes in short-term memory: A revised working memory perspective. In A Collins, S.E GATHERCOLE, M. A.; CONWAY, P.E.MORRIS (Org) **Theories of memory**. Hove, U.K.: Erlbaum, p.189-210, 1993.
- GEARY, D. C. A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 49, n. 3, p. 363-383, 1990.
- GEARY, D. C. et al. Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. **Child Development**, v.78, p. 1343-1359, 2007.
- GEARY, D. C. et al. Development of arithmetical competencies in Chinese and American children. **Influence of age, language, and schooling. Child Development**, v. 67, n. 5, p. 2022-2044, 1996.
- GEARY, D. C. et al. First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. **Cognitive Development**, v. 24, n. 4, p. 411-29, 2009.
- GEARY, D. C. et al. Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 88, p. 121-151, 2004.
- GEARY, D. C. Evolution and developmental sex differences. **Current Directions in Psychological Science**, v. 8, p.115-120, 1999.
- GEARY, D. C. From infancy to adulthood: The development of numerical abilities. **European Child and Adolescent Psychiatr**, v. 9, p.11-16, 2000.
- GEARY, D. C. Mathematics and learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, v. 37, p. 4-15, 2004.

- GEARY, D. C. Reflections of evolution and culture in children's cognition: implications for mathematical development and instruction. **American Psychologist**, v. 50, n. 1, p. 24-37, 1995.
- GEARY, D. C.; FRENSCH, P. A.; WILEY, J. G. Simple and complex mental subtraction: strategy choice and speed-of-processing differences in younger and older adults. **Psychology and Aging**, v. 8, n.2, p. 242-256, 1993.
- GILMORE, R.O. Where are they going? The perception of information about visual direction in young infants. In B. Hopkins & S.P. Johnson (Org.), **Neurobiology of Infant Vision, Advances in Infancy Research**. Westport, CT: Praeger Publishers, p. 181-21, 2003.
- GOTTFREDSON, L.S.; DEARY, I. J. Intelligence predicts health and longevity, but why? **Current Directions in Psychological Science**, v. 13, n. 1, p. 1-4, 2004.
- GOUVEIA, V.V. et al. Inventário de depressão infantil-CDI: estudo de adaptação com escolares de João Pessoa. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. .44, n.7, 1995.
- GRAZIANO. A. B.; PETERSON. M.; SHAW. G. L. Enhanced learning of proportional math through music training and spatial- temporal training. **Neurological Research**. v. 21, n. 2, p. 139-152, 1999.
- GREWEL. F. The acalculias. **Handbook of clinical neurology**, v. 4. 1969.
- GROMKO, J. E.; POORMAN, A. S. The effect of music training on preschoolers' spatial-temporal task performance. **Journal of Research in Music Education**, v. 46, p. 173-181, 1998.
- GROSS-TSUR, V.; MANOR, O.; SHALEV, R. S. Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 38, p. 25-33, 1996.
- HABIB, M. Bases neurológicas dos comportamentos. **Climepsi**, v.1. p.173-196, 2000.
- HADFIELD, O. D.; MCNEIL, K. The relationship between Myers-Briggs personality type and mathematics anxiety among preservice elementary teachers. **Journal of Instructional Psychology**, v. 21, n.4, p. 375-384, 1994.
- HALLAM, S. The power of music: its impact of the intellectual, personal and social development of children and young people. **International Journal of Music Education**, v. 38, n. 3, p. 269-289, 2010.
- HANNON E.E., JOHNSON S.P. Infants use meter to categorize rhythms and melodies: Implications for musical structure learning. **Cogn Psychol**, v. 50, p. 354-377, 2005.

- HANNON, E. E.; SOLEY, G.; LEVINE, R.S. Constraints on infants' musical rhythm perception: Effects of interval ratio complexity and enculturation. **Developmental Science**, v. 14, p. 865-872, 2011.
- HANNON, E. E.; TRAINOR, L. J. Music acquisition: effects of enculturation and formal training on development. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 11, p. 466- 472, 2007.
- HANNON, E. E.; TREHUB, S. E. Metrical categories in infancy and adulthood. **Psychol Sci**, v. 16, p. 48–55, 2005.
- HASAN, M.A.; THAUT, M.H.. Statistical Analysis for Finger Tapping with a Periodic External Stimulus. **Perceptual & Motor Skills**, v. 99, n. 2, p. 643–61, 2004.
- HASKELL, S. H. The determinants of arithmetic skills in young children: some observations. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 9, n. 2, p. 77-86, 2000.
- HEATHCOTE, D. The role of visuo-spatial working memory in the mental addition of multi-digit addends. **Current Psychology of Cognition**, v. 13, p. 207–245, 1994.
- HENRY, L.; MACLEAN, M. Relationships between working memory, expressive vocabulary and arithmetical reasoning in children with and without intellectual disabilities. **Educational and Child Psychology**, v. 2,n.3, p. 51-63, 2003.
- HEPPER, P.G.; SHAHIDULLAH, S. The beginnings of mind: evidence from the behaviour of the fetus. **J Reprod Infant Psychol**, v. 12, p. 143–154, 1994.
- HISCOCK, N. et al. Music, Intelligence, and the Neurocognitive Effects of Childhood Cancer Treatment. **Music and Medicine**, 00(0), p. 1-6, 2013.
- HITCH, G. J. Developing the concept of working memory. In: CLAXTON, G. (Org.) **Cognitive psychology: New directions**. London: Routledge & Kegan Paul, p.156-196, 1980.
- HITCH, G. J.; MCAULEY, E.; Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. **British Journal of Psychology**, v. 82, p. 375–386, 1991.
- HO, Y.C.; CHEUNG, M.C.; CHAN, A. S. Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. **Neuropsychology**, v. 17, p. 439-450, 2003.
- HOLMES, J.; ADAMS, J. W. Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. **Educational Psychology**, v. 26, p. 339-366, 2006.
- HUDSON, N. J. Musical Beauty and Information Compression: Complex to the Ear but Simple to the Mind? **BMC Research Notes**, v. 4, p. 9, 2011.

- HYDE, et al. Musical Training Shapes Structural Brain Development. **The Journal of Neuroscience**, v. 29 n.10, p. 3019-3025, 2009.
- ILARI, B. Research on music, the brain and cognitive development: Addressing some common questions of music educators. **Music Education International**, v. 2, p 85-97, 2005.
- INJOQUE-RICLE, I. et al. Memoria de trabajo y vocabulario un modelo de interacción entre los componentes del modelo de Baddeley y el sistema de información verbal cristalizada. **Cuadernos de Neuropsicología**, v. 6, n. 1, p. 33-45, 2012.
- JANCKE, L. Music, memory and emotion. **Journal of Biology**, v. 7, n.6, p. 1-5. 2008.
- JEANDOT, N. **Explorando o universo da música**. São Paulo: Scipione, 1997.
- JOSÈ, E. A.; COELHO, M. T. Problemas de aprendizagem. Editora Ática. São Paulo. 1997.
- JUSLIN, P.; SLOBODA, J. A. **Music & emotion: theory and research**. Oxford: OUP. 2001.
- KALAKOSKI, V. Musical imagery and working memory. In: Godøy, R.I.; Jørgensen, H. (Org.) **Musical Imagery**. Swets & Zeitlinger. Lisse, the Netherlands. p. 43–55, 2001.
- KARMILOFF-SMITH, A. The tortuous route from genes to behaviour: A neuroconstructivist approach. **Cognitive, Affective and Behavioural Neuroscience**, v. 6,n.1, p. 9-17, 2006.
- KELLER, P.E. Mental imagery in music performance: underlying mechanisms and potential benefits. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1252, p. 206–213, 2012.
- KELLS, D. **The Impact of Music on Mathematics Achievement**, Kindermusik. 2008.
- KIRSCHNER, S.; TOMASELLO, M. Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children. **Evol Hum Beha**, v. 31, p. 354-364, 2010.
- KOELSCH, S. E.; SIEBEL, W. A. Towards a neural basis of music perception. **Trends Cogn Sci**, v. 9, n.12, p. 578-584, 2005.
- KOONTZ, K. L., BERCH, D. B. Identifying simple numerical stimuli: Processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. **Mathematical Cognition**, v. 2, p. 1-24, 1996.
- KOPERA-FRYE, K.; DEHAENE, S.; STREISSGUTH, A.P. Impairments of number processing induced by prenatal alcohol exposure, **Neuropsychologia**, v. 34, n. 12, p.1187-1196, 1996.
- KOSC, L. Developmental Dyscalculia. **J. Learn Disabi**. v. 7, n.3, p.164-177, 1974.
- KOSC, L. Psychology and psychopathology of mathematical abilities. **Studia Psychologica**, v. 12, p. 159–162, 1970.
- KOUMOULA, A. et al. An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek schoolchildren. **Journal of Learning Disabilities**, v. 37, n.5, p. 377-388, 2004.

- KRAUS, N.; CHANDRASEKARAN, B. Music training for the development of auditory skills. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 11, p. 599-605, 2010.
- KRINZINGER, H.; KAUFMANN, L.; WILLMES, K. Math Anxiety and Math Ability in Early Primary School Years. **J Psychoeduc Assess**, v. 27, n.3, p.206–225, 2009.
- KRIZMAN, J. et al. (2012) Subcortical encoding of sound is enhanced in bilinguals and relates to executive function advantages. **Proc Natl Acad Sci**. v. 109, p7877-7881.
- KROESBERGEN, E. H.; VAN LUIT, J. E. H. Mathematics interventions for children with special needs: A meta-analysis. **Remedial and Special Education**, v. 24, p. 97-114, 2003.
- KRUMHANSL, C. L. *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. Oxford University Press, Oxford, 1990.
- KUCIAN, K. et al. Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study. **Behavioral and Brain Functions**, v. 2, p.31, 2006.
- KUCIAN, K. et al. Mental number line training in children with developmental dyscalculia. **Neuroimage**, v. 57,n. 3, p. 782-95. 2011.
- LACERDA, O. **Compêndio de teoria elementar da música** .(12 ed.) São paulo: Ricordi, 1961.
- LAMB, S. J.; GREGORY, A. H. The relationship between music and reading in beginning readers. **Educational Psychology**, v. 13, n.1 , p. 19-27, 1993.
- LAMMINMAKI, T.; AHONEN, T.; TODD DE BARRA, H. Two-year group treatment for children with learning difficulties: Assessing effects of treatment duration and pretreatment characteristics. **J Learn Disabil**, v. 30, p. 354- 364, 1997.
- LANDERL, K.; BEVAN, A.; BUTTERWORTH, B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. **Cognition**, v. 93, p. 99–125, 2004.
- LANDERL, K.; KOLLE, C. Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 103, n.4, p. 546–565. 2009.
- LECANUET, J.P. et al. Fetal discrimination of low- pitched musical notes. **Dev Psychobiol**, v. 36, p. 29-39. 2000.
- LERDAHL, F.; JACKENDOFF, R.S. **A Generative Theory of Tonal Music**. Cambridge, MA: MIT Press, 1983.
- LEWIS, C.; HITCH, G. J.; WALKER, P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year old boys and girls. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, n. 35,p. 283-292, 1994.

- LIBERTUS, M. E.; FEIGENSON, L.; HALBERDA, J. (. Preschool acuity of the approximate number system correlates with school math ability. **Developmental Science**, v. 14,n. 6, p. 1292-1300, 2011.
- LILLEMUR, O. F. Achievement motivation as a factor in self-perception, **Norwegian Research Council for Science and the Humanities**, p. 245-248, 1983.
- LIPP, E.; LUCARELLI, M. D. M. **Escala de Stress Infantil (ESI)**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- LOGIE, R. H.; GILHOOLY, K. J.; WYNN, V. Counting on working memory in arithmetic problem solving. **Memory & Cognition**, p.22, n.4, p. 395–410, 1994.
- LOGIE, R.H. et al. Is there a specific executive capacity for dual task coordination? Evidence from Alzheimer's disease. **Neuropsychology**, v. 18, p. 504-513, 2004.
- LOGIE, R.H. **Visuo-spatial working memory**. Hove, UK: Erlbaum,1995.
- LOTZE, M. et al. The musician's brain: functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery. **NeuroImage**, v. 20, p.1817–1829, 2003.
- LUCANGELI, D. ; TRESSOLDI, P.; DE CANDIA, C. Education and Treatment of calculation abilities of low achieving students and students with dyscalculia: whole class and individual implementations. **Advances in Learning and Behavioural Disabilities**, v. 18, p. 199- 225, 2005.
- MA, X.; XU, J. The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. **Journal of Adolescence**, p. 27, n.2, p. 165-179, 2004.
- MAZZOCCO, M. M. M.; FEIGENSON, L.; HALBERDA, J. Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). **Child Development**, v. 82, n.4, p. 1224–37, 2011.
- MAZZOCCO, M.M.M.; MCCLOSKEY, M. Math performance in girls with Turner or Fragile X syndrome. In: J. CAMPBELL, (Org.) **Handbook of Mathematical Cognition**. Hove, East Sussex, Great Britain: Psychology Press, p. 269 -297, 2005.
- MCCLOSKEY, M. Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. **Cognition**, v. 44, p. 107-157, 1992.
- MCCLOSKEY, M.; CARAMAZZA, A.; BASILI, A. Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. **Brain and Cognitive**, v. 4, p. 171-196, 1985.

- MCGRATH, R. E.; WALTERS, G. D. Taxometric analysis as a general strategy for distinguishing categorical from dimensional latent structure. **Psychological Methods**, v. 17, n.2, p. 284–293, 2012.
- MCLEAN, J. F.; HITCH, G. J. Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. **Journal of Experimental Child Psychology. Special Issue: The Development of Mathematical Cognition: Arithmetic**, v. 74, n.3, p. 240-260, 1999.
- MILLER, S. P.; MERCER, C. D. Educational aspects of mathematics disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, v.30, p. 47–56, 1997.
- MIURA, I. T. et al. Language supports for children's understanding of numerical fractions: Cross-national comparisons. **Journal of Experimental Child Psychology. Special Issue: The Development of Mathematical Cognition: Numerical Processes and Concepts**, v. 74, n.4, p. 356–365, 1999.
- MOLKO, N. et al. Functional and structural alterations of the intraparietal sulcus in a developmental dyscalculia of genetic origin. **Neuron**, v. 40, p.847-858, 2003.
- MORENO, S. et al. Musical Training Influences Linguistic Abilities in 8-Year-Old Children: More Evidence for Brain Plasticity. **Cerebral Cortex March**, v.19, p.712-723, 2009.
- MORENO, S. et al. Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. **Psychological Science**, v. 22, n.11, p. 1425– 1433, 2011.
- MUSIC EDUCATORS NATIONAL CONFERENCE (MENC), *The School Music Program: A New Vision*. Reston, VA: Music Educators National Conference, 1994.
- MUSSOLIN, C. et al. Neural correlates of symbolic number comparison in developmental dyscalculia. **J. Cogn. Neurosci.**, v. 22, p. 860–874, 2010.
- NASCIMENTO, M. Música e Medicina. In: FRANCISQUETTI, A.A. (Org.) **Arte Medicina**. Livraria médica Paulista, São Paulo, SP, Brasil, 2005.
- NEUMÄRKER, K. J. Mathematics and the brain: uncharted territory? **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 9, n. 2, 2000.
- OLIVEIRA, D. A. Musicalização na educação infantil, **ETD: Educação Temática Digital, Campinas**, v.3, n.1, p. 98-108, 2001.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Classificação de transtornos mentais e de comportamento da CID-10: descrições clínicas e diretrizes diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- OVERY, K. Dyslexia and Music. **The neurosciences and music**, v. 999, p. 497–505, 2003.

- OVERY, K. et al. Imaging melody and rhythm processing in young children. **Neuroreport Lippincott Williams & Wilkins**, v.15, p. 1723-1726, 2004.
- PANAGIOTIDI, M.; SAMARTZI, S. Time estimation: Musical training and emotional content of stimuli. **Psychology of Music**, 2012.
- PASSOLUNGI, M. C.; MAMMARELLA, I. C. Spatial and visual working memory ability in children with difficulties in arithmetic word problem-solving. **European Journal of Cognitive Psychology**, v. 22, p. 944–963, 2010.
- PENG, P. et al, Phonological storage and executive function deficits in children with mathematics difficulties. **Journal of Experimental Child Psychology**, v.112, n.4, p. 452-466, 2012.
- PENNA, M. **Reavaliações e buscas em musicalização**. São Paulo: Edições Loyola, 1990
- PERES, S.; TATIT, P. **Brincadeiras Musicais**. Ed. Melhoramentos. São Paulo, 2010.
- PERETZ, I.; ZATORRE, R. J. Brain organization for music processing. **Annu. Rev. Psychol**, v. 56, p.89–114, 2005.
- PÉREZ, M.V.; URQUIJO, S. Depresión en adolescentes: relaciones com el desempeño académico. **Psicol Esc Educ**, v.5, p.49-58, 2001.
- PETZOLD, R. G. Auditory perception by children. **Journal of research in Music Education**, v. 17, p. 82-87, 1969.
- PLANTINGA, J.; TRAINOR, L.J. Melody recognition by two-month-old infants. **J Acoust Soc**, v. 125, p.58-62, 2009.
- POETA, L. S.; ROSA NETO, F. Estudo epidemiológico dos sintomas do transtorno do déficit de atenção/hiperatividade e transtornos de comportamento em escolares da rede pública de Florianópolis usando a EDAH. *Revista Brasileira de Psiquiatria*. V. 26, n.3, p.150-155, 2004.
- PONTE, J. P. O ensino da Matemática em Portugal: Uma prioridade Educativa? Conferência realizada no Seminário sobre “O ensino da Matemática: Situação e Perspectivas”, promovido pelo Conselho Nacional de Educação. Lisboa, 2002.
- PRICE, G. R. et al. Impaired parietal magnitude processing in Developmental Dyscalculia. **Curr. Biol**, v.17, p.1042–1043, 2007.
- RASMUSSEN, C.; BISANZ, J. Representation and working memory in early arithmetic. **Journal of Experimental Child Psychology**, v.91, p.137–157, 2005.
- RASMUSSEN, C.; BISANZ, J. Representation and working memory in early arithmetic. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 91, p. 137–157, 2005.

- RAUSCHER F. H.; ZUPAN, M. A. Classroom Keyboard Instruction Improves Kindergarten Children's Spatial-Temporal Performance: A Field Experiment. **Early Childhood Research Quarterly**, v.15, n. 2, p. 215–228, 2000.
- RAUSCHER, F. H. et al. Music and Spatial Task Performance: A Causal Relationship . Los Angeles, CA: Presented at the American Psychological Association 102nd Annual Convention, 1994.
- RAUSCHER, F. H. et al. Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning abilities. **Neurological Research**, v. 19, p. 2–8, 1997.
- RAUSCHER, F. H.; SHAW, G. L. Key components of the Mozart effect. **Perceptual and Motor Skills**, v. 86, p. 835–841, 1998.
- RAUSCHER, F.H. A Cognitive Basis for the Facilitation of Spatial-Temporal Cognition Through Music Instruction. **Ithaca Conference '96: Music as Inteligence: A Sourcebook**. p. 31-44, 1997.
- RAUSCHER, F.H. et al. Lasting improvement of at-risk children's cognitive abilities following music instruction. Manuscript submitted for publication, 2004.
- RAUSCHER, F.H.; LEMIEUX, M. Enhancing abstract reasoning in Head Start children. Manuscript in preparation, 2003.
- REPOVŠ, G.; BADDELEY, A. the multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology **Neuroscience**, v. 139, p.5–21, 2006.
- REPP, B. H. Rate limits of on-beat and off-beat tapping with simple auditory rhythms: Qualitative observations. **Music Perception**, v. 22, n.3, 479–496, 2005.
- REPP, B. H.; DOGGETT, R. Tapping to a very slow beat: A comparison of musicians and non-musicians. **Music Perception**, v. 24, n.4, p. 367–376, 2007.
- RIBEIRO, F.S; SANTOS,F.H. Treino musical e capacidade da memória operacional em crianças iniciantes, veteranas e sem conhecimentos musicais. **Psicol. Reflex. Crit.**, v. 25, n. 3, 2012.
- RICE, M. E.; HARRIS, G. T. Comparing Effect Sizes in follow-up Studies: Roc Area. **Cohen's d, and r. Law and human behavior**, v.29, n.5, p. 61-620, 2005.
- RIVERA-BATIZ, F.L. Quantitative literacy and the likelihood of employment among young adults in the United States. **The Journal of Human Resources. JSTOR**, 1992.
- ROSSELLE, L.; NÖEL, M. P. Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: a comparison of symbolic vs. non-symbolic number magnitude processing. **Cognition**, v.102, p.361-395, 2007.

- ROTZER, S. et al. Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. **Neuropsychologia**, v. 47, n.13, p. 2859-2865, 2009.
- ROURKE, B. P.; CONWAY, J. A. Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: Perspectives from neurology and neuropsychology. **Journal of Learning Disabilities**, v. 30, p. 34-46, 1997.
- RUBINSTEIN, O.; HENIK, A. Automatic activation of internal magnitudes: A study of developmental dyscalculia. **Neuropsychology**, v.19, p. 641-648, 2005.
- RUBINSTEN, O.; HENIK, A. Developmental Dyscalculia: Heterogeneity May Not Mean Different Mechanisms. **Trends Cogn Sci**, v.13, p. 92-99, 2009.
- RUBINSTEN, O.; TANNOCK, R. Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. **Behavioral and Brain Functions**, v.6:46, 2010.
- SAARIKALLIO, S.; NIEMINEN,S.; BRATTICO, E. Affective reactions to musical stimuli reflect emotional use of music in everyday life. **Musicae Scientiae**, v. 17, n. 1, p. 27-39, 2013.
- SAMSON, S.; EHRLE, N.; BAULAC, M. Cerebral substrates for musical temporal processes. **Ann. N. Y. Acad. Sci**, v. 930, p.166- 178, 2001.
- SANTOS, F. H. et al. Number processing and calculation in Brazilian children aged 7-12 years. **Spanish Journal of Psychology**, v. 15, n. 2, p. 513-525, 2012.
- SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. Validation of the Brazilian Children's Test of Pseudoword Repetition in Portuguese speakers aged 4 to 10 years. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 36, n.11, p. 1533-1547, 2003.
- SANTOS, F.H. SILVA, P.A. RIBEIRO, F.S.; KIKUCHI,R.S. Recomendações para professores sobre o transtorno da matemática. **Revista sinpro-rio**, n. 05, p.19-33, 2010.
- SANTOS, FH. Memória operacional de crianças normais e com lesões congênitas: Desenvolvimento cognitivo e reorganização cerebral. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina. São Paulo, 2002.
- SCHACHNER, A. et al. Spontaneous entrainment to Auditory rhythms in vocal-learning bird species. Presented at The Neurosciences and Music III, Montreal, Canada, 2008.
- SHELLENBER, E. G.; MANKARIOUS, M. Music training and emotion comprehension in childhood. **Emotion**, v.12, p. 887-891, 2012.
- SHELLENBERG, E. G. Does exposure to music have beneficial side effects? In: PERETZ, I.; ZATORRE, R. J. (Org.) **The cognitive neuroscience of music**. Oxford: Oxford University Press, p.430-448, 2003.

- SCHELLENBERG, E. G. Examining the association between music lessons and intelligence. *Br.J.Psychol.* v. 102, p. 283–302, 2011a.
- SCHELLENBERG, E. G. Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, v. 98, p. 457–468, 2006.
- SCHELLENBERG, E. G. Music and cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, v. 14, p. 322–325, 2005.
- SCHELLENBERG, E. G. Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, v. 15, p. 511–514, 2004.
- SCHELLENBERG, E. G. Music lessons, emotional intelligence, and IQ. *MusicPercept*, v. 29, p. 185-194, 2011b.
- SCHELLENBERG, E. G.; PERETZ, I. Music, language, and cognition: Unresolved issues. *Trends in Cognitive Sciences*, v.12, n. 45-46, 2008.
- SCHMITHORST, V.J.; HOLLAND, S.K. The effect of musical training on the neural correlates of math processing: a functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, v. 354, n.3. p. 193-196, 2004.
- SCHUCHARDT, K.; KUNZE, J.; GRUBE, D.; HASSELHORN, M. Arbeitsgedächtnisdefizite bei Kindern mit schwachen Rechen- und Schriftsprachleistungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, v. 20, p. 261-268, 2006.
- SCHULZE, K.; MUELLER, K.; KOELSCH, S. Auditory stroop and absolute pitch: An fMRI study. *Hum. Brain Mapp*, v. 34, n.7, p.1579-90, 2012.
- SERAFINE, M.L. A measure of meter conservation in music based on Piaget's theory. Tese de doutorado - Universidade da Florida, Talahassee, 1975.
- SHALEV, R. S. et al. (2000). Developmental dyscalculia: Prevalence and prognosis. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9 (Suppl. 2), 58–64.
- SHALEV, R. S. et al. Persistence of developmental dyscalculia: What counts? Results from a three year prospective follow-up study. *Journal of Pediatrics*, v. 133, p. 358–362, 1998.
- SHALEV, R. S. Prevalence of developmental dyscalculia. In: BERCH, D.B.; MAZZOCCO, M.M.M. (Org.) **Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities**. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing Co. p. 49–60, 2004.
- SHALEV, R. S.; GROSS-TSUR, V. Developmental dyscalculia. *Pediatr Neurol*, v. 24, n.5, p. 337-342, 2001.

- SHALEV, R. S.; MANOR, O.; GROSS-TSUR, V. Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 47, p. 121-125, 2005.
- SHALEV, R.S. Developmental dyscalculia. *J Child Neurol*, v.19, p. 765-771, 2004.
- SHALEV, R.S. et al. Persistence of developmental dyscalculia; What counts? Results from a three year prospective follow-up study. *J Pediatr*, v.133, p. 358-362, 1998.
- SIEGEL, L. S.; RYAN, E. B. Subtypes of developmental dyslexia: The influence of definitional variables. **Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal**, v. 1, p. 257-287, 1989.
- SILVA, L. M. G. A expressão musical para crianças de pré-escola. **Série Idéias**, n. 10. São Paulo: FDE, p.88-96, 1992.
- SILVA, P.A. **Habilidades matemáticas e memória operacional em crianças de 7 a 12 anos infectadas pelo HIV por transmissão vertical, em estado assintomático**. Assis, 2011. Dissertação de mestrado – UNESP.
- SILVA, P.A.; SANTOS, F.H. Discalculia do Desenvolvimento: Avaliação da representação numérica pela ZAREKI-R. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 2, p. 169-177, 2011.
- SINGER, D.; GOLINKOFF, R. M.; HIRSH-PASEK, K. **Play=Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional**, New York, NY: Oxford University Press. 2006.
- SNYDER, M. C.; BAMBARA, L. M. Teaching secondary students with learning disabilities to self-manage classroom survival skills. *Journal of Learning Disabilities*, v.30, n.5, p. 534, 1997.
- SOLTÉSZ, F., SZŰCS, D., DÉKÁNY, J., MÁRKUS, A., & CSÉPE, V. A combined event related potential and neuropsychological investigation of developmental dyscalculia. **Neuroscience Letters**, v. 417, n.2, p.181-6, 2007.
- SPELKE, E.S. Effects of music instruction on developing cognitive systems at the foundations of mathematics and science. **Learning Arts and the Brain: The Dana Consortium Reports on Arts and Cognition**. NY/Washington D.C. Dana Press, 2008.
- SPYCHIGER, M. et al. Does more music teaching lead to a better social climate. In: OLECHOWSKI, R.; SVIK, G. (Org.) **Experimental research in teaching and learning**. Frankfurt am Main: P. Lang, 1993.
- STATSOFT, INC. *STATISTICA* for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, 1999.
- STEIN, L. M. TDE - Teste de desempenho escolar. São Paulo: Casa do psicólogo, 1994.

- SWAN, D.; GOSWAMI, U. Picture naming deficits in developmental dyslexia: The phonological representations hypothesis. **Brain and Language**, v.56, p. 334-353, 1997.
- TALLAL, P.; GAAB, N. Dynamic auditory processing, music experience, and language development. **Trends in Neurosciences**, v. 29, p. 382-389, 2006.
- TANNOCK, R. Rethinking ADHD and LD in *DSM-5*: Proposed Changes in Diagnostic Criteria. **Journal of Learning Disabilities**, v. 46, n.1, p. 5 - 25, 2013.
- TEMPLE, C. M. The cognitive neuropsychology of the developmental dyscalculia. **Current Psychology cognition**, v.13, p.351-370, 1994.
- THAUT, M. H.; KENYON, G. P. Rapid Motor Adaptations to Subliminal Frequency Shifts during Syncopated Rhythmic Sensorimotor Synchronization. **Human Movement Science**, v.22, n.3, p.321-38, 2003.
- THOMPSON, W. F.; SCHELLENBERG, E. G.; HUSAIN, G. Decoding speech prosody: Do music lessons help? **Emotion**, v. 4, p. 46-64, 2004.
- TILLMANN, B. Music Cognition: Learning, Perception, Expectations, Lecture Notes in Computer Science, v. 4969, p. 11-33, 2008.
- TILLMANN, B.; BHARUCHA, J. J.; BIGAND, E. Implicit learning of regularities in Western tonal music by selforganization. In: **Proceedings of the Sixth Neural Computation and Psychology Workshop: Evolution, Learning, and Development**, Springer Verlag, London, p. 175-184, 2001.
- TOLL, S.W.M. et al. Executive Functions as Predictors of Math Learning Disabilities. **J Learn Disabil**, v. 44, n. 6, p.521-532, 2011.
- TOMAZ, C.A. In: Graeff, F.G. et al. **Neurobiologia das doenças mentais**. São Paulo: Lemos; 1993.
- TRAINOR, L. J. Infant preferences for infant-directed versus noninfant-directed playsongs and lullabies. **Infant Behav Dev**, v.19,p. 83-92, 1996.
- TRAINOR, L. J.; CORRIGALL, K. A. Musical enculturation in preschool children: Acquisition of key and harmonic knowledge. **Music Perception**, v. 28, p.195-200, 2010.
- TRBOVICH, P.L.; LEFEVRE, J. A. Phonological and visual working memory in mental addition. **Mem Cognit**, v.31, n.5, p.738-45, 2003.
- TREHUB, S.E.; TRAINOR, L.J. Singing to infants: lullabies and play songs. **Advances in Infancy Research**, v.12, p.43-77, 1998.

- VON ASTER, M. G.; SCHWEITER, M. ; ZULAUF, W. M. Rechenstörungen bei Kindern. Vorläufer, Prävalenz und psychische Symptome. [Developmental dyscalculia: Precursors, prevalence and co morbidity.] **Z Entwickl Pädagogis**, v. 39, p. 85-96, 2007.
- VON ASTER, M.; DELLATOLAS, G. ZAREKI-R - Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant. Paris: ECPA, 2006.
- VON ASTER, M.; SHALEV, R. S. Number development and developmental dyscalculia. **Developmental Medicine & Child Neurology**, 49, 868–873, 2007.
- WADLINGTON, E.; WADLINGTON, P. Helping students with mathematical difficulties to succeed. **Preventing School Failures**, v. 53, n.1, p. 2-7, 2008.
- WAN, C.Y.; SCHAULG,G. Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. **The Neuroscientist**, v.16, n.5, p. 566-577, 2010.
- WERNER, L.; VANDENBOS, G. Developmental psychoacoustics: what infants and children hear. *Hospital and Community Psychiatry*, v. 44, p. 624-626, 1993.
- WERNER, L.A.; MAREAN, G.C. Human Auditory Development. Madison, WI: Brown, Benchmark, 1996.
- WESTWOOD, P. What teachers need to know about numeracy. ACER press. Camberwell, Victoria, 2008.
- WHITWELL, D. Music learning through performance. Texas: Texas Music Educators Association, 1977.
- WILLIAMSON. V.J.; BADDELEY. A. D.; HITCH. G. J. Music in working memory? Examining the effect of pitch proximity on the recall performance of nonmusicians. 9th International Conference on music Perception and Cognition. Alma mater Studiorum University of Bologna. August 22-26, 2006.
- WILSON, A. J.; DEHAENE, S. Number Sense and Developmental Dyscalculia. In: Donna, C. et al. (Org) **Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Atypical Development**. Guilford press, 2007.
- WILSON, J.T.L.; SCOTT, J.H.; POWER, K.G. Developmental differences in the span of visual memory for pattern. **British journal of developmental psychology**, v.5, p.249-255, 1987.
- WOODWARD, S. et al. Discoveries in the fetal and neonatal worlds of music. **International Society for Music Education Yearbook**, p. 58-66, 1992.
- WRIGHT, R. J. et al. **Teaching Number. Advancing Children's Skills and Strategies**, 2nd Ed. London: Paul Chapman Publishing Ltd. 2002.

- XAVIER, G.F. Memória: correlatos anátomo-funcionais. In: Nitrini, R.; Caramelli, P.; Mansur L.L., (Org.). **Neuropsicologia - das bases anatômicas à reabilitação**. São Paulo: Clínica Neurológica do Hospital das Clínicas FMUSP, p.107-291996.
- YOUNG, C.B.; WU, S.S.; MENON, V. The Neurodevelopmental Basis of Math Anxiety. **Psychological Science**, v. 23, n. 5, p. 492-501, 2012.
- YUSHA'U, M. A. Diagnosing and Remediating Mathematics Learning Difficulties of Senior Secondary Schools in Sokoto State: Unpublished M.Ed Dissertation, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, 2004.
- YUSHA'U. Investigating and Remediating Gender Difference in Mathematics Performance among Dyslexic and Dyscalculic Learners in Sokoto. *Journal of Education and Practice*, v.4, n.8, 2013.
- ZATORRE. R. Neural specializations for tonal processing. In: ZATORRE, R.J.; PERETZ, I. (Org.) **The Biological Foundations of Music**. New York: NY Academy Science. p. 193–210, 2001.
- ZULAUF, M. Three year experiment in extended music teaching in Switzerland: The different effects observed in a group of French speaking pupils'. **Bulletin of the Council for Research in Music Education**, v.119, p. 111-21, 1993.

Anexos

Anexo 1- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para pais e responsáveis.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Capítulo IV, itens 1 a 3 da Resolução 196/96 – Conselho Nacional de Saúde)

Título do Projeto: **“O efeito do treino musical sob a capacidade da memória operacional e das habilidades matemáticas de crianças com Discalculia do Desenvolvimento”.**

O menor sob sua responsabilidade foi convidado a participar de uma pesquisa cujo objetivo é estudar a influência da experiência do treino musical na aquisição de habilidades matemáticas e de memória operacional (que é a retenção de poucas informações por curtos períodos de tempo, necessária para a aprendizagem escolar). Participarão do estudo 60 crianças de 8 anos de idade, matriculadas no 2º ano do ensino fundamental em escolas do município de Assis, divididas em dois grupos: grupo **experimental** constituído por 30 crianças com Discalculia do Desenvolvimento (alocadas nas salas de apoio e com pontuação inferior no TDE- Teste de Desempenho Escolar; Stein, 1994) e grupo **controle**, outras 30 crianças pareadas quanto ao gênero e idade que não apresentem reprovadas de ano escolar, transtornos de aprendizagem ou queixas de dificuldade de aprendizagem. O treino musical será ministrado por um professor de música uma vez por semana, durante o período de 6 meses, na própria escola e com a autorização da diretora, as aulas serão gratuitas e constituídas por duas técnicas, de percussão e auditivo-musical, que possuem por finalidade ensinar a música de maneira lúdica, fazendo com que a criança se torne um ouvinte sensível de música.

Cada criança realizará três avaliações cognitivas individuais, uma antes, depois de 3 meses e outra no término dos 6 meses do treino musical. Estas avaliações possuem caráter preventivo. Os riscos são mínimos já que os procedimentos não sujeitarão as crianças a riscos maiores do que os encontrados nas suas atividades cotidianas. O tempo médio para cada avaliação será de 120 minutos com intervalos quando necessário, e conforme o ritmo individual dos participantes. Serão utilizados testes psicológicos que avaliam a memória, o cálculo e a inteligência, a criança receberá inicialmente todas as explicações sobre cada uma das provas que ela irá realizar. Os materiais utilizados, objetos, palavras e figuras pertencem ao universo infantil, e não oferecem danos às dimensões moral, cultural, espiritual ou social das mesmas. No mais, o Sr.(a) será solicitado(a) a prestar informações sobre o desenvolvimento e qualidade de vida da criança, bem como preencher um questionário sobre contexto socioeconômico de sua família. Esta entrevista é breve e não será necessário mais do que vinte minutos para realizá-la.

A participação do menor sob sua responsabilidade _____ (nome da criança) neste estudo é voluntária e sigilosa. A decisão de não participar não acarretará nenhum problema. As informações obtidas neste estudo serão usadas exclusivamente para fins de pesquisa. Essas informações serão confidenciais, sendo tomadas todas as precauções para preservá-las, não sendo divulgada, em hipótese alguma, a identificação da criança. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Se o seu (sua) filho (a) ou seus familiares tiverem qualquer dúvida sobre os procedimentos, riscos, benefícios ou outros assuntos relacionados ao estudo, poderão solicitar esclarecimentos adicionais, em qualquer momento da pesquisa. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNESP/Assis. Avenida Dom Antônio 2100, Assis. Tel. 018-3302.5740, E-mail: cep@assis.unesp.br. Responsável pela pesquisa Profa. Dra. Flávia Heloísa dos Santos, Tel. 018-3302.5902. UNESP.

Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo: **“O efeito do treino musical sob a capacidade da memória operacional e das habilidades matemáticas de crianças com Discalculia do Desenvolvimento”.** Conversei Fabiana Silva Ribeiro sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus eventuais desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do representante legal _____ Data: _____

Eu, Fabiana Silva Ribeiro, aluna de pós-graduação em psicologia, RG: 41.855.164-9, confirmo ter explicado a natureza, os objetivos e os possíveis efeitos indesejáveis desse estudo ao voluntário e ao representante legal, acima referido, declaro ainda que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura _____ Data: _____

Anexo 2- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para professores.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Capítulo IV, itens 1 a 3 da Resolução 196/96 – Conselho Nacional de Saúde)

Título do Projeto: **“O efeito do treino musical sob a capacidade da memória operacional e das habilidades matemáticas de crianças com Discalculia do Desenvolvimento”.**

Prezado (a) professor (a), o Sr.(a) foi convidado a participar de uma pesquisa cujo objetivo é estudar a influência da experiência do treino musical na aquisição de habilidades matemáticas e de memória operacional (que é a retenção de poucas informações por curtos períodos de tempo, necessária para a aprendizagem escolar). Participarão do estudo 60 crianças de 8 anos de idade, matriculadas no 2º ano do ensino fundamental em escolas do município de Assis, divididas em dois grupos: grupo **experimental** constituído por 30 crianças com Discalculia do Desenvolvimento (alocadas nas salas de apoio e com pontuação inferior no TDE- Teste de Desempenho Escolar; Stein, 1994) e grupo **controle**, outras 30 crianças pareadas quanto ao gênero e idade que não apresentem reprovadas de ano escolar, transtornos de aprendizagem ou queixas de dificuldade de aprendizagem. O treino musical será ministrado por um instrutor de música uma vez por semana, durante o período de 6 meses, na própria escola e com a autorização da diretora, as aulas serão gratuitas e constituídas por duas técnicas, de percussão e auditivo-musical, que possuem por finalidade ensinar a música de maneira lúdica, fazendo com que a criança se torne um ouvinte sensível de música.

O(a) Sr(a), como professor destas crianças, está sendo convidado (a) a responder a “Escala para Avaliação do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade” (EDAH, Poeta & Rosa Neto, 2004,) bem como a relatar o comportamento e o desempenho escolar dos alunos. No mais, o Sr.(a) será solicitado(a) a prestar informações sobre as notas escolares das crianças para as quais leciona para que possam ser comparados os resultados pré e pós-treino musical. Esta entrevista é breve e serão necessários cerca de quinze minutos para realizá-la. Os riscos são mínimos já que os procedimentos não sujeitarão a riscos maiores do que os encontrados nas suas atividades cotidianas.

Sua participação neste estudo é voluntária e sigilosa. A decisão de não participar não acarretará nenhum problema. As informações obtidas neste estudo serão usadas exclusivamente para fins de pesquisa. Essas informações serão confidenciais, sendo tomadas todas as precauções para preservá-las, não sendo divulgada, em hipótese alguma, a sua identificação. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Se houver qualquer dúvida sobre os procedimentos, riscos, benefícios ou outros assuntos relacionados ao estudo, poderão solicitar esclarecimentos adicionais, em qualquer momento da pesquisa. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UNESP/Assis. Avenida Dom Antônio 2100, Assis. Tel. 018-3302.5740, E-mail: cep@assis.unesp.br. Responsável pela pesquisa Profª. Dra. Flávia Heloísa Dos Santos, Tel. 018-3302.5902. UNESP.

Fui suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo: **“O efeito do treino musical sob a capacidade da memória operacional e das habilidades matemáticas de crianças com Discalculia do Desenvolvimento”.** Conversei Fabiana Silva Ribeiro sobre a minha decisão em participar neste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus eventuais desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do representante legal _____ Data: _____

Eu, Fabiana Silva Ribeiro, aluna de pós-graduação em psicologia, RG: 41.855.164-9, confirmo ter explicado a natureza, os objetivos e os possíveis efeitos indesejáveis desse estudo ao voluntário, acima referido, declaro ainda que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura _____ Data: _____

Anexo 3- Comitê de Ética

	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA Faculdade de Ciências e Letras de Assis COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	
---	---	---

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – 21/06/2013
CEP/FCL – UNESP/CÂMPUS DE ASSIS

Processo nº 1367/2011
Registro CEP nº 044/2011
Título da Pesquisa: “O efeito do Treino Musical sob a capacidade da Memória Operacional e das habilidades matemáticas de crianças com Discalculia do Desenvolvimento”
Pesquisador Responsável: FLAVIA HELOISA DOS SANTOS
Acadêmico: FABIANA SILVA RIBEIRO

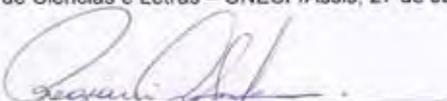
Comunicamos que o **Relatório Parcial** da Pesquisa acima especificado, apresentado a este Comitê de Ética em Pesquisa, foi enquadrado na seguinte categoria:

Aprovado.
 Com pendência, recomendando-se uma revisão específica ou solicitando-se modificações ou informações relevantes, conforme parecer do relator, que deverão ser atendidas pelo pesquisador no prazo máximo de 60 dias, contados a partir desta data.
 Não aprovado.

Resumo dos pareceres dos Relatores (em casos especiais, o parecer será anexado a este formulário, assegurado o sigilo da identidade do relator).

Trata-se de trabalho de mestrado da acadêmica, sob orientação da pesquisadora responsável que pretende investigar a relação entre memória operacional e as habilidades matemáticas durante o desenvolvimento das habilidades musicais em crianças de 8 anos de idade (no 3º. ano escolar) em contraste com um grupo experimental de crianças com DD (discalculia do desenvolvimento). Foram coletados 68 TCLE; as crianças foram convocadas por meio de reunião escolar com os pais ou responsável, os qual foram entrevistados individualmente, assim como o professor da criança, e estas foram avaliadas em suas escolas em sala apropriada, quatro familiares destes e uma pessoa da comunidade; são apresentados os resultados alcançados e as pesquisadoras referem não ter havido ocorrências de desconfortos físicos, emocionais ou morais. Referem também que a devolutiva será realizada ao término da pesquisa em reunião escolar, o que será explicitado no relatório final, previsto para março/2014. Não há pedido de prorrogação de prazo para conclusão da pesquisa.

Faculdade de Ciências e Letras – UNESP/Assis, 27 de Junho de 2013.


 Regiani Aparecida Santos Zacarias
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa

Av. Dom Antônio, 2100 - ASSIS/SP - CEP. 19806-900 - Fone: (18) 3302-5607
<http://www.assis.unesp.br> – e-mail: cep@assis.unesp.br

Anexo 4 - Roteiro de entrevista com os pais ou responsáveis (anamnese)

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. IDENTIFICAÇÃO PESSOAL

Nome _____ Nascimento: _____
 Sexo: _____ Idade: _____
 Residência: _____ Tel.: _____
 Escola: _____ Série: _____ Grau: _____
 Informante: _____ Genetograma: _____

Nome	Idade	Escolaridade	Profissão
P			
M			

2. ANTECEDENTES PESSOAIS

Gestação:

() Hipertensão () Hemorragias Quando?
 Convulsões? Quando? Medicação?
 Operações? Quais e quando? Tipo de anestesia:
 Complicações? UTI?

Uso de medicamentos:

Ameaça ou tentativa de aborto:

Doenças infecciosas ou intoxicações, tombos ou acidentes?

Radiografias? Quais e quando?

Transfusão de sangue? Tratamento pré-natal?

Parto:

Durante a gestação a mãe fez uso de: () Cigarro () Bebida alcoólica () Outras substâncias

() A termo () Pré-termo

Nascimento: () 6 meses- 24 semanas () 7 meses-28 sem. () 8 meses-32 sem. () 9 meses -36 sem.

Tempo de trabalho de parto:

Parto: () natural () induzido () com anestesia () fórceps () cesariana

Chorou logo? Quanto tempo?

Nasceu cianótico? Manobras e ressuscitação?

Ficou na estufa? Quanto tempo?

Icterícia? Quando? Quanto tempo?

Peso ao nascer: () acima de 2.500g () de 1.500g a 2.500g () abaixo de 1.500g

() Vacinas. Quais.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Alimentação

Leite materno?

Boa sucção e deglutição?

Dificuldades quanto à alimentação?

3.2. Sono

Dificuldades quanto ao sono? Quais?

3.3. Desenvolvimento motor

Com quantos meses?

() manteve a cabeça () sentou sem apoio () engatinhou () andou

() controle esfíncteres () falou primeiras palavras () Alimentação Independente

Apresentou dificuldades nestas aquisições?

() Destro () Canhoto

3.4. Escolaridade

Frequenteu escola maternal? Jardim de infância ou Pré-primário?

Apresentou dificuldades de adaptação neste período? Atitudes tomadas:

Apresenta dificuldades atuais? Quais? Acompanhamento?

Mudança de escolas? (motivo)

Repetições? (motivo)

Dificuldades escolares? Quais disciplinas?

Faz os deveres espontaneamente? Tem prazer nesta atividade?

Problemas que prejudicam o rendimento (indisciplina, faltas, doenças, limitações sensoriais, etc.)

Mantém-se atento nas tarefas escolares? Em outras atividades?

Tem atividades extra-escolares regulares e como se distribuem? (aulas particulares, língua estrangeira, religião, esportes, artes etc.)

3.5. Sociabilidade

Como reage a frustrações?

Houve regressão no comportamento? (motivo aparente)

3.6. Rotina

É independente na realização atividades de vida diária? (vestir-se, lavar-se, escovar os dentes, etc.)

(Se NÃO, aprofundar).

3.7. Família

Vive com quem? Tem irmãos? Como se relacionam?

Quando ficam em casa?

3.8. Doenças

Tem ou teve alguma mal-formação ou defeito físico?

Há consangüinidade entre os pais? Fator RH?

Convulsão Febril? Crise de perda de fôlego? Crises epiléticas?

Que horários ocorrem? Toma quais medicamentos? (Dose)

Já fez eletroencefalograma? Por que e qual o resultado?

Já fez ressonância, tomografia, radiografia? Por que e qual o resultado?

Outras doenças? Outros medicamentos?

Teve internações? Quando

Já passou por avaliação psicológica? Quando e por quê?

3.9. Distúrbios sensoriais

Visão:

Já consultou oftalmologista? Usa óculos? (motivo)

Tem ou teve estrabismo?

Audição:

Tem problemas de audição? Usa aparelho? Em qual dos ouvidos?

Quando e em que circunstâncias apresentou pela primeira vez a deficiência auditiva? O começo foi brusco ou progressivo?

4. NÍVEL SÓCIO-ECONÓMICO:

Renda mensal da família:

() até R\$ 465,00 () R\$930,00 () R\$ 1.395,00 () R\$1.860,00 () R\$2.325,00 () > R\$2.790,00

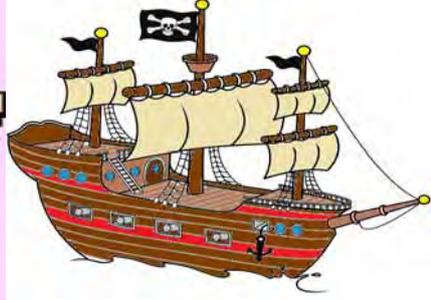
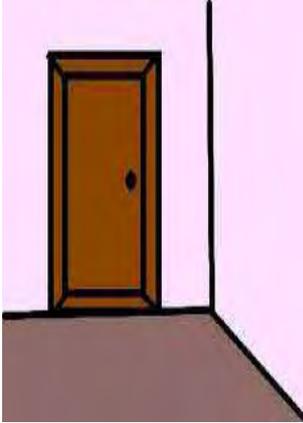
Tipo de residência: () alvenaria () madeira () própria () alugada () cedida

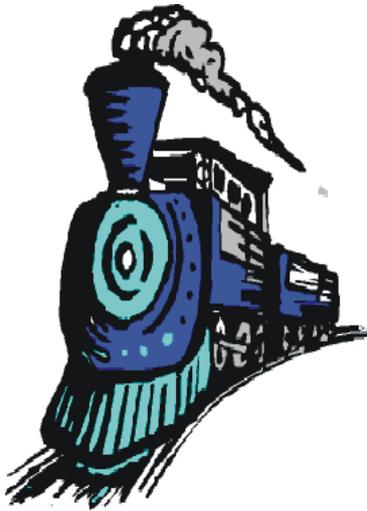
5. ANTECEDENTES FAMILIARES:

Houve ou há na família: deficientes mentais, convulsões, tiques, psicoses, alcoolistas, toxicômanos, compulsão, (grau de parentesco).

Pessoas com asma, sintomas alérgicos ou outros sintomas psicossomáticos? (grau de parentesco)

Anexo 5 - Figuras de Objetos





Anexo 6 - Animais





Anexo 7- Instrumentos Musicais



