

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP

HERICA CAMBRAIA GOMES

**Educação Matemática Inclusiva: Musicalidade,
Modificabilidade Cognitiva Estrutural e
Mediação Docente**

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

SÃO PAULO

2017

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP

HERICA CAMBRAIA GOMES

**Educação Matemática Inclusiva: Musicalidade,
Modificabilidade Cognitiva Estrutural e
Mediação Docente**

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Tese apresentada à Banca Examinadora do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, como exigência parcial para obtenção do título de Doutora em Educação Matemática, sob a orientação da Prof^ª. Dr^ª. Ana Lúcia Manrique.

SÃO PAULO

2017

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese por processos de fotocopiadora ou eletrônicos.

Assinatura: _____ São Paulo, ___ / ___ / ____.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Manrique – orientadora
PUC-SP

Prof^o. Dr^o. Saddo Ag Almouloud
PUC-SP

Prof^a. Dr^a. Barbara Lutaif Bianchini
PUC-SP

Prof^a. Dr^a. Claudia Berlim de Mello
UNIFESP

Prof^a. Dr^a. Cristina Novikoff
UFCG

DEDICATÓRIA

Ao Deus de amor, pela oportunidade de viver e reviver a cada amanhecer.

Ao Espírito Santo que me conduz e ilumina.

Aos meus intercessores Nossa Senhora Aparecida, São José e a Jesus Cristo, o meu Senhor.

Ao meu pai, José Gomes da Silva, exemplo de amor incondicional e entusiasmo pela vida.

À minha mãe, Maria Geny Cambraia Gomes, incentivadora permanente, exemplo de fé e cumplicidade.

Ao meu filho, Emmanuel Jose Cambraia Gomes de Albuquerque Maranhão, melhor e maior presente que Deus me concedeu. Minha alegria de viver. Motivo de continuar sempre.

À minha amiga Regina Palmeira, exercício de disponibilidade, amizade e parceria.

À irmã Marcela, ao cunhado Taná, sobrinhas, Maria e Mariana.

Às minhas primeiras alunas Yanne e Palloma Valle Menezes, referências de minhas convicções, e a seus pais, Cyrene e Alfredo, por terem acreditado em mim há trinta anos.

À querida tia Neuza Gomide, minha professora de piano que nunca desistiu de me ensinar.

À querida tia Vanda Chiesse, que me ensinou a ler e plantou no meu coração o amor pelo conhecimento.

À minha querida tia Nelly, minha amiga, meu exemplo de alegria e vitalidade.

Todos, meus amores eternos.

*Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES
pela oportunidade do financiamento desta pesquisa.*

*Agradeço à minha orientadora Dra. Ana Lucia Manrique,
Por ter acreditado no meu esforço de realizar o melhor, mesmo sem me conhecer.
Por ter acreditado na Música para o ensino da Matemática e, principalmente, pela paciência
e carinho com que, sempre com muita generosidade, me ensina.*

Aos professores

Cristina Maranhão, Fumikazu Saito, Benedito Silva e Carla Bromberg.

Meu respeito, admiração e gratidão.

Aos colegas de estudos

*Alexandra, Silvana, Sara, Simone, Edvonete, Sofia, Rita, Noemia, Marcelo, Clemente,
Marcílio, Marcio, Vera Lúcia, Raquel, Felipe, Albertina, Hudson, Cássio, Marcia, Erica,
Eloisa, Nicanor, Daniel, Ana Lucia, Katia,
Jorge Gualandi, Arnaldo Lopes e Gilberto Januario*

Aos meus amigos,

*Cristina Novikoff, que me ensina todos os dias a amar e aprender.
Anamaria Linhares, visionária, presença constante de corpo, alma e coração.
Kamilla, Isabella, Cidinha, Claudia e Glaucia, pela fé, compromisso e dedicação.
Lícia, Andrea Almeida, Fausta, pela força, entusiasmo, parceria e amizade incondicional.
Rhanica, colo que me ampara e mão que me encontra nas tempestades.
Luzinete, amiga de vinte anos e pouco tempo, presença constante de hoje.
Dr. Mauro Muszkat, meu referencial teórico e prático.
Claudia Berlim de Mello, pelas contribuições, disponibilidade e delicadeza.
João Ricardo Sato, por me indicar o caminho da fé antes da ciência.
Saddo Ag Almouloud, por ter me ouvido, acolhido, trancado a porta e se tornado meu amigo.
Barbara Lutaif Bianchini, pelas contribuições, conhecimentos e generosidade.
Eline, Deja, Núbia, Ingrid, Roberta, Paulo, Mariana, Belle e Val, pelo acolhimento de casa e
aquecimento do coração.
Mara, Rayla e Maria Antonieta, longe dos olhos, muito perto do pensamento.
Marli, Dirce, Janaina e Verônica, pela força, torcida e conforto quente e suave.
Aos meus coordenadores Sonia Coutinho, Flavia, Madalena e Robson, pela compreensão,
paciência e incentivo.
Meus primos Rosalí, Renato, Carlos Magno, Ladyjane, Lyege e Vanice.*

Às queridas comadres, Ighes e Viviane.

Ana Cristina Delgado, pela escuta sensível.

Andrea Xavier e Sussu, minhas estrelas iluminadas, de todos os tempos.

Aos meus afilhados Tiago, Caio Cesar, Maria e Mariana.

André, Bárbara e meus filhos do coração, Lucas e Lívia, minha Família escolhida.

Irmã Aninha, Juliana Cansado, Neuzinha, Graça, Padre Junior, Padre Vidal, Sr. Flávio e D. Iris, Maria Eugenia, Cida Quintiliano, Cecília, D. Janete e Maria Cecília, pelas orações.

Damaris, por me atender, me ouvir e apoiar, sempre com carinho.

Aos meus vizinhos e amigos, Sr. Dirceu, D. Olzete, Marilene, Vilma, Cleuza, Maria Helena,

Sonia, Solaine e Minha.

Elton, Sr. Geraldo, Sr. Batista e Deonil.

Suzanne, pela atenção, respeito e paciência com minhas dúvidas na secretaria do Programa.

Maria e cuidadores do jardim, corredores, salas e banheiros da PUC – Consolação.

A todos os amigos da guarita, da cantina e da cozinha da PUC – Consolação.

As famílias de meus alunos

Heitor e Laura, João Pedro, Cauã e Julia, Davi e Miguel, Rafael e Clarissa, Ivan, Pedro Henrique e Leslie, Heitor, Gabriela, Gabriel e Andrea, Elias e Fernanda.

Aos companheiros do (a)

CEMAE (Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado)

Oficina profissionalizante Especial Prof^ª Didi Coutinho

Colégio UBM, Lalinha, Adriana, Herica, Rosalí, Bete, Luciana, Carine, Elaine, Dalva, pela compreensão, cuidados e carinho com Emmanuel José e comigo.

Colégio Pequenos Brilhantes, Alessandra, Thalita, Luciana e todos os professores.

CEMA, Marcella e todas as professoras e funcionários.

Comunidade Católica de Santo Antônio, em Saudade, Barra Mansa

Guardiões do grupo Nossa Senhora do Amparo

LAGERES - Laboratório do Grupo de Estudos e Pesquisas em Representações Sociais na/para Formação de Professores.

LIPANEMA – Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa Aplicada: Neurociência Educacional, Música e Matemática, especialmente às parceiras Anamaria e Aurealice.

Um primeiro momento...



Acredito que a finalização deste doutorado seja um limiar de fronteiras em tantos e permanentes processos de inclusão que completam vinte anos de experiência em minha vida e profissão. Inicialmente mantive certa resistência, que penso ser uma reação natural, causada principalmente pelo desconhecimento. Porém, ao longo do caminho, paradigmas foram alterados, e nada se compara às novas lentes dos múltiplos olhares que, semelhantes ao giro de um caleidoscópio, abrem rotas inesperadas as quais, carinhosamente, denomino de “Inclusão Invertida”.

Não sei aonde irei ou quando parar, pois o exercício de olhar para o horizonte só me impulsiona, mas dois princípios já me são evidentes: o primeiro é a convicção de que o conhecimento é para todos, sem exceção ou particularidade. O conhecimento liberta, transforma os pensamentos em asas, e se não for assim, seria melhor esquecê-lo. O segundo é que ensinar e aprender são movimentos simultâneos. Pode-se dizer que são autocondicionantes. Só se ensina se ao mesmo tempo se aprende, e só se aprende se ao mesmo tempo se ensina. Ninguém tem tão pouco e ninguém detém o suficiente.

Esta é uma relação humana que me trouxe saberes fascinantes, como por exemplo, aprender com o surdo a ouvir com a pele; com o cego a ver com os sons; ler por metáforas com o deficiente intelectual; a dançar com a escuta musical do cadeirante, e presenciar um adolescente, após escrever seu nome pela primeira vez, declarar que a escola é o seu lugar.

Em contato com esses e muitos outros saberes, tenho exercitado os sentidos para escutar com os olhos, falar com o abraço, sentir com a generosidade, acolher com o sorriso, esperar com a paciência, e amar como sinônimo de cuidar, por meio do respeito delicado.

Saber que o valor do momento presente é insuperável por qualquer um do passado ou do futuro, e que pode ser o último. Saber que Deus é experiência e que não existe critério que justifique a indiferença.

Encontrei e tenho vivenciado por meio da Musicalidade estas vivências com professores, alunos, funcionários e pais que se tornaram meus amigos. Com todos eles aprendo e ensino, todos os dias, a cada dia, novos saberes e antigos saberes que de vez em quando mudam de tom, cor e tamanho.

Espero que esta pesquisa se transforme em motivo para buscar novos horizontes, que venham novas fronteiras, oportunizando a mim e a todos os colegas e leitores a crença de que a música detém poder curativo e estimulador, capaz de sensibilizar e modificar comportamentos na experiência de sentir e disseminar atitudes nobres, que dão sentido ao nosso ofício e que nos alimentam a esperança na arte de ensinar, sempre.

E que no dia de minha última oração, eu seja inspirada por Mário Quintana: "Quero, um dia, dizer às pessoas que nada foi em vão... Que o amor existe, que vale a pena se doar às amizades e às pessoas, que a vida é bela sim e que eu sempre dei o melhor de mim... e que valeu a pena".

RESUMO

GOMES, Herica C. *Educação Matemática Inclusiva: Musicalidade, Modificabilidade Cognitiva Estrutural e Mediação Docente*. 2017. 329f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo.

Com o avanço da neurociência, encontramos-nos em momento promissor na educação matemática inclusiva, com significativas repercussões na aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, sobretudo nos aspectos associativos da cognição matemática e estimulação psicomotora como indissociáveis na relação corpo-mente. A Musicalidade é apresentada como processo nato, em um constructo de elementos que envolvem Corporeidade, Ritmo e Som, como possibilidade de nova estratégia de ensino. Neste sentido, esta investigação optou por analisar as contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal por meio da identificação de percepções de professores nos dois anos iniciais do ensino fundamental, ao elaborarem, desenvolverem e analisarem experiências de ensino do Sistema de Numeração Decimal utilizando a Musicalidade. A ancoragem teórica é composta por conceitos, que se desdobram em tríades, advindos da Neurociência (*Efeito SNARC*, Rota Numérica e Senso Numérico), das Funções Executivas (Atenção Voluntária, Memória Operacional e Controle Inibitório), da Musicalidade (Corporeidade/Escuta Atenta; Movimentos/Ritmos; e Qualidades/Som) e da Mediação Docente (Intencionalidade/Reciprocidade, Significado e Transcendência). A pesquisa, de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, configura-se com desdobramentos em atividades práticas, analisadas a partir de contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal, no Currículo e na Mediação Docente. Os resultados apontaram três evoluções no ensino: 1) a Atenção Voluntária e a Memória Operacional desencadeadas pela Musicalidade por meio da Escuta Atenta projetadas na Contagem e no Cálculo Mental realizados pelos alunos, sem distinção; 2) o desenvolvimento do *Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental*, no qual a representação da escrita numérica parte da Praxia Global, obedecendo a etapas sistematizadas, coordenadas, ampliadas e ascendentes; e 3) a realização do Cálculo Mental durante as atividades de Musicalidade, que associam números e pulsos, timbres de instrumentos musicais e operações matemáticas, funcionando como processo de avaliação da aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal. A autoavaliação das professoras elegeu a prática de estudos, a autonomia e a criatividade como principais influências da Musicalidade na performance docente; as docentes apontaram, também, a perspectiva do “erro” como mecanismo impulsionador do processo de aprendizagem e o respeito aos tempos individuais como prática inclusiva da educação matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática Inclusiva. Musicalidade. Modificabilidade Cognitiva Estrutural. Mediação Docente.

ABSTRACT

GOMES, Herica C. *Inclusive Mathematics Teaching: Musicality, Structural Cognitive Modifiability and Teaching Mediation*. 2017. 329f. Thesis (Doctoral in Mathematics Education). College of Exact Sciences and Technology. Pontifical Catholic University of São Paulo. São Paulo.

With the advancement of neuroscience, we find ourselves in a promising moment for inclusive mathematics, which has significant repercussion in the learning of the Decimal Numbering System, mainly in the associative aspects of mathematical cognition and psychomotor stimulation as inseparable in the body and mind relation. Musicality is presented as an innate process, in a construct of elements that encompass Corporeity, Rhythm and Sound, as a possibility of a new teaching strategy. Therefore, this investigation chose to identify teacher's perception by elaborating, developing and analyzing teaching experiences of the Decimal Numbering System with Musicality in the first two years of Primary Education. The theoretical anchorage is composed of concepts that unfold into triads deriving from Neuroscience (SNARC effect, Numerical Route and Numerical Reasoning), Executive Functions (Voluntary Attention, Operational Memory and Inhibitory Control), Musicality (Corporeity/Watchful Hearing; Movements/Rhythms; and Qualities/Sound) and Teaching Mediation (Intentionality/Reciprocity. Meaning and Transcendence). The research, using a qualitative method, unfolds itself into practical activities, analyzed from the contributions of Musicality in the Decimal Numbering System teaching, into the curriculum and into teaching mediation. The results showed three improvements in teaching: 1) Voluntary Attention and Operational Memory brought by Musicality through watchful hearing projected in the Counting and in the Mental Calculation accomplished by the students, without distinction; 2) the development of the Corporeity and Musicality Scheme for Mental Calculation, in which the representation of the numerical writing comes from the Global Praxis, following systematized, coordinated, enlarged and ascending steps; and 3) the accomplishment of Mental Calculation during the Musicality activities that associate numbers and pulses, tones of musical instruments and mathematical operations, working as a process of evaluating Decimal Numbering System learning. The teacher's self-evaluation elected studying practice, autonomy and creativity as the main influences of Musicality in the teaching performance; the teachers pointed out, also, the perspective of "error" as a boosting mechanism for the learning process and the respect of individual times as an inclusive practice of Mathematics Teaching.

Keywords: Inclusive Mathematics Teaching, Musicality, Structural Cognitive Modifiability and Teaching Mediation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas do Cérebro Humano (Sistema Nervoso Central-SNC e Sistema Nervoso Periférico-SNP)	35
Figura 2 - Áreas do Cérebro Humano (Lobo Frontal, Lobo Temporal, Lobo Parietal e Lobo Occipital)	36
Figura 3 - Neuroeducation (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2010a, p.22).....	39
Figura 4 - Habilidades constituintes das Funções Executivas.....	45
Figura 5 - Módulos de Memória.....	51
Figura 6 - Habilidades do Processamento Matemático	62
Figura 7 - Linha Mental Numérica – Efeito SNARC (Spatial Numerical Association of Response Codes)	64
Figura 8 - Modelo Código Triplo	68
Figura 9 - Rota numérica - Modelo Código Triplo	70
Figura 10 -Representação Esquemática do Cérebro Musical (Adaptado de LEVITIN, 2010) ..	79
Figura 11 - Modelo de Experiência da Aprendizagem Mediatizada (EAM)	97
Figura 12 - Classificação de Currículo	144
Figura 13 - Quadro da atividade 1: Calendário	147
Figura 14 - Quadro atividade 1: Chamadinha	157
Figura 15 - Figura da atividade 3: Instrumento Musical Triângulo	167
Figura 16 - Figura da atividade 3: Instrumento Musical Clava	167
Figura 17 - Figura da atividade 3: Instrumento Musical Caxixi	184
Figura 18 - <i>Slide</i> Seminário: Letra da Música/Números/Horas. Atividade: A Boneca e o Relógio - 1	207
Figura 19 - <i>Slide</i> Seminário: Letra da Música/Números/Horas. Atividade: A Boneca e o Relógio -2	208
Figura 20 - <i>Slide</i> Seminário: Descrição A Boneca e o Relógio	209
Figura 21 - <i>Slides</i> do Seminário: Boneca Liz de sucata doméstica	210
Figura 22 - Paródia Música Boneca de Lata - Seminário.....	212
Figura 23 - <i>Slides</i> do Seminário: Atividade de Verificação	212
Figura 24 - Questionário Reflexivo sobre Gráfico Brinquedos Preferidos	215
Figura 25 - <i>Slide</i> Identificação dos Conteúdos de Matemática	220
Figura 26 - <i>Slide</i> Identificação Elementos da Musicalidade - 1	222
Figura 27 - <i>Slide</i> Identificação Elementos da Musicalidade - 2	223

Figura 28 - Relato Escrito Refletivo.....	233
Figura 29 - Imagem apresentação Autoavaliação - Professora 1º ano ensino fundamental ...	233
Figura 30 - <i>Slide</i> Perspectivas sobre Mediação Docente.....	235
Figura 31 - Imagem Seminário – Atividade: A Trilha do Sapo - 1	237
Figura 32 - Imagem Seminário – Atividade: A Trilha do Sapo - 2	237
Figura 33 - Letra da Música O Sapo não Lava o Pé com identificação dos pulsos	239
Figura 34 - Letra da Música O Sapo não Lava o Pé com identificação dos números dos pulsos	240
Figura 35 - Imagem Seminário - Atividade: Onda	243
Figura 36 - <i>Slide</i> do Seminário: Atividade de Fixação.....	249
Figura 37 - Imagem apresentação Autoavaliação - Professora 2º ano ensino fundamental - 1	261
Figura 38 - Imagem apresentação Autoavaliação - Professora 2º ano ensino fundamental - 2	262
Figura 39 - Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental	269
Figura 40 - Tríade: Sistema de Numeração Decimal	287
Figura 41 - Tríade: Funções Executivas	288
Figura 42 - Tríade Musicalidade (Esquema de Corporeidade na Musicalidade para o Cálculo Mental)	289
Figura 43 - Tríade: Mediação Docente.....	289
Figura 44 - Metáfora: Cata – Vento da Musicalidade – Imagem explicativa da funcionalidade da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal no 1º e 2º anos do ensino fundamental	292

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de Brinquedos Preferidos.....	214
---	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dissertações de Mestrado	24
Quadro 2 - Plano de Ação – Pesquisa.....	136
Quadro 3 - Organização das Análises de Dados	141
Quadro 4 - Brinquedos Preferidos	213
Quadro 5 - Metáfora: Cata-Vento da Musicalidade – Composição das Tríades do 1º ano do ensino fundamental.....	296
Quadro 6 - Metáfora: Cata-Vento da Musicalidade – Composição das Tríades do 2º ano do ensino fundamental.....	301

SIGLAS

APA	Associação Psiquiátrica Americana
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEMAE	Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado
CID-10	International Classification of Diseases, ICD-10, World Health Organization, Geneva, 1997
DSM – V	American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders ed. Washington DC, 2013
EAM	Experiência de Aprendizagem Mediada
EFEITO SNARC	Spatial Numerical Association of Response Codes
EGG	Eletroencefalograma
LIPANEMA	Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa Aplicada: Neurociência Educacional, Música e Matemática
NEE	Necessidades Educativas Especiais
PA	Progressão Aritmética
PG	Progressão Geométrica
PET	Tomografia por Emissão de Pósitons
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
SPECT	Tomografia por Emissão de Fóton Único
TCC	Tomografia Computadorizada
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
TEA	Transtorno do Espectro Autista
UBM	Centro Universitário de Barra Mansa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	NEUROCIÊNCIA E MATEMÁTICA	32
2.1	Neurociência Educacional	37
2.2	Funções Executivas	42
2.3	Plasticidade Cerebral	56
2.4	Modularidade	60
2.5	Modelo Explicativo Código Triplo	65
3	NEUROCIÊNCIA E MÚSICA	72
3.1	Efeitos de curta e longa duração de exposição à música	81
3.2	Música e Habilidades Cognitivas	83
4	MEDIAÇÃO DOCENTE E ESTIMULAÇÃO COGNITIVA	93
4.1	Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM)	96
4.2	CrITÉRIOS de Mediação Docente	99
5	MUSICALIDADE PARA O ENSINO DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL	103
5.1	Corporeidade	106
5.2	Ritmo	116
5.3	Som	120
5.4	Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal	123
6	METODOLOGIA	129
6.1	Sujeitos e Descrição da Pesquisa	132
6.2	Instrumentos	135
6.3	Plano de Ação	136
7	ANÁLISE DE DADOS	142
7.1	MOMENTO – 01	147
7.2	MOMENTO – 02	166
7.3	MOMENTO – 03	206
8	CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS	283
	REFERÊNCIAS	308
	ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	322
	ANEXO B – Questionário	324
	ANEXO C - Lista de Músicas - CDs	329

1 INTRODUÇÃO

O Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo iniciou suas atividades em 1975, com a problemática: As dificuldades relativas ao processo do ensino/aprendizagem da Matemática, ocasionando a criação do curso de Doutorado em 2001, hoje com três linhas de pesquisa: História, Epistemologia e Didática da Matemática; Tecnologias da informação e Educação Matemática; e Matemática na Estrutura Curricular e Formação de Professores.

A partir da problemática do Programa, esta pesquisa está vinculada à área de Ensino, subárea de Educação Matemática, adequada à linha de pesquisa Matemática na Estrutura Curricular e Formação de Professores, do grupo de pesquisa cadastrado no CNPq: “Professor de Matemática: formação, profissão, saberes e trabalho docente” que concentra os estudos e pesquisas nos processos de aprendizagem da docência e nas questões relativas à constituição da identidade e da profissionalização, dos saberes e do trabalho dos professores de Matemática. Fazem parte do Projeto “Desafios para a educação inclusiva: pensando a formação de professores sobre os processos de domínio da matemática nas séries iniciais da educação básica”, coordenado pela Prof.^a Dra. Ana Lucia Manrique, do Programa Observatório da Educação (Edital CAPES/2010).

Segundo dados do SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), a quantidade de pessoas com dificuldades em matemática, para resolução de problemas simples, é bem significativa. Em outro sistema de avaliação conhecido como *Program for International Student Assessment* (PISA), realizado em 66 países nos quesitos leitura, matemática e ciências, o Brasil, apesar de ter apresentado um crescimento entre 2000 e 2012, ainda ocupa a 58^o posição, e especificamente nos quesitos de matemática, o país aparece como um dos de piores rendimentos (BRASIL, 2012).

Considerando a documentação que aborda a Educação Especial no Brasil - a Constituição Federal (BRASIL, 1988), a Declaração Mundial de Educação para Todos (BRASIL, 1990), a Declaração de Salamanca de Princípios, Política e Prática para as Necessidades Educativas Especiais (BRASIL, 1994), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais: adaptações curriculares (BRASIL, 1999), as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Especial na Educação Básica (BRASIL, 2001), o Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Alfabetização Matemática (BRASIL, 2014), Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), (BRASIL, 2015), e, mais recentemente, o documento do MEC

denominado Base Nacional Comum Curricular, 3ª versão (BRASIL, 2017) - a efetivação da Educação Especial na perspectiva inclusiva possui como princípio a educação para todos, sem exceção, garantindo o direito à matrícula do aluno com deficiência nas redes de ensino. Ou seja, a escola é definida como uma instituição social que atende a todas as crianças, configurando paradigmas educacionais que concebam a identificação e eliminação de barreiras, principalmente as de acesso aos conhecimentos.

Nesse percurso, a Educação Inclusiva deverá usufruir de instrumentos de intervenção que auxiliem, complementem e apoiem práticas que favoreçam todos os alunos a aprender, oferecendo, entre outros, suportes sensoriais diversificados com fins de estimulação.

Especificamente na área da Matemática, o currículo deve ser visto como um processo em permanente construção, no qual, por meio da aprendizagem dos conteúdos, os estudantes sejam motivados a questionar, formular, testar e validar hipóteses, buscar exemplos, criar situações e transcrevê-las na linguagem matemática, e, como consequência, construir formas de pensar que o levem a refletir e agir de maneira crítica sobre as questões de seu cotidiano e das práticas sociais, que contribuam, portanto, para sua formação integral de cidadão dialógico, criativo e sensível.

Há de se organizar, a partir desses paradigmas, a formação dos professores com ressignificação dos conhecimentos matemáticos, visando a sua aplicação na sociedade a partir de potencialidades e reconhecendo-os tanto quanto conteúdo curricular, quanto ferramenta de habilidades neurocognitivas imprescindíveis à vida social. Essa abordagem sugere o abandono da transmissão e reprodução de informações, pois apenas estas já não sustentam o processo de ensino centrado no aluno pensante e portador de saberes diversificados, a partir dos quais deverá ser considerado contribuinte na construção de conhecimentos de forma participativa, reflexiva e crítica.

Um dos grandes desafios da educação contemporânea, portanto, continua sendo a proposição de estratégias de ensino para a promoção da educação inclusiva, em que a valorização da heterogeneidade e a organização das diferenças em prol dos interesses e motivações coletivas promovam respostas educativas que atendam às necessidades para a efetiva aprendizagem de todos os alunos, independente de suas características físicas, emocionais, culturais e sociais.

Entendendo a Inclusão como movimento já legalizado, não mais opcional, e sendo a Educação Especial modalidade que permeia todas as etapas da Educação Básica e Ensino Superior, o que ainda se observa é a resistência da adequação das possibilidades e especificidades dos alunos com deficiência ao sistema educacional, ainda pautado em

avaliações classificatórias. Além disso, é observável também a escassez de formação de professores adequada à perspectiva inclusiva, o que reflete, como consequência, sua oposição. Portanto, professores exercem com dificuldade a educação inclusiva da forma como atuam. Alguns, a partir da sensibilidade, buscam conhecimentos específicos e dedicam-se a novas estratégias de ensino; outros permanecem em processo de exclusão implícita facilitada pela organização do sistema educacional, ainda pautado em notas, mensuração e classificação. Dessa forma, percebe-se que uma nova estrutura na organização do sistema educacional faz-se urgente, pois embora tratassem em grande medida do processo, ainda se promovem os alunos apenas pelos resultados.

Com a oportunidade de estudar música desde os cinco anos e com ela perceber seu poder transformador e desencadeador de emoções, experimentar seus benefícios e lecionar durante vários anos a disciplina de Música para alunos da educação infantil ao ensino médio, em 1995, cursei especialização em pedagogia terapêutica, estagiei na clínica de aplicação e reabilitação da universidade, onde propus a musicalização como instrumento terapêutico da dislexia como distúrbio de aprendizagem.

Observei os primeiros avanços na aprendizagem de um aluno disléxico e, com o êxito da experiência, dei início à busca de possibilidades práticas que a musicalização pode trazer como contribuição para uma nova e original intervenção de ensino.

Minha trajetória profissional como pedagoga responsável pela formação continuada de professores da educação básica teve início em 2000, ao ingressar na rede municipal de Barra Mansa - RJ como orientadora pedagógica no CEMAE (Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado, órgão da Secretaria Municipal de Educação do município de Barra Mansa-RJ). Atuei com professores regentes e professores especialistas, pedagogos e pais/responsáveis de alunos com deficiências nas áreas de deficiência visual, auditiva, intelectual, física, múltiplas e transtornos.

Em 2006, tive o privilégio de ser mãe de um especial. Costumo dizer que Deus me preparou para depois me chamar, e meu amor pelas diferenças me fez gerar um, abrindo a maior oportunidade da minha vida: conhecer o outro lado. Com Emmanuel José, todas as experiências com a musicalização foram vivenciadas desde a gestação, e considero sua inteligência cognitiva e emocional fruto também da minha convicção de que podemos elaborar um protocolo de atuação na qual o mediador, com sua subjetividade, sensibilidade e conhecimento técnico, é capaz de ressignificar sua atuação, por se deixar plenamente entregue ao diálogo do processo de “aprendente” e “ensinante” que lhe cabe (FERNÁNDEZ, 2001; FREIRE, 2003) na construção de conhecimentos.

Posteriormente, atuei como coordenadora de Educação Infantil e Alfabetização, responsável pela formação continuada de professores na secretaria municipal de educação de Porto Real - RJ em 2009 e 2010 e, em busca de novos conhecimentos aplicados à prática, cursei o mestrado profissional, em que desenvolvi como produto o curso de formação de professores e pedagogos com 180 horas, denominado *EnCANTAR Brincando: Um novo jeito de ensinar, uma nova maneira de aprender!*

O tema abordou a musicalização como estratégia de ensino na educação ambiental. Neste período, destaco as primeiras leituras sobre processamentos cognitivos e o que denominei de “caráter plural”, referindo-se aos efeitos do processo da musicalização relatados pelos professores em suas próprias habilidades e práticas docentes, além dos efeitos na aprendizagem dos seus alunos.

Ministrei o curso em quatro municípios da região, observando, nas avaliações e relatos dos professores cursistas, que a musicalização estimulou, além de áreas emocionais e psicomotoras, também o desenvolvimento de funções cognitivas como atenção e memória, oportunizando mudanças de comportamento, nas quais concepções voltavam-se para a estimulação das potencialidades e não para o registro das dificuldades.

Em 2012, ao realizar um curso de extensão em neuropsicologia do desenvolvimento, decidi estudar as relações entre musicalidade e aprendizagem matemática, ingressando em 2013 no doutorado, em busca de fundamentos teóricos a partir da interdisciplinaridade típica da neurociência.

Esta temática teve a influência dos vários projetos experienciados na educação especial, por meio da qual observei aspectos relacionados ao pensamento matemático, especificamente o “senso numérico” (termo adotado na neurociência e neuroeducação), que corresponde às habilidades cognitivas necessárias para o processamento numérico, organização neurocognitiva do sistema de numeração e a realização de cálculos mentais (DEHAENE, 1999).

Destaco alguns deles, por considerar partes da trajetória que me levou a esta pesquisa: 1) Nomeado “O Corpo que Embala”, realizado com gestantes, do grupo de risco do Hospital da Mulher, durante o pré-natal (além do objetivo do projeto de informar e orientar sobre a futura deficiência do bebê já detectada na gestação, observei a baixa escolarização das mães, que em sua maioria apontavam a “matemática” como maior causa de evasão, desistência e repetência escolar). Creio que este fato indica práticas que podem influenciar a educação dos filhos, que futuramente serão os alunos do contexto desta pesquisa; 2) outro projeto que destaco é o de “Musicalização Infantil” com a educação precoce, com crianças de 1 a 5 anos

(com síndrome de Down, paralisia cerebral, TDAH, autismo, deficiência visual, atraso psicomotor e de oralidade), diagnosticadas com problemas na organização do esquema corporal, no pensamento matemático como seriação e classificação, no desenvolvimento da marcha, demonstrados a partir da corporeidade e elementos sonoros e rítmicos; e 3) com alunos adultos com deficiência intelectual que, apesar de analfabetos na escrita e leitura, apresentaram grande desenvolvimento na oratória, coordenação motora e em habilidades do pensamento matemático como: identificação, seriação, classificação, criatividade e cálculo mental com adição até 5 unidades, demonstrados por atividades de associação da corporeidade com elementos rítmicos e sonoros (Projeto realizado de 2013 à 2016 no CEMAE - Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado de Barra Mansa).

Neste período, enquanto pedagoga e membro da equipe multidisciplinar do CEMAE, desafios foram encontrados de forma permanente acerca do “saber” das diferentes formas de aprender; da caracterização da mediação docente na perspectiva inclusiva; e, da fundamentação de adaptações curriculares que nos movem em busca da práxis para a efetivação da escola inclusiva, para oportunizar o ensino adequado a todos os alunos.

Com a atribuição de auxiliar a equipe escolar nas adaptações curriculares de alunos com deficiência, observei o grande número de alunos classificados com insucesso na área matemática, muitos com as adaptações curriculares ausentes em vários conteúdos e de alguma forma privando o aperfeiçoamento de habilidades imprescindíveis para o desenvolvimento do pensamento matemático. Ao buscar diferentes estratégias para abordagens desses conteúdos, técnicas de aprendizagens e métodos que oportunizassem o ensino da matemática de forma acessível, observei que o sistema educacional vigente (ainda) centra-se sobremaneira no ensino tradicional de conteúdos e (ainda) ignora, enquanto objetivos, os processos neurocognitivos da matemática, muitas vezes considerando apenas os resultados apresentados pelos alunos e desconsiderando os processos vivenciados, o que na perspectiva inclusiva é um relevante diferencial, talvez o principal.

Ainda em 2013, ao ingressar no projeto “Desafios para a educação inclusiva: pensando a formação de professores sobre os processos de domínio da matemática nas séries iniciais da educação básica”, coordenado pela Professora Doutora Ana Lucia Manrique, do Programa Observatório da Educação (PUC-SP; Edital CAPES/2010), impulsionou-me a investigação, enquanto doutoranda da educação matemática, sobre as relações neurocognitivas da musicalização e do pensamento matemático, de seus efeitos na mediação docente e suas repercussões na aprendizagem.

Atualmente, como pesquisadora responsável, desde a criação, em julho de 2014, do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa Aplicada: Neurociência Educacional, Música e Matemática (LIPANEMA), em parceria com o Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado (CEMAE) e o Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), atuando com formação continuada de professores da educação básica e da educação especial, tenho organizado estudos dirigidos e vivências com a musicalidade, nos quais observo maior sensibilidade afetiva emocional dos professores no processo de inclusão com seus alunos e maior entusiasmo para leituras de teorias fundamentais na implementação da musicalidade em suas práticas de ensino da matemática de forma original, autônoma, responsável e criativa.

Acredito que o espírito investigativo implica em superar o obstáculo do conhecimento empírico, de forma progressiva e comparativa, identificando constantes diferenças que exigem habilidades típicas do pesquisador inquieto, entusiasta e perseverante; acredito que a dinâmica interdisciplinar da neurociência pode contribuir com o professor em nova perspectiva do ensino na inclusão, via estimulação.

Desta forma, foi delineado nesta pesquisa, como ponto de partida, o estudo dos processos neurocognitivos envolvidos na aprendizagem matemática, de forma relacional e integral, que buscou decifrar como se aprende o Sistema de Numeração Decimal.

Essas identificações, constituintes dessa competência, abrangem um campo científico muito mais amplo do que apenas discutir sobre números, quantidades e escrita numérica - o mesmo sobre o que aprender da matemática. Dizem respeito à função social da matemática na vida dos alunos, ao estabelecimento de relações entre elementos da realidade e linguagem matemática, aos sistemas de representação, à capacidade de operar sobre situações-problema, à organização das relações numéricas e espaciais, enfim, à adoção de mecanismos neurocognitivos, potencializadores necessários à aprendizagem e exercício de habilidades básicas que estruturam os complexos conhecimentos conectivos e crescentes da matemática.

Nesse sentido, surge a possibilidade de refletir sobre as conexões neurais e suas tipicidades para a aplicabilidade de uma nova intervenção didática por meio da perspectiva do cérebro aprendente (FERNANDEZ, 2001), partindo do questionamento: Que contribuições a Musicalidade pode trazer para o ensino do Sistema de Numeração Decimal? Definido como Musicalidade o processo de corporeidade com elementos rítmicos e sonoros típicos do desenvolvimento humano, objetivou-se, neste estudo, analisar as contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal. E como objetivos específicos, buscou-se: Compreender os processos neurocognitivos do pensamento matemático sobre a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal; Identificar percepções de professores ao

desenvolver e analisar experiências de ensino do Sistema de Numeração Decimal utilizando a Musicalidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental; Identificar contribuições da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, para o currículo de matemática, e para a prática da mediação docente na perspectiva inclusiva; e Identificar evoluções da educação matemática por meio da Musicalidade.

Inicialmente, foi realizado o levantamento bibliográfico por meio de busca em bancos de dados nas teses e dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) com as palavras-chave: Educação Matemática Inclusiva, Musicalidade, Musicalização, Modificabilidade Cognitiva Estrutural e Mediação Docente. Não foi encontrado nenhum trabalho contendo essas palavras-chave ou que se referissem a esta temática especificamente.

Para leitura e estudo, foi delimitada a combinação de pares entre as palavras: Música, Matemática, Anos Iniciais, Ensino Fundamental, Professor, Neurociência, Processo Cognitivo e Funções Executivas. Não encontradas teses de doutorados, foram selecionadas as dissertações de mestrado identificadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Dissertações de Mestrado

ANO	Mestrado/Doutorado	TÍTULO	AUTOR	IES
2008	Mestrado em Educação (Psicologia da Educação)	Música na Escola, um Estudo a partir da Psicogenética Walloniana	SUGAHARA, Leila Yuri	PUC-SP
2009	Mestrado em Educação	Matemática e Música: Práticas Pedagógicas em Oficinas Interdisciplinares	CAMPOS, Gean Pierre da Silva	UFES
2009	Mestrado em Educação	A Pesquisa no Âmbito das Relações Didáticas entre Matemática e Música: estado da Arte	PILLÃO, Delma	USP
2010	Mestrado Profissional em Educação Matemática	Música e Matemática: A harmonia dos Números revelada em uma estratégia de Modelagem	CAMARGOS, Chrisley Bruno Ribeiro	UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto)
2010	Mestrado em Música	Música e Inclusão: Necessidades Especiais ou Necessidades Profissionais Especiais?	SOUZA, Catarina Shin Lima de	UFBA
2010	Mestrado em Educação	Funções Neuropsicológicas e Desempenho Matemático: Um estudo com crianças da 2ª série	MAIA, Viviane	UFRS
2012	Mestrado em Distúrbios do Desenvolvimento	Avaliação das Funções Executivas, Linguagem Oral e Escrita em Pré-Escolares	PAZETO, Talita de Cássia Batista	Universidade Presbiteriana Mackenzi (São Paulo)

Fonte: elaboração da autora, 2017.

Sugahara (2008), na dissertação “Música na Escola, um Estudo a partir da Psicogenética Walloniana”, teve como objetivo estudar o papel da música na escola a partir da concepção que professores e coordenadores pedagógicos apresentam em relação à música no desenvolvimento integral da criança. Os sujeitos foram duas professoras da educação infantil e ensino fundamental, um professor de educação física e duas coordenadoras pedagógicas. A metodologia qualitativa teve a teoria psicogenética de Henri Wallon como norteadora da análise de dados.

O estudo contribuiu para os conhecimentos referentes às relações entre corpo, movimento e emoção na aprendizagem de música, a partir do olhar dos professores da educação infantil e anos iniciais. Além disso, a coleta e a análise dos dados, norteadas pela teoria psicogenética de Henri Wallon, foram realizadas sob três eixos: a constituição da pessoa do professor e do coordenador pedagógico, a música no desenvolvimento integral da criança e a música na escola. Os resultados indicaram que a música induz ao movimento, desenvolve o senso rítmico, a coordenação motora, a memória e promove a interação entre as pessoas, favorecendo a socialização. De mais a mais, cursos de formação continuada dos professores em música possibilitam um melhor aproveitamento do potencial da linguagem musical para o desenvolvimento do aluno em todas as dimensões: afetiva, cognitiva e motora.

A dissertação “Matemática e Música: Práticas Pedagógicas em Oficinas Interdisciplinares” (CAMPOS, 2009) investigou as relações entre música e matemática para serem usadas em fins didáticos que auxiliassem no ensino/aprendizagem das duas áreas. Ela teve o objetivo de verificar como as práticas pedagógicas produzem afetividade no aluno e podem auxiliá-lo na compreensão de alguns conceitos matemáticos e musicais. Sua metodologia qualitativa descreveu a prática de oficinas interdisciplinares desenvolvidas com professores de música e de matemática por meio de exercícios teóricos e práticos, confecção de instrumentos e leitura de materiais didáticos. Concluiu-se que as atividades podem ser desenvolvidas em sala de aula, mas requerem aprofundamento de conhecimentos específicos dos conteúdos nas duas áreas: matemática e música. As análises de dados mostraram que a proposta apresentada pode favorecer a produção de afetividade e ser uma alternativa no ensino/aprendizagem de proporções, razões, notas, intervalos e escalas musicais.

A contribuição deste estudo encontra-se nos conhecimentos específicos de matemática e música que são necessários aos professores das diferentes disciplinas, não somente ao dominarem o que irão ensinar, mas também na possibilidade de como realizar a interdisciplinaridade entre as áreas.

A dissertação “A Pesquisa no Âmbito das Relações Didáticas entre Matemática e Música: estado da Arte” (PILLÃO, 2009) foi a de maior contribuição na identificação das pesquisas realizadas entre 1990 a 2008 no banco de teses e dissertações da CAPES. Construído um diretório de estudos sobre o tema, ela buscou compreender preocupações, perspectivas e dificuldades nas pesquisas voltadas ao conhecimento de utilização da música no ensino da matemática.

Sua pesquisa de metodologia qualitativa apresentou quatro categorias de análises:

- 1) Relação entre matemática e música por meio de analogias, com os Indicadores: História da matemática/música, Relação matemática/música, analogias, interdisciplinaridade, uso do computador/ tecnologias da informação e sequências didáticas;
- 2) Música usada apenas como ferramenta auxiliar no ensino da matemática, com os Indicadores: processos cognitivos e cognição na relação didática;
- 3) A Matemática aplicada na composição musical, com os Indicadores: História da música, Relação matemática/música, composição musical, estudo de música e matemática com criação musical;
- 4) Trabalhos com cunho filosófico no âmbito da relação matemática e música, com os Indicadores: História da matemática/música, relação matemática/música e Filosofia da matemática.

A autora conclui que, na categoria 1, as pesquisas das relações música e matemática tiveram perspectiva histórica/epistemológicas relacionadas de alguma maneira ao contexto didático; na categoria 2, as pesquisas não têm como foco principal a relação matemática e música; e nas categorias 3 e 4, não têm como foco principal o ensino da matemática. A pesquisadora elencou aspectos comuns a todas as pesquisas: o uso da história da matemática, a metodologia qualitativa, a menção ao trabalho de Abdounur (2003) como o único trabalho de doutorado e referência comum a todas as pesquisas de mestrado, a tendência da dimensão cognitiva fundamentada pelas teorias de Piaget, Vygotski, Gardner, Polanyi, Merleau-Ponty, e outras. Ela ressaltou que apenas cinco trabalhos voltaram-se para explorar as relações no âmbito didático, em particular a sala de aula. Destacou a carência de pesquisas sobre matemática e música na área da educação, pautando-se nas recomendações dos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais).

Camargos (2010), na dissertação “Música e Matemática: A harmonia dos Números revelada em uma estratégia de Modelagem”, teve como objetivo apresentar analogias e similaridades entre as áreas da música e da matemática. Sua pesquisa foi realizada com alunos

do primeiro ano do ensino médio e apresentou, entre outros, conteúdos como: figuras rítmicas (proporção, adição e multiplicação), duração do tempo das figuras musicais ($1/2$; $1/3$; até $1/128$), frequências sonoras das notas musicais, PA, PG e cálculos para construção de instrumentos musicais com materiais diversos. A metodologia qualitativa apresentou uma proposta de Modelagem Matemática, tendo conteúdos de ensino da matemática apresentados e vivenciados por meio das relações matemáticas presentes na música. O resultado desse estudo voltou-se para o caráter motivacional que é atribuído à música e na observação das atividades desenvolvidas.

A dissertação “Música e Inclusão: Necessidades Especiais ou Necessidades Profissionais Especiais?” (SOUZA, 2010) procurou analisar a situação da educação musical em face às recentes mudanças na legislação em relação à inclusão de pessoas com deficiência, e buscou situar o educador musical em tal contexto. Contemplou temas como: conceito de inclusão, atitudes e desafios dos professores de música frente aos alunos com deficiência visual. Sua metodologia qualitativa contemplou estudo bibliográfico e apresentou um relato de experiência de musicalização da pesquisadora realizada com crianças deficientes visuais (baixa visão e cegos) do Instituto de Educação e Reabilitação de cegos do Rio Grande do Norte (IERC/RN) no horário contrário ao estudo regular.

Entre vários aspectos do processo de musicalização, a autora relatou que os alunos com ou sem deficiência visual e/ou baixa visão detêm o direito de aprender música, devido a seu valor educativo, e que professores de música podem adaptar estratégias didáticas para seus conteúdos que estimulem a percepção sonora, tão imprescindível à locomoção e ao desenvolvimento de todos os alunos.

A dissertação de mestrado de Maia (2010) “Funções Neuropsicológicas e Desempenho Matemático: Um estudo com crianças da 2ª série” teve o objetivo de estudar as relações entre memória de curto prazo, memória de trabalho, velocidade de processamento, processamento visuoespacial, funções executivas, atenção seletiva e alternada e desempenho matemático, uma vez que essas relações podem esclarecer as diferenças entre alunos na aprendizagem da matemática. Os sujeitos da pesquisa foram 40 crianças com idade entre 8 e 9 anos, do 2º ano do ensino fundamental. Consiste num estudo com base correlacional e comparativa. A investigação envolveu o funcionamento neuropsicológico e o desempenho cognitivo na aprendizagem matemática pois, para desenvolver habilidade de cálculo matemático, é imprescindível que o aluno tenha construído o conceito de número, e esta construção está diretamente vinculada ao desenvolvimento das funções neuropsicológicas. Os resultados apontaram para uma correlação significativa entre Desempenho Matemático e

Memória de curto prazo, Velocidade e Processamento, Função Executiva e Atenção. Porém, não se encontrou uma correlação estatística significativa entre as funções Memória de Trabalho e Processamento Visuoespacial.

O estudo contribuiu para o conhecimento dos testes que podem medir as funções neuropsicológicas: funções de desempenho matemático, por meio da Prova de Aritmética de Capovilla A., de Montiel e Capovilla F. (2007) e funções neuropsicológicas, por meio de quatro subtestes da Escala Wechsler WISC III, que são: Memória de curto prazo (Teste de Dígitos de Ordem Direta), Memória de trabalho (Dígitos de Ordem Inversa), Velocidade de Processamento (Procurar Símbolos e Códigos) e Percepção Visuoespacial (Teste de Cubos). A Função Executiva é avaliada através do Teste das Trilhas de Montiel e Capovilla (2007) e a Atenção, através do Teste de Atenção por Cancelamento de Montiel e Capovilla (2007).

A dissertação “Avaliação das Funções Executivas, Linguagem Oral e Escrita em Pré-Escolares” (PAZETO, 2012) teve como objetivo avaliar três habilidades em pré-escolares (crianças na educação infantil). São elas: funções executivas (FE) (execução de objetivos de longo-prazo, com seleção de informações, planejamento e execução de ações); linguagem oral (LO) (referente ao uso e à compreensão da fala que permite a comunicação); e leitura e escrita (LE) (que incluem diversas habilidades, desde conhecimento de letras e sons até a leitura e a escrita de itens complexos). O estudo procurou verificar se estas habilidades aumentam com a progressão escolar e se estão correlacionadas entre si. Os sujeitos foram 90 crianças, de ambos os sexos, com idades entre 4 e 6 anos.

A pesquisadora utilizou a metodologia quanti/quali, por meio de testes neuropsicológicos, e os resultados apontaram várias correlações significativas, principalmente entre testes de uma mesma habilidade, mas também entre as três habilidades.

Nos testes de linguagem oral, houve correlações significativas entre todas as medidas, ocorrendo o mesmo em relação aos testes de leitura e escrita. É interessante notar que leitura e escrita tiveram correlações mais altas com reconhecimento de sons do que com reconhecimento de letras, reforçando a importância dessa habilidade para a alfabetização.

Na relação entre funções executivas e as demais habilidades, não foram encontradas correlações altas, mas várias correlações significativas sugerem que as funções executivas estão relacionadas às linguagens oral e escrita, ainda que de forma modesta. Nas análises de correlação entre linguagem oral e escrita, observou-se que o escore em consciência fonológica teve correlação muito alta com o escore em escrita e correlação alta com escores em leitura e reconhecimentos de sons, sugerindo que um bom desempenho em leitura e escrita tem forte relação com a habilidade de reconhecer os sons das letras e com a consciência fonológica.

Portanto, a pesquisa corroborou os pressupostos teóricos de efeito de série sobre as habilidades avaliadas, assim como revelou as correlações entre as habilidades.

A pesquisa contribuiu também para a reflexão sobre a importância das funções executivas nos processos de aprendizagem e da consciência fonológica como critério para a alfabetização/letramento. Neste estudo, foram observadas as bibliografias referentes às funções executivas e os testes neuropsicológicos utilizados para medi-las. Observou-se que em nenhum dos estudos citados anteriormente ocorreu a aproximação entre música, ensino de matemática e educação inclusiva.

A organização desta tese pautou-se nas tríades: 1) Neurociência e Sistema de Numeração Decimal (processamento de aprendizagem); 2) Funções Executivas; 3) Neurociências e elementos da Musicalidade; e 4) Neurociência e critérios de Mediação Docente. Para cada uma delas elencaram-se fundamentações teóricas, integradas e relacionais, como:

- 1) Neurociência e Sistema de Numeração Decimal: a) Efeito SNARC; b) Rota Numérica; e c) Senso Numérico;
- 2) Funções Executivas: a) Memória Operacional; b) Atenção Voluntária; e c) Controle Inibitório;
- 3) Neurociências e elementos da Musicalidade: a) Corporeidade, b) Ritmo, e c) Som;
- 4) Neurociência e critérios de Mediação Docente: a) Intencionalidade e Reciprocidade; b) Significado; e c) Transcendência.

Desta forma, os três primeiros capítulos estão relacionados à pesquisa bibliográfica dos temas, o quarto capítulo descreve as teorias de fundamentação da Musicalidade e o quinto capítulo, a metodologia da pesquisa. O sexto capítulo descreve as análises de dados, e finaliza-se com as considerações finais descrevendo as evoluções das professoras em suas trajetórias apontadas no grupo de estudos e apresentadas, por elas próprias, no Seminário Final.

Assim, o primeiro capítulo desta tese buscou compreender os processos neurocognitivos do pensamento matemático para a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, por meio da perspectiva da Neurociência. O estudo teve abrangência do conjunto de habilidades responsáveis pela aprendizagem de maneira geral, denominadas de Funções Executivas (atenção, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, planejamento, generalização e outras), (LURIA, 1981; LEZAK, 1982; PANTANO, 2010; MALOY-DINIZ *et. al.* 2010) e o modelo explicativo do processamento numérico segundo o Modelo Código Triplo (DEHAENE; COHEN, 1995), contendo os termos Rota Numérica, Efeito SNARC e

Senso Numérico, responsáveis pela aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal na fase do primeiro e segundo anos do ensino fundamental, isto é, de crianças entre 5 e 8 anos.

O segundo capítulo relaciona aspectos dos efeitos da música no cérebro humano, destacando curtos e longos períodos de tempo de escuta e exposição às músicas consideradas educativas, isto é, estruturalmente organizadas. Além disso, descreveu alguns efeitos positivos da música em habilidades cognitivas típicas de processos relacionados às aprendizagens, como atenção, memória, organização espaço-temporal e relaxamento.

O terceiro capítulo fundamenta-se na Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (FONSECA, 1995; FEUERSTEIN, 1997), que elucida conceitos de mediação docente específicos, denominados de: Intencionalidade, Reciprocidade, Significado e Transcendência. O conceito de Experiência de Aprendizagem Mediada norteou a prática docente ao esclarecer a importância dos estímulos para a Modificabilidade Cognitiva Estrutural dos alunos na aprendizagem matemática.

No quarto capítulo, são descritos elementos da Musicalidade (Corporeidade, Ritmo e Som), enquanto processos natos de expressão rítmica e sonora da corporeidade pautados em Willems (1968), Le Boulch (1987), Schafer (1991), Gordon (2000) e Cross *et al.* (2006), que formatam a identidade da estratégia didática para o ensino do Sistema de Numeração Decimal. Envolveu dois pontos antagônicos: primeiro, o de identificar o que foi considerado e o que não foi considerado dos conceitos da musicalização (quando ensino formal de música); e o segundo, de ressignificação desses mesmos conceitos com o propósito de ensinar números e quantificações. Dessa forma, a Corporeidade da Musicalidade considerou elementos projetados, expressados e realizados com o corpo como ambiente de ensino, com suas peculiaridades e potencialidades fundamentados tanto na educação psicomotora, quanto nas teorias de Willems (1968; 2002), Gordon (2000; 2008) e Schafer (1991) advindas da fase inicial do ensino da música. Portanto, a Musicalidade é definida como o processo tipicamente humano, que envolve Escuta Atenta, projeção espontânea e sincronização de elementos rítmicos e qualidades sonoras.

No quinto capítulo, encontra-se a metodologia de pesquisa de caráter descritiva, com abordagem qualitativa (CRESWELL, 2010), realizada com oito professoras procedentes da educação básica do ensino regular da rede municipal de Barra Mansa-RJ como sujeitos da pesquisa, sendo considerada para a análise dos resultados a perspectiva de duas delas: uma do 1º e uma do 2º ano do ensino fundamental.

Os critérios de participação foram a disponibilidade e a prestimosidade para estar presente nos encontros realizados aos sábados, bem como a adequação ao cronograma,

durante cinco meses (agosto a dezembro de 2016). Os encontros foram organizados em três etapas de quatro horas, em dez dias.

Na primeira etapa, com fins diagnósticos, foi aplicada a *Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com NEE em Aulas de Matemática* (MOREIRA *et al.*, 2016), para a identificação do comportamento docente que ensina matemática frente ao seu desempenho inclusivo, para o reconhecimento de seus alunos com deficiência e para a percepção sobre a inclusão, especificamente nas aulas de matemática, nas práticas mediadoras/inclusivas e nos materiais específicos que utilizam no ensino da matemática.

Na segunda etapa, foram desenvolvidas, em formato de estudo, as temáticas: a) Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática, b) Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural e c) Musicalidade; ambas com o objetivo de oferecer suporte teórico e entendimento da proposta às professoras. Concomitantemente, as professoras elaboraram, realizaram com seus alunos, analisaram e descreveram para o grupo de estudos atividades de Musicalidade a partir dos conhecimentos construídos coletivamente, das suas percepções e reflexões durante as práticas de sala de aula.

A terceira etapa ocorreu em forma de Seminário. As duas professoras do 1º e 2º ano do ensino fundamental apresentaram seu percurso de pesquisa, suas práticas e apontaram a fundamentação teórica de seus estudos. Identificaram as contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal; as contribuições da Musicalidade no currículo; e as contribuições da Musicalidade na Mediação Docente, por meio da Autoavaliação.

O seminário foi enriquecido, ao final, com as considerações apontadas pelo grupo de professoras participantes dos estudos.

Para a análise de dados foi considerado o constructo de atividades integradas elaboradas e desenvolvidas pelas duas professoras, chamadas de Momento-01, Momento-02, e Momento-03, que corresponderam às primeiras elaborações (sem estudos), às elaborações medianas (após os estudos no grupo); e o Seminário final, que correspondeu às elaborações individuais que finalizaram esta trajetória de pesquisa.

Foram utilizados como instrumentos de pesquisa: questionário inicial (*Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com NEE em Aulas de Matemática* (MOREIRA *et al.* 2016), observação, e documentos registrados pelas professoras em seus portfólios individuais. As análises foram estruturadas a partir de três contribuições: 1) da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, 2) da Musicalidade para o Currículo, e 3) da Musicalidade para a Mediação Docente, e no Momento-03, a autoavaliação.

2 NEUROCIÊNCIA E MATEMÁTICA

A criança é semente de paz ou de violência no futuro, a depender da maneira como é cuidada e estimulada. Portanto, seu contexto familiar e comunitário deve ser compreendido como a grande sementeira para a construção de um mundo mais justo e fraterno, a serviço da vida e da esperança. (ZILDA ARNS NEUMAN).

A neurociência é definida como o conjunto de ciências envolvidas no estudo do sistema nervoso, especialmente do cérebro humano; conjunto que abrange três principais áreas: neurofisiologia, neuroanatomia e neuropsicologia. Por isso, tradicionalmente é vista como um ramo da biologia, e atualmente considerada uma ciência interdisciplinar que colabora com vários campos de investigação, como computação, química, engenharia, educação, antropologia, psicologia, filosofia e áreas afins.

Teóricos recentes de diversas áreas são auxiliados pelo estudo aprofundado das redes neurais com a concepção de circuitos (sistemas) e processamento de informações, que se tornam modelos de investigação, como tecnologia biomédica e/ou clínica. Áreas de estudo surgem a partir desse desmembramento: a neurociência comportamental, que acompanha os níveis de organização básica do indivíduo em seu comportamento; a neurociência cognitiva, que estuda os processamentos, a neuropsicologia com foco em comportamentos, e a neuroeducação, voltada ao estudo das capacidades mentais mais complexas, típicas do ser humano, como a aprendizagem, a linguagem falada, o cálculo, a escrita, a autoconsciência e outros, com efeitos na psicologia (comportamento) e na educação (ensino e aprendizagem).

Ainda que a neuropsicologia seja considerada uma ciência do século XX, suas origens remontam à Antiguidade (KRISTENSEN *et al.*, 2001) quando se relacionam cérebro, mente e comportamento humano. Atualmente, investiga a relação entre a cognição, o comportamento humano e a atividade do sistema nervoso em condições preservadas ou alteradas (desenvolvimento típico e atípico do ser humano, respectivamente). Embora a concepção de que o sistema nervoso relaciona-se com o comportamento e os processos mentais possa parecer óbvia, passaram-se vários séculos para que esse pensamento se tornasse sólido e aplicável à prática clínica, e hoje seja utilizado como auxílio na área educacional, principalmente nos assuntos relacionados a pessoas com deficiências e sua educação.

Foi ao longo da primeira metade do século XX, durante as críticas sobre a ideia de evolução linear e progressiva, que as diferenças da estrutura do sistema nervoso e do comportamento entre vários organismos deixaram de ser categorizadas em uma escala hierárquica entre organismos superiores e inferiores; escala que subentendia um progresso que levaria à perfeição esses organismos. Diante disso Dalgalarondo (2011, p.18) afirmou que:

“as espécies vivas não objetivam progresso algum; os indivíduos e as populações de qualquer espécie ‘buscam’ (se é que se pode aqui utilizar este verbo), antes de tudo e de alguma forma, sobreviver e reproduzir”.

Esta afirmação valida a perspectiva inclusiva de que somos seres em evolução sem a característica de mais ou menos evoluídos que tem permeado há muito tempo os estigmas acerca de pessoas com deficiência como se fossem de menor valor, atrasados, defeituosos, imutáveis. Vianna e Rodrigues (2008) relatam que até meados do século XVIII acreditava-se que o cérebro era um órgão imutável e geneticamente determinado, o que levou a uma concepção de educação tradicional e excludente, pois o cérebro que anatomicamente não aprendia o que era determinado pelos currículos não iria aprender jamais. Estes conceitos arraigados na história da educação especial foram baseados principalmente nas capacidades cognitivas (medida de inteligência) apresentadas pelos estudantes na escola tradicional.

No século XIX, foram identificadas drogas com ação no sistema nervoso central que ajudaram no desenvolvimento da anestesia geral, oportunizando grandes avanços na medicina, principalmente nas cirurgias preventivas e diagnósticas. No século XX, a ciência se desenvolveu com rapidez e, em relação ao estudo do cérebro, grandes avanços tecnológicos propiciaram exames de imagem, que também evoluíram significativamente. Os primeiros aparelhos de tomografia computadorizada do cérebro são dos anos 70 e mostravam imagens cerebrais de difícil interpretação devido a sua baixa qualidade; hoje, podem ser consideradas fidedignas e de excelente padrão.

Pesquisas realizadas na última década demonstram resultados cada vez mais estruturados a respeito da razão biológica para o comportamento humano. Técnicas de imageamento utilizadas pelos neurocientistas foram expandidas com o avanço da tecnologia, tendo consequências na explicação de origem na anatomia, fisiologia, tarefas sensoriais e motoras do cérebro. Foram utilizados o Eletroencefalograma (EEG), que analisa a atividade elétrica cerebral espontânea, captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo; a Tomografia Computadorizada (TCC), que demonstra a imagem anatômica do cérebro; a avaliação neurológica minuciosa e a testagem neuropsicológica.

Porém, o que revolucionou os estudos acerca da funcionalidade cerebral foi o exame de imagem funcional em tempo real, que tornou possível a observação do cérebro durante uma atividade intelectual ou motora e definiu em qual área a ativação é predominantemente maior. Estes exames são chamados de Ressonância Magnética Funcional (PET-SCAN). São dois exames de diagnóstico por imagem, o PET (Tomografia por Emissão de Pósitrons) e o SPECT (Tomografia por Emissão de Fóton Único), que, quando realizados em conjunto, são

extremamente eficientes para revelar a dinâmica funcional do cérebro. A partir dessas observações, o cérebro humano foi caracterizado como órgão funcional, relacional e plástico.

A proposta do cérebro como sistema modal tem início nas pesquisas de Luria (1981), que considerou as funções mentais como resultantes da ação coordenada de várias regiões corticais e subcorticais, integradas com modificações corporais. Para Luria, a funcionalidade é resultante das atividades de um sistema integral, no qual uma tarefa pode ser desempenhada por diversas combinações que levam ao resultado motor. Ou seja, nenhum processo mental é isolado, e sim organizado em grupos específicos de áreas delineadas no cérebro (LURIA, 1981).

Estudos recentes continuam alterando os conceitos a respeito da funcionalidade cerebral. Anteriormente acreditava-se que cada região cerebral possuía uma função específica; atualmente acredita-se que uma célula pode desempenhar múltiplas funções, trabalhando de forma coordenada para dar a cada área do cérebro certa especialização em determinada tarefa. Nesta visão atual, fruto do desenvolvimento intenso da ciência cognitiva e da neurociência, o cérebro é apresentado como sendo semelhante a um ecossistema determinante para a vida humana, possuindo características de um sistema interconectado. Pode ser comparado a uma orquestra sinfônica, na qual todos os instrumentos harmoniosamente cumprem seus papéis de acordo com o maestro, em harmonia e sincronização, de forma simultânea (MUSZKAT *et al.*, 2005).

As técnicas usadas pelos neurocientistas foram expandidas com o avanço do imageamento em tarefas sensoriais e motoras no cérebro. A década de 90 do século XX ficou marcada como a “década do cérebro”, devido à preocupação do governo norte-americano com a frequência e a gravidade das doenças neurológicas, o que desencadeou vários projetos de aplicação de verbas em pesquisas em neurociência. Em pouco tempo esta ideia se propagaria e envolveria órgãos internacionais em diversos países.

Assim, foi possível constatar que, desde a concepção, ainda na vida intrauterina, o cérebro, mais especificamente o córtex cerebral (camada superior onde as sinapses se localizam), é modificável (plástico) e pode ser alterado em sua anatomia e funcionalidade pela experiência cultural, principalmente nos primeiros anos de vida (MUSZKAT *et al.*, 2005).

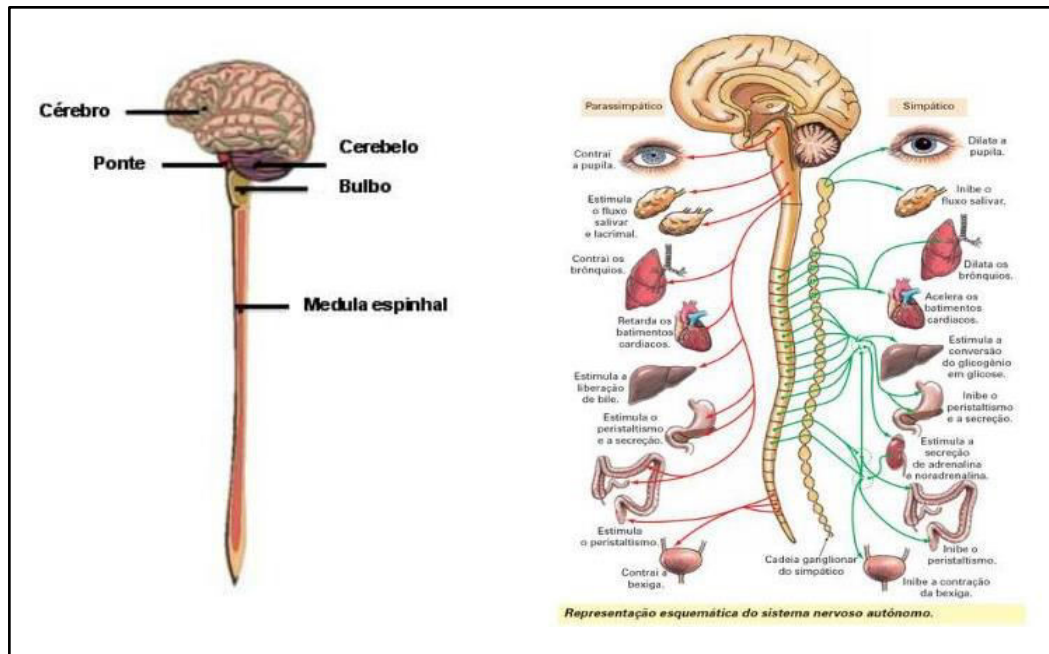
Portanto, áreas como a neuropsicologia e neuroeducação voltam-se para a compreensão do desenvolvimento neurocognitivo, principalmente na identificação de elementos que possam contribuir para sua plasticidade com vistas às aprendizagens. A contribuição se expande para a compreensão dos distúrbios e doenças que possam afetar o aprendizado dos alunos, como na dislexia, discalculia, gagueira, transtorno de atenção e

hiperatividade, deficiência intelectual, dificuldades de aprendizagem, deficiências da visão e audição, lesões cerebrais, dispraxias, doenças mentais como depressão, ansiedade e outras.

Quanto à anatomia básica do cérebro, o sistema nervoso, de maneira sintética, pode ser subdividido em duas partes funcionais, representadas na Figura 1 - O Sistema Nervoso Central (SNC), formado pelo encéfalo e medula espinhal, e o Sistema Nervoso Periférico, (SNP) que compreende as raízes e os plexos nervosos que levam as informações dos órgãos dos sentidos para os órgãos efetores (principalmente músculos voluntários) e modula a atividade involuntária dos músculos lisos, do coração e das glândulas (Sistema Nervoso Autônomo).

O encéfalo é o conjunto de estruturas que está dentro da calota craniana e é formado pelo tronco cerebral, cerebelo e cérebro. O tronco cerebral, composto pelo mesencéfalo, ponte e bulbo, controla a respiração, os estados de sono e vigília, as transições dos níveis de consciência. Contém núcleos de neurônios para o controle motor da face, da boca e garganta, e é um interposto que abriga fibras descendentes e ascendentes, que levam a informação do cérebro para a medula e da medula para o córtex cerebral.

Figura 1 - Áreas do Cérebro Humano (Sistema Nervoso Central-SNC e Sistema Nervoso Periférico-SNP)



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfCaEAI/snc>

O cerebelo é o órgão fundamental no controle da postura e dos movimentos coordenados, do equilíbrio estático (repouso) e dinâmico (movimento). O cérebro modula as funções chamadas cognitivas, responsáveis pela senso-percepção (visão, audição, gustação e

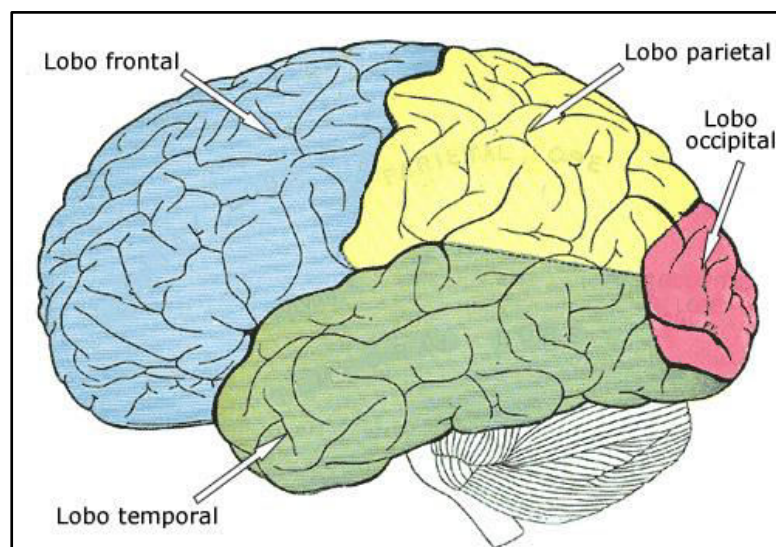
olfato), atenção, memória, pensamentos e linguagem, além da motricidade e sensibilidade térmica dolorosa e pelas emoções (MUSZKAT; RIZZUTTI, 2016).

O sistema nervoso tem como função garantir a integração das informações recebidas do meio externo para organizar com os órgãos efetores as mensagens necessárias à vida do indivíduo (respiração, digestão, motricidade, circulação sanguínea). Em geral, pode ser subdividido em três partes: uma receptora das informações sensoriais; uma que realiza respostas motoras ligadas aos órgãos músculo-tendíneos e ao sistema endócrino; e uma parte integradora (associativa) das funções responsáveis pela modulação das informações para adequar e integrar as entradas e saídas às características e necessidades do sistema (MUSZKAT; RIZZUTTI, 2016).

Sobre sua constituição, o cérebro é formado por dois hemisférios simétricos, unidos por um conjunto de fibras chamado de corpo caloso, nomeado assim devido a sua consistência rígida. É subdividido em quatro lobos principais (Figura 2):

- 1) Lobo frontal – desempenha importante papel no planejamento e execução de movimentos;
- 2) Lobo parietal – desempenha importante papel no processamento de informações relativas ao tato, dor, temperatura, movimento e esquema corporal;
- 3) Lobo temporal – relacionado ao processamento auditivo, da linguagem, do pensamento simbólico;
- 4) Lobo occipital – envolvido principalmente no processamento visual.

Figura 2 - Áreas do Cérebro Humano (Lobo Frontal, Lobo Temporal, Lobo Parietal e Lobo Occipital)



Fonte: <http://www.infoescola.com/anatomia-humana/lobos-cerebrais/>

Os sistemas (SNC e SNP) são compostos por níveis progressivos de complexidade elevada. As principais consequências desse arranjo, segundo Damásio (1996, p.53) são: o que um neurônio faz depende do conjunto de outros neurônios no qual o primeiro se insere; o que os sistemas fazem depende da forma como os conjuntos se influenciam, numa arquitetura de conjuntos interligados; o que a contribuição de cada um dos conjuntos faz para o funcionamento do sistema a que pertencem depende de sua localização nesse sistema. Desse modo, a especialização cerebral é a consequência do lugar ocupado por conjuntos de neurônios no seio de um macro sistema.

Portanto, se a ciência postulou a alteração desses sistemas a partir de elementos externos, isto é, na plasticidade cerebral, é possível afirmar que a influência de um ambiente rico em estímulos favorece a modificabilidade cerebral tanto anatomicamente, ocorrendo o aumento do peso e espessura do córtex cerebral, quanto em sua funcionalidade, já que habilidades podem ser desenvolvidas. Em contrapartida, a escola, como ambiente educacional, deve ser a fonte geradora desses estímulos para ocasionar a modificabilidade e potencialidade de habilidades neurocognitivas, favorecendo processos de aprendizagem.

Dessa forma, é possível afirmar que estratégias pedagógicas utilizadas pelo educador são estímulos que reorganizam o sistema nervoso em desenvolvimento, produzindo aquisição de comportamentos. O educador atua nas transformações neurobiológicas que produzem aprendizagens, daí a importância dos conhecimentos a respeito da funcionalidade dos mecanismos cerebrais típicos da idade de seus alunos. Seu trabalho pode se tornar mais significativo, autônomo e eficiente. Além disso, esses conhecimentos permitirão intervenções que potencialmente podem diminuir a incidência das dificuldades escolares. Quanto mais precoce for a intervenção, mais eficiente ela será.

2.1 Neurociência Educacional

A neurociência educacional, ou neuroeducação, tal como atualmente é concebida, é um campo muito recente de estudos, de natureza interdisciplinar. As publicações iniciais que tentaram construir uma ponte entre a neurociência e a educação foram realizadas por Herbert Henry Donaldson (1857-1938), neurologista e educador americano, que escreveu em 1895 o livro intitulado *“The Growth of the Brain: A Study of the Nervous System in Relation to Education”* (O Crescimento da Cérebro: Um Estudo do Sistema Nervoso em Relação à Educação), e Reuben Post Halleck (1859-1936), neurologista americano, que escreveu em 1896 um livro intitulado *“The Education of the Central Nervous System: A Study of*

Foundations, Especially of Sensory and Motor Training ” (A Educação do Sistema Nervoso Central: Um Estudo de Fundações, em Especial do Treinamento Sensorial e Motor).

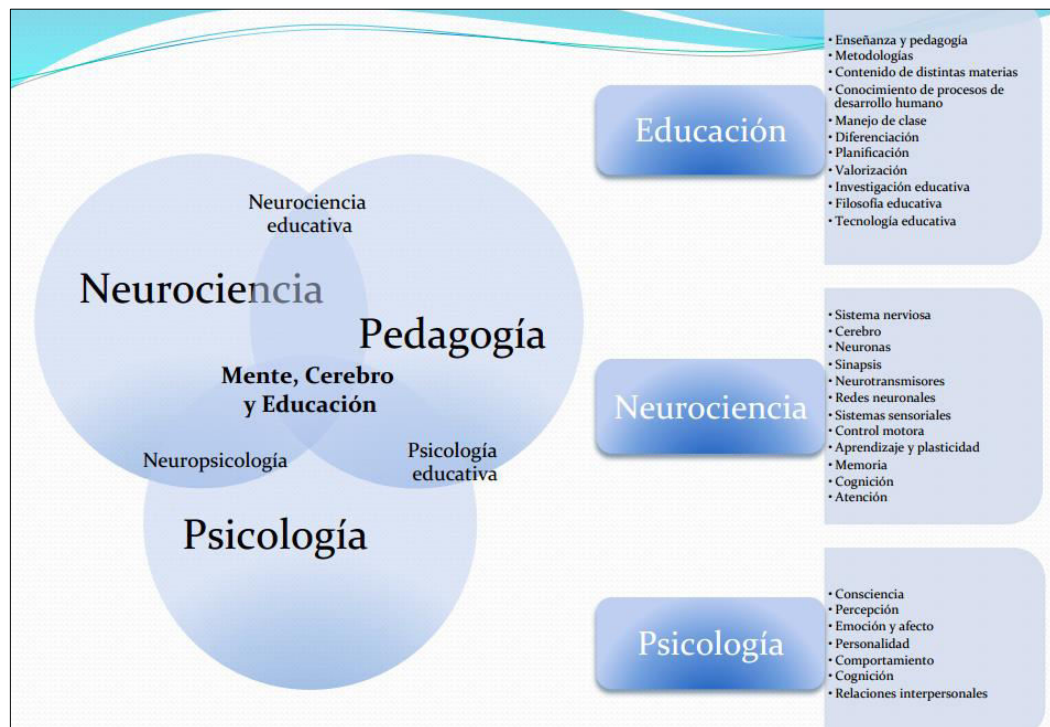
A neuroeducação combina neurociência, psicologia e educação, sendo uma de suas finalidades criar melhores métodos de ensino, ou seja, métodos que apliquem os conhecimentos sobre as estratégias de ensino para a eficiência do aprendizado. Cada vez mais, os professores querem, precisam e devem saber sobre como os seus alunos aprendem (ou não conseguem aprender), atributo elementar da educação inclusiva.

Ortega e Zorzanelli (2010) afirmam que essa nova área parte do princípio de que a aprendizagem pode ser aprimorada por meio do conhecimento de suas bases neurobiológicas, valendo-se de contribuições das ciências cognitivas, da educação e da neurociência. A neuroeducação postula, entre outros aspectos, a adoção de novos e diferentes métodos de ensino, fundamentados em conhecimentos das formas pelas quais o cérebro aprenderia com maior facilidade potencialmente.

Tokuhama-Espinosa (2010) afirma que a neuroeducação não é uma nova área do conhecimento (é Sub-área do conhecimento/Ciências Humanas/CAPES). Ela trata da junção dos conhecimentos da psicologia, educação e neurociência. A neuroeducação organiza uma abordagem diferenciada do que é a aprendizagem. Anteriormente, em uma visão mais tradicional, dir-se-ia que aprender é a aquisição de novos conhecimentos. A mesma neuroeducação nos mostra agora que “aprender é modificar comportamentos”.

A autora apresenta os aspectos do campo da educação, da neurociência e da psicologia que contribuem para os estudos da Neuroeducação. A Figura 3, a seguir, esclarece a definição.

Figura 3 - Neuroeducation (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2010a, p.22)



Fonte: http://traceytokuhama.com/index.php?option=com_tz_portfolio&view=tags&id=32&Itemid=314

Portanto, neste estudo, ao se considerar a funcionalidade cerebral na abordagem do ecossistema como sistema interconectado e modificável, entende-se a aprendizagem como processo de mudança de comportamento decorrente da experiência obtida pela intervenção de fatores neurológicos, relacionais e ambientais, na qual o aprender se define como resultado da interação das estruturas mentais e do meio ambiente, com modificações significativas e permanentes no comportamento.

Especificamente sobre Neuroeducação e Educação Matemática, ainda se encontram poucos artigos, apesar das discussões em torno do processo de ensino-aprendizagem e da competência matemática remontarem de longa data. Já no final do século passado, por exemplo, Edward L. Thorndike (1874 - 1949), um dos autores de referência na história da psicologia científica, publicou um livro acerca dos fundamentos da aprendizagem de maneira ampla, e da aprendizagem da aritmética, em particular. Outro clássico a ser mencionado é a obra de George Polya (1887 - 1985), que trabalhou uma variedade de tópicos matemáticos incluindo teorias dos números, geometria, álgebra, combinatória e probabilidade. O autor formulou etapas essenciais para a resolução de problemas em geral e, naturalmente, não poderia deixar de refletir sobre a competência da resolução dos problemas matemáticos.

Segundo Muszkat e Rizzutti (2016), entender o neurodesenvolvimento para profissionais da educação requer a compreensão de três pilares da neurociência moderna: 1) a

epigenética, referente às estruturas genéticas que podem ser moduladas ou inibidas por influências do meio ambiente; 2) a plasticidade cerebral, que são os circuitos cerebrais delineados pela experiência; e 3) a modularidade, que são os circuitos cerebrais específicos que modulam as funções cognitivas que são aprendidas, como a leitura, a escrita, o cálculo e o aprendizado musical.

Nesta pesquisa, a epigenética (bases neurobiológicas referente à saúde) será descrita de uma forma geral, considerando as classificações da área médica (CID -10 e DSM V), e, na análise de dados, os conhecimentos específicos, considerando os diagnósticos dos alunos de inclusão das professoras sujeito de pesquisa (TDAH, baixa visão e autismo).

Neste primeiro capítulo serão privilegiadas a compreensão da plasticidade cerebral e da modularidade, por estarem diretamente relacionadas com o aprendizado da matemática.

O desenvolvimento atípico específico da matemática é descrito em dois sistemas predominantes: a) o CID - 10 (Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, 1997), que é uma classificação estatística internacional das doenças, publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) com o objetivo de criar uma referência universal para o desenvolvimento da ciência médica; b) o DSM V (Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, 2014), da Associação Americana dos Psiquiatras (APA), cujo objetivo é fornecer a descrição de todos os sintomas médicos para o diagnóstico de transtornos mentais.

No CID - 10, a classificação é registrada sob o código F81.2 – Transtorno Específico da Habilidade Matemática. Trata-se do transtorno que implica numa alteração específica da habilidade em aritmética, não atribuída exclusivamente à deficiência intelectual global ou à escolarização inadequada. O déficit concerne no “não domínio” de habilidades básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão mais do que nas habilidades matemáticas abstratas envolvidas na álgebra, trigonometria, geometria ou cálculo. Inclui a acalculia de desenvolvimento, a discalculia, a síndrome de Gerstmann de desenvolvimento e o transtorno de desenvolvimento do tipo acalculia. E exclui a acalculia e dificuldades aritméticas associadas a um transtorno da leitura ou da soletração ou dificuldades aritméticas devidas ao ensino inadequado.

No DSM – V (Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – item 315.1, 2014, p. 67), a discalculia é classificada como transtorno de razão neurobiológica, encontrada no item Transtorno Específico da Aprendizagem, identificada da seguinte forma:

315.1 – Com prejuízo na matemática (*especificar* se no senso numérico, memorização de fatos aritméticos, na precisão ou fluência do cálculo, na precisão no raciocínio matemático.

Especificar a gravidade atual: Leve, Moderada, Grave (DSM – V, 2014, p. 67)

315 (F81.2) Com prejuízo na matemática:

Senso Numérico

Memorização de fatos aritméticos

Precisão ou fluência de cálculo

Precisão no raciocínio matemático

Nota: Discalculia é um termo alternativo usado em referência a um padrão de dificuldades caracterizado por problemas no processamento de informações numéricas, aprendizagens de fatos aritméticos e realização de cálculos precisos e fluentes. Se o termo discalculia for usado para especificar esse padrão particular de dificuldades matemáticas, é importante também especificar quaisquer dificuldades adicionais que estejam presentes, tais como dificuldades no raciocínio matemático ou na precisão na leitura de palavras. (DSM - V, 2014, p. 67).

Importante salientar as habilidades de senso numérico, memorização, fluência de cálculo e precisão, pois essas são objeto de estudo da neuroeducação que auxiliam no planejamento educacional, com fins de superação e aprendizagem.

Vários estudos encontrados na literatura especializada demonstram a associação entre transtornos e o déficit na aprendizagem matemática, tornando-se esta uma consequência, considerando por vezes, a discalculia como efeito secundário.

Hecaen e colaboradores (*apud* ROTTA, 2006) classificaram como acalculia os indivíduos que perderam a capacidade de executar cálculos e desenvolver o raciocínio aritmético, devido a lesões cerebrais. Identificaram três tipologias: 1) Alexia e agrafia para números, em que existe a dificuldade para ler e escrever quantidades, com o comprometimento no hemisfério esquerdo; 2) Acalculia espacial, em que existe a dificuldade na orientação espacial, impossibilitando a colocação dos números em posições adequadas para executar os cálculos, com comprometimento do hemisfério direito; e 3) Anaritmética, que corresponde à acalculia primária e implica na inabilidade em conduzir operações aritméticas em consequência de lesões em ambos os hemisférios (ROTTA *et al.*, 2006).

Fatores emocionais também podem ser relacionados à dificuldade matemática. Ainda segundo Rotta *et al.* (2006) e Bastos (2008), um dos fenômenos mais investigados é o chamado de “ansiedade matemática”, encontrado em estudantes que apresentam sintomas ansiosos que afetam a memória de trabalho, essencial para a estruturação do pensamento matemático, causados por sentimentos como medo, ansiedade e insegurança.

A partir de pressupostos da neurociência como a relação inter-hemisférica, que é possibilidade de modificabilidade funcional do sistema nervoso e das estruturas cognitivas (plasticidade cerebral), os períodos críticos de maturação (janelas de oportunidade) e o fortalecimento das ligações sinápticas (GARDNER, 1995; 2001; ANTUNES, 2002;

HERCULANO-HOUZEL, 2010), pode-se afirmar que a interdisciplinaridade do constructo educacional deve-se valer das possibilidades para prever, estimular e auxiliar o desenvolvimento e a aprendizagem de todas as crianças, considerando os efeitos da plasticidade e modularidade cerebral.

Esta interdisciplinaridade é de fundamental relevância por considerar riscos indicados por Ortega e Zorzanelli (2010) ao afirmarem que há algumas conclusões problemáticas que podem ser inferidas a partir de premissas da neuroeducação. Uma delas é a ideia de que o cérebro seria o único órgão responsável pela aprendizagem: quem aprenderia seria o cérebro, e não o indivíduo com seus sentimentos, histórico de vida, contexto social e educacional. No mesmo sentido, Hartt (2008) alerta que a neuroeducação poderia suscitar um novo tipo de determinismo biológico, além da proliferação nos meios educacionais de mitos que carecem de sustentação científica.

2.2. Funções Executivas

Diversos conceitos são encontrados na literatura sobre o conjunto de habilidades e capacidades cognitivas que nos permitem executar ações necessárias para atingir um objetivo (LURIA, 1981; LEZAK, 1982; *et al.*, 2004; MALLOY-DINIZ *et al.*, 2010; PANTANO e ZORZI, 2010; MUSZKAT, 2005; 2008; 2010; 2012; IZQUIERDO, 2011; THOMPSON, 2015).

O conceito de Funções Executivas tem como idealizador direto o neuropsicólogo Alexander Romanovich Luria (1981), que propôs um modelo de funcionamento cerebral composto por três unidades, mediadas por regiões neuroanatômicas e funcionalmente hierárquicas que, ao trabalharem juntas, regulam todo comportamento e processos mentais (LURIA, 1981).

A primeira unidade é responsável pela regulação das funções fisiológicas básicas, como tônus cortical, vigília e batimentos cardíacos e é associada a estruturas subcorticais localizadas no tronco cerebral. Comanda a atenção, o sentir, o perceber e capta sensações ligadas diretamente ao sentido de autopreservação (LURIA, 1981).

A segunda unidade, relacionada com as áreas posteriores do cérebro, que incluem as regiões parietal, temporal e occipital, é responsável por obter, analisar e armazenar informações por meio das modalidades visual, auditiva e tátil. Comanda a noção de corpo (somatognosia) e a estruturação espaço-temporal, processando, analisando e realizando

associações (região occipital – visão; lobo temporal – audição; lobo parietal – sensitivo-motora, percepções e memória).

A terceira unidade se encontra no lobo frontal e pré-frontal (regulação). As habilidades associadas têm papel no controle do ato mental e motor, planificam, programam e executam as praxias finas e globais (coordenação motora restrita e ampla), responsáveis pelas funções de programação, regulação e verificação das atividades mentais (LURIA, 1981). Essa unidade desempenha um papel executivo de autorregulação e monitoramento do indivíduo. Segundo Luria (1981), os lobos frontais sintetizam as informações acerca do mundo exterior e são o meio pelo qual o comportamento é regulado conforme o efeito produzido por suas ações. Danos a regiões cerebrais associadas à terceira unidade funcional podem causar um mau funcionamento na formulação de estratégias, no planejamento das ações, no controle dos impulsos conscientes, entre outras competências mais complexas do comportamento humano (LURIA, 1981).

Desse modo, Luria contribuiu com uma visão interconectada do funcionamento cerebral. Ao contrário do postulado pelos frenologistas – de que faculdades mentais isoladas seriam “localizáveis” –, Luria descreveu o cérebro e os processos mentais como um sistema integrado. Essa noção de unidade funcional é central em seu trabalho, sendo um marco no entendimento dos processos executivos, e influencia, até hoje, as abordagens neuropsicológicas contemporâneas.

Um dos principais marcos da origem do termo “Funções Executivas” foi dada por Muriel Lezak (1982) ao se referir a quatro grandes domínios, denominados: volição, planejamento, ação intencional e desempenho efetivo. Partindo dessas premissas, de teorias distintas e de modelos de organização cerebral, tarefas e testes foram criados por Luria a fim de investigar e avaliar as funções executivas, termo que se expandiu, dando origem a inúmeras pesquisas na área.

A região do cérebro que nos distingue como seres humanos, o córtex pré-frontal, é a sede das chamadas funções executivas, que nos definem como seres sociais e nos permitem planejar e tomar decisões apropriadas. Trata-se de um tipo de sistema cognitivo que identifica, guia e coordena ações, facilitando tarefas eficientes, especialmente quando elas são novas ou exigem mais complexidade.

Kerr e Zelazo (2004) e Zelazo, Qu e Muller (2005) propuseram uma classificação das funções executivas em “frias” (*cold*) e “quentes” (*hot*). As funções executivas de componentes “frios” caracterizam-se como processos que tendem a não envolver muita excitação emocional e compreendem os aspectos mais lógicos e cognitivos, como o raciocínio

lógico e abstrato, planejamento, resolução de problemas e memória de trabalho. Os processos “quentes” estariam mais relacionados com os aspectos emocionais, crenças e desejos, como a regulação do afeto, da motivação e do próprio comportamento social, da tomada de decisão, da experiência de recompensa e punição, da teoria da mente, de interpretações pessoais e do julgamento moral.

Zelazo, Qu e Muller (2005) ressaltam que medidas de funções executivas sempre exigem uma combinação dos componentes “frios” e “quentes”, sendo uma questão de grau. Essa nova concepção fez com que pesquisadores adotassem também os aspectos mais afetivos em seus estudos, defendendo e adotando diferentes habilidades em seu constructo.

Mais recentemente, Bagetta e Alexande (2016) mencionam três componentes básicos de funções executivas que estão diretamente relacionados uns com os outros e permitem desenvolver outras funções complexas, como raciocínio, resolução de problemas ou de planejamento; são o controle inibitório, a memória e a flexibilidade cognitiva. Este conjunto de habilidades diretamente ligadas ao processo de maturação do córtex pré-frontal é muito importante para a vida cotidiana e essencial para o sucesso acadêmico e bem-estar pessoal do aluno. Estes componentes podem ser treinados e podem ser potencializados em qualquer idade através de diferentes procedimentos, com a prática adequada, de modo que ensinar a criança a desenvolver essas funções executivas deve ser uma prioridade educacional (DIAMOND, 2013).

Fuster (2003) postulou que a função executiva opera por meio de redes neurais interativas e sobrepostas, distribuídas nos córtices de associação (principalmente o córtex pré-frontal). Essas redes, denominadas *cognitos*, alimentam o ciclo percepção-ação, constituindo, assim, as unidades básicas do processamento executivo.

Nos modelos atuais não há um consenso das habilidades que compõem as funções executivas. Neste estudo, será adotada a abordagem de Malloy-Diniz *et al.* (2010) que aponta as habilidades, buscando uma melhor compreensão e avaliação, tendo a classificação dos seguintes componentes: planejamento, controle inibitório, tomada de decisões, flexibilidade cognitiva, memória operacional, atenção, categorização, fluência e criatividade.

as funções executivas correspondem a um conjunto de habilidades que permitem ao indivíduo direcionar o comportamento a metas, avaliar a eficiência e a adequação desses comportamentos, abandonar estratégias que não foram eficazes buscando outras mais eficientes, resolvendo problemas imediatos de médio e longo prazo. (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2010, p.187).

Define-se função executiva como um conjunto de funções cognitivas, localizadas no córtex pré-frontal, que são responsáveis por direcionar comportamentos para a consecução de

metas, avaliando a eficiência desses comportamentos e resolvendo problemas de médio e longo prazo (Figura 4). Contudo, por tratar-se de processos mentais complexos, a avaliação da função executiva é abrangente e complexa, o que dificulta encontrar um consenso acerca do conceito, e, conseqüentemente, da forma de avaliação.

Figura 4 - Habilidades constituintes das Funções Executivas



Fonte: Malloy-Diniz, Paula, Loschiavo-Alvares (2010)

O planejamento é a capacidade de, tendo em vista um objetivo, definir a melhor maneira de alcançá-lo (LEZAK *et al.*, 2004). Muitos dos processos mentais descritos como associados ao pensamento se relacionam com a habilidade de planejamento e uso da estratégia de resolução de problemas visando o alcance das metas. O planejamento envolve identificar e organizar as etapas necessárias para finalizar uma intenção ou alcançar um objetivo (MUSZKAT; MELLO, 2008).

A categorização é um processo de agrupamento de elementos que compartilham determinadas propriedades. A fluência é a capacidade de emitir comportamentos em sequência, obedecendo a regras preestabelecidas, explícitas ou implícitas, e a criatividade é a capacidade de criar situações originais, diferentes das padronizadas (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2010).

A tomada de decisão é a escolha de uma dentre várias alternativas em situações que incluam risco (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2010). A execução do comportamento temporalmente

estruturado é o resultado da ativação de um comando central e da ativação oportuna dos componentes de suas redes neurais. A função executiva de integração temporal do córtex pré-frontal pode ser subdividida em três funções cognitivas: ajuste preparatório, controle inibitório e memória de trabalho. Uma análise psicológica e fisiológica do funcionamento das três regiões anatômicas pré-frontais (lateral, medial e orbital) produz a seguinte correspondência topográfica das funções cognitivas: as três regiões pré-frontais estão envolvidas em um ou outro aspecto da atenção; a região medial e o giro cingulado anterior estão envolvidos na movimentação e na motivação; a região lateral se relaciona com o ajuste preparatório e com a memória de trabalho; e a região orbital se relaciona com o controle inibitório de impulsos e interferências (FUSTER, 2003). Portanto, para a tomada de decisão, existe a necessidade de ajuste preparatório, controle inibitório e memória de trabalho.

A flexibilidade cognitiva trata-se da capacidade do indivíduo de mudar de forma flexível entre as diferentes tarefas, operações mentais ou objetivas, simultaneamente. A flexibilidade cognitiva permite adaptar-se a situações inesperadas sem muita reflexão, libertando da rigidez e automação ineficiente. Por exemplo, quando a criança participa numa atividade que em algumas situações tem de falar e, em outras, escutar. Ou quando deve escolher entre diferentes estratégias para resolver um problema, e há necessidade de ser criativa. É por isso que, segundo Forés (2015), o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva pode ser facilitado não utilizando analogias e metáforas, que levantam problemas sem esclarecimento contextualizado de forma clara e objetiva, permitindo diferentes opções para a tomada de decisão.

Em uma perspectiva educacional, ganha todo sentido e relevância a consideração dessas habilidades componentes das funções executivas, ao mesmo tempo em que fica clara a importante aplicação de pesquisas envolvendo tais conceitos. Relacionar os níveis de análise, esclarecer nomenclaturas, conceitos e processos subjacentes à aprendizagem humana parecem ser passos importantes, tanto no sentido de fundamentar estratégias educacionais que incrementem o processo de aprendizagem, como no intuito de aprimorar os recursos diagnósticos frente às dificuldades de aprendizagem.

Neste estudo, optou-se pelo aprofundamento das habilidades (Funções Executivas) Atenção, Memória e Controle Inibitório, devido a sua importância no aprendizado da matemática, especialmente no aprendizado do Sistema de Numeração Decimal.

Atenção

Anatomicamente, a atenção e as demais funções executivas, segundo estudos (MILLER, 2000; BUNGE *et al.*, 2006), não são produtos de uma única área cerebral, mas dependem do funcionamento concentrado, resultante da atividade interconectada de sistemas de redes neurais específicas. Métodos de neuroimagem (análise do cérebro em atividade) de tarefas sensoriais e motoras de áreas específicas do cérebro, atualmente denominadas como tomografia computadorizada, ressonância magnética, tomografia por emissão de pósitrons (PET) e ressonância magnética funcional, apontam o córtex pré-frontal como principal região de atividades atencionais. Porém, dependendo do órgão de sentido conector (visual ou auditivo), diferentes regiões e circuitos de conexões neuronais são acionados, o que sugere novos estudos acerca de possíveis relações de áreas cerebrais ativadas durante a escuta musical, a Atenção Voluntária e o cálculo mental.

Referindo-se à habilidade de Atenção, uma primeira classificação é esclarecida por Atenção Voluntária e Involuntária, entendendo como Atenção Involuntária a que se refere à mudança não programada do foco atencional, provocada por estímulo externo que pode estar em conflito com a expectativa e o contexto, podendo ser desencadeada quando a informação sensorial é de grande intensidade, complexidade, surpreendente e inédita. Os desvios da atenção podem se manifestar por saturação, estimulação externa ou por alterações da homeostase do organismo, determinadas pelo estado de vigilância e necessidades instintivas, podendo representar desvios momentâneos ou permanentes. Quanto à Atenção Voluntária, imprescindível para a aprendizagem, é definida como uma:

organização social da atenção mediada pela linguagem e depende da programação intencional e motivacional, que são a base do comportamento humano adaptativo e organizado. Atenção voluntária divide-se em atenção seletiva, atenção dividida e atenção sustentada (MUSZKAT; MELLO, 2008, p.108).

Assim, a Atenção Voluntária não é um processo contínuo, mas multidimensional, que envolve excitação, levando à prontidão executiva e à inibição que interrompe ações e pensamentos, em um processo recursivo de ativação de circuitos excitatórios e inibitórios concorrentes. Tanto a excitação quanto a inibição podem envolver atividade automática e voluntária, que requerem esforço e consciência.

Considerando que a Atenção Voluntária divide-se em Atenção Seletiva, Atenção Dividida e Atenção Sustentada (MUSZKAT; MELLO, 2008; 2012), é entendida como

Atenção Seletiva a capacidade de direcionar a atenção para uma determinada porção do ambiente, enquanto os demais estímulos à sua volta são ignorados.

Gray (1982) afirma que a atenção seletiva permite selecionar fontes específicas de informação para checar previsões geradas a partir da memória sobre regularidades passadas no ambiente, sendo, portanto, altamente adaptativa. Capovilla *et al.* (2007) a definem como a capacidade de selecionar informações relevantes do ambiente e, paralelamente, como inibição de outras informações irrelevantes para determinada tarefa.

Carter (2012) afirma que a Atenção Seletiva controla e dirige a consciência, funcionando como uma caneta marca-texto, que ressalta algumas partes do todo, esmaecendo o restante, selecionando características mais importantes do ambiente no momento e amplificando a resposta do cérebro. É ela que permite selecionar um item dos estímulos sensoriais recebidos e permite ter melhor consciência deles. A proximidade da atenção com a consciência é tão intensa que é quase impossível prestar atenção em algo e não ter consciência disso.

Muszkat e Mello (2008) denominam como consciência o foco atencional selecionado entre uma categoria ou seleção. Revelam que a percepção atenta pode ser dividida em dois estágios principais. Um estágio pré-atentivo, que apenas detecta a presença de informação e, portanto, requer poucos recursos cognitivos. E um estágio atento focalizado, responsável pela combinação de estímulos, envolvendo manipulação e inibição de distratores. É a Atenção Seletiva que orienta a consciência para um determinado estímulo dentre uma variedade imensa de estímulos para extrair significados. Consiste na competição entre processos sensoriais diversos e processamentos automatizados com capacidade limitada. O desempenho, nessa forma de atenção, depende da capacidade de processamento controlado necessário para desempenhar tarefas não rotineiras e da estratégia que será utilizada para um processamento eficiente. Quando fazemos duas coisas ao mesmo tempo, pelo menos uma delas deve estar automatizada, como exemplo desta última, destaca-se dirigir um automóvel, o que se relaciona a habilidade e treino (MUSZKAT e MELLO, 2008).

Para Nabas e Xavier (2004), a Atenção Dividida refere-se à necessidade de atender concomitantemente a duas ou mais fontes de estimulação, o que pode envolver tanto aspectos espaciais quanto temporais. Testes geralmente empregados para investigar a Atenção Dividida envolvem o desempenho concomitante de duas tarefas. Espera-se que haja prejuízo de desempenho em situações de tarefa dupla, pois haveria divisão dos recursos de processamento para o desempenho das duas concomitantemente. Entretanto, a natureza da divisão da atenção não está clara. Não se sabe se ela envolve uma separação dos recursos de processamento, de

modo que cada um dos subcomponentes resultante continue a processar os elementos críticos de cada tarefa em paralelo, ou se essa divisão ocorre no tempo, de modo que os recursos atencionais sejam destinados ao processamento ora de uma tarefa, ora de outra, alternando-se entre ambas (NABAS; XAVIER, 2004).

A Atenção Sustentada relaciona-se ao prolongamento do foco atencional durante períodos de maiores tempos. É definida como o estado de prontidão necessário para detectar e responder a certas alterações específicas quando em situações de estímulos. O engajamento com determinadas tarefas muda com o tempo, podendo levar à desmotivação. Por isso, a capacidade de atenção sustentada varia de acordo com a faixa etária, o treino e as características individuais e culturais (MUSZKAT e MELLO, 2008).

Coull (1998) sugeriu que vigilância ou alerta são diferentes de Atenção Sustentada. Embora sejam frequentemente consideradas sinônimas, é possível distingui-las: a vigilância pode ser considerada como um processamento de longa duração, da ordem de minutos a horas, enquanto a Atenção Sustentada teria duração da ordem de segundos a minutos, devido suas características funcionais.

Na idade escolar, crianças com 4 e 5 anos (educação infantil) já conseguem eliminar de maneira eficiente alguns distratores e, a partir dos 6 anos de idade formam-se processos atencionais mais elaborados e organizados (MUSZKAT e MELLO, 2008). Entre 6 e 8 anos, a Atenção Voluntária utilizada no processo de aprendizagem da escrita exige o direcionamento consciente dos olhos, ouvidos e outros órgãos dos sentidos para o estímulo conector do processamento das informações provenientes (CARTER, 2012).

Para a construção desses conhecimentos, por meio da perspectiva neurocognitiva, a Atenção Voluntária é uma habilidade imprescindível no processamento das funções executivas. Portanto, compreende-se que essa habilidade deveria constar como elemento do desenvolvimento do pensamento matemático dos anos iniciais do ensino fundamental (currículo escolar), e, conseqüentemente, no ensino da matemática, visto que também se utiliza da escrita matemática para registros e cálculos numéricos.

Quanto à base neuroquímica envolvida na Atenção (dopamina, noradrenalina, serotonina e as chamadas neurotrofinas), são os neurotransmissores alterados (intimamente ligados ao controle das funções executivas, ao domínio e à inibição do comportamento motor, à memória de trabalho e aos sistemas que relacionam as reações de recompensa não imediata), eles determinam o controle dos níveis de excitação cerebral e o preparo para a ação motora, e têm sua expressão maior nas áreas pré-frontais do cérebro; à modulação comportamental/emocional e a mudanças fisiológicas relacionadas ao controle da pressão

arterial, e às mudanças fisiológicas da frequência cardíaca e respiratória, controle da vigilância, entre outros.

Memória

Existe uma ligação direta entre o aprendizado e a memória, já que esta é uma condição no processo de aquisição de informações. Sua permanência será evidenciada posteriormente.

Segundo Izquierdo (2011), há basicamente dois tipos de memória: a de curto prazo, também denominada de memória de trabalho ou memória operacional, e a de longo prazo.

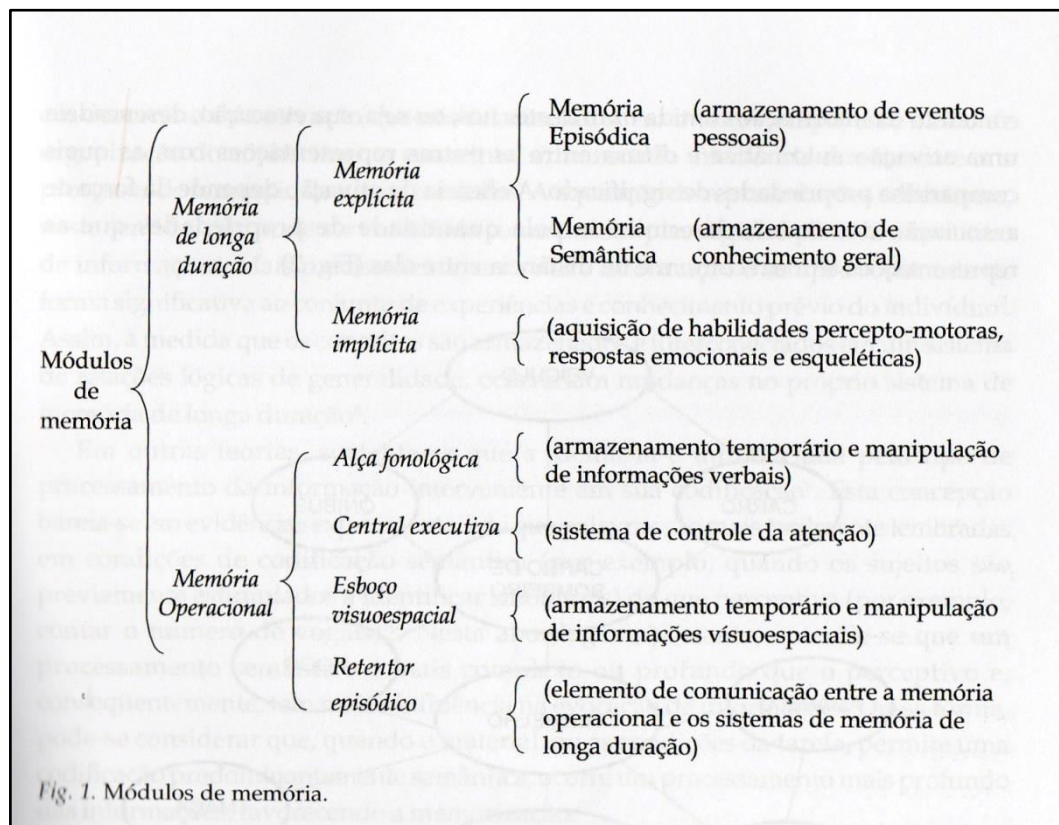
Squire e colaboradores (2003) dividem-na em três fases: codificação, armazenamento e evocação. A codificação está relacionada ao processamento da nova informação a ser adquirida. Enquanto a mensagem está sendo codificada, a informação deve ser internalizada, mediante os registros das informações em arquivos sensoriais e sua posterior consolidação, criando, com o passar do tempo, uma intensa representação dessa informação. O armazenamento cria um registro permanente daquela informação. Já a evocação utiliza a informação guardada para expressar uma representação consciente ou para executar um comportamento aprendido como um ato motor.

Os primeiros estudos científicos sobre a memória são atribuídos a Hermann Ebbinghaus (1850-1909), que conduziu experimentos rigorosos visando medir e quantificar os mecanismos das lembranças e do esquecimento. Seus estudos incentivaram pesquisadores à investigação experimental e às relações da memória com a fisiologia e funções cerebrais.

Alan Baddeley liderou as pesquisas no campo da memória de trabalho e é conhecido principalmente por seu modelo de componentes múltiplos. O protagonismo de Baddeley nos estudos sobre a memória de trabalho pode ser atribuído inicialmente ao modelo proposto por ele e Hitch, em 1974, o qual se tornou referência nos estudos sobre memória no campo da psicologia. Atualmente, evidências de inúmeros estudos consolidam a ideia da existência de múltiplos sistemas de memória, que funcionam de forma independente, mas cooperativos. Estes sistemas estão associados ao funcionamento de diferentes circuitos do sistema nervoso e são discriminados em função tanto da natureza da informação processada como de suas regras intrínsecas de operacionalidade (MELLO, 2008).

Uma síntese dos diferentes sistemas de memória é apresentada na figura abaixo (Figura 5).

Figura 5 - Módulos de Memória



Fonte: Baddeley (2000, p.157).

Há consenso entre os pesquisadores sobre a existência de estímulos que sejam capazes de instigar o maior número possível de sinapses nervosas pertencentes ao constructo condicionado à memória para a aprendizagem. Mukamal *et al.* (2012), exemplificam:

para evocar a matéria de uma prova de matemática, é fundamental que não somente as perguntas de teste sejam executadas – quanto mais informações associadas existirem, maior será o número de sinapses ativadas. Como um grande quebra-cabeça, podemos visualizar o todo quando algumas partes estão faltando, mas para termos uma imagem total, quanto mais peças existirem melhor. (MUKAMAL *et al.*, 2012, p. 175),

Esta afirmação é muito pertinente aos docentes, principalmente quanto à inclusão de deficientes visuais, pois a percepção do todo é fundamental para o entendimento das partes. Neste sentido, uma das grandes contribuições da Neurociência Educacional refere-se à importância da entrada sensorial que oportuniza as informações iniciais para que a percepção de informações que o cérebro irá processar utilize determinadas redes neurais.

A memória de curto prazo, também denominada de memória de trabalho (termo da área de computação empregado por analogia da função) ou memória operacional, tem a

função de manter a informação durante alguns segundos, no máximo poucos minutos, durante o processamento, de forma consciente, para dar continuidade aos atos.

Usamos a memória de trabalho quando perguntamos para alguém o número do telefone do dentista: conservamos esse número o tempo suficiente para discá-lo, e um vez feita a comunicação correspondente, esquecemos (IZIQUIERDO, 2011, p.25).

O modelo de memória operacional desenvolvido por Baddeley (2000) nos anos 70 é caracterizado por múltiplos componentes e diversos processos – manutenção, manipulação e integração de informações – exercendo, portanto, papel fundamental em atividades cognitivas como a compreensão, a resolução de problemas e o raciocínio. O modelo original concede a existência de dois subsistemas de armazenamento e um subsistema de controle executivo. Posteriormente, Baddeley propôs um quarto componente, o retentor episódico, cuja função é de integrar as informações mantidas temporariamente na memória operacional com aquelas provenientes dos sistemas de longo prazo.

O executivo central é um tipo de sistema de controle da atenção responsável pela regulação das atividades dos outros sistemas. A alça fonológica é o subsistema de arquivamento de informações verbais que se expressa em termos da reverberação, isto é, na repetição silenciosa (sub-vocal); por exemplo, repetir continuamente o número do telefone na mente até ser discado (MELLO, 2008). A alça fonológica armazena material baseado na fala e possui o armazenador fonológico, que recebe informação tanto por via direta (apresentação auditiva) quanto por via indireta (apresentação visual).

A alça visuoespacial é o subsistema de arquivamento de informações dessa natureza. Por exemplo, organizar mentalmente um trajeto de ruas antes de realizá-lo. É a memória de trabalho que nos permite manter e manipular a informação necessária para executar tarefas cognitivas complexas, tais como raciocínio ou de aprendizagem. Quando a criança apresenta *déficits* de memória de trabalho, tem dificuldade em pensar em várias coisas ao mesmo tempo ou esquece seu significado.

Para a consolidação do aprendizado de elementos da matemática, como, por exemplo, o Sistema de Numeração Decimal, a memória de trabalho é imprescindível, visto que realiza a retenção do armazenamento de informações essenciais por segundos, para organizar a realidade percebida na resolução de problemas, no uso do raciocínio lógico ou na elaboração de comportamentos (que podem ser esquecidos a seguir).

A memória de longo prazo é classificada em memória declarativa ou explícita e memória não-declarativa ou implícita (BADDELEY, 1997; 2000; TULVING e CRAIK,

2000). A declarativa ou explícita está relacionada com o tipo de memória que pode ser manipulada constantemente ou exposta, declarada, de forma consciente (declarativa); e a implícita ou não-declarativa está relacionada ao armazenamento não de fatos ou eventos específicos, mas de habilidades que adquirimos: ela depende de treinamento repetitivo e é gradual.

Os dois tipos de sistemas principais de Memória Declarativa ou Explícita são denominados de Memória Semântica e Memória Episódica.

A memória semântica se refere a fatos e ao conhecimento organizado do mundo. É uma rede de associações nutrida pelo conhecimento do mundo concreto sensorial, abstrato – verbal e visuoespacial, e pelas informações pessoais e objetivas não experienciadas.

representações conceituais armazenadas na memória semântica são conectadas por meio de seus atributos definidores e relações de categoria, funcionando assim como “nós” (ou nodos) em complexas redes semânticas. O acesso consciente ao conteúdo da informação contida num destes nós, como pela nomeação, desencadeia uma ativação automática e difusa entre as outras representações com as quais compartilha propriedades de significado. (MELLO, 2008, p. 162).

Um exemplo de memória Semântica é o conhecimento consolidado do Sistema de Numeração Decimal, ao ser utilizado para realizar uma operação de adição. Se a aprendizagem já aconteceu, não se faz necessário, por exemplo, vivenciar atividades de relação de quantidade com numerais, porque os procedimentos e significados do conceito de Sistema de Numeração Decimal já foram aprendidos. Logo, ao evocar esta memória, automaticamente já se realiza a soma.

A memória Episódica refere-se aos eventos que são dependentes do contexto nos quais ocorreram, com alta especificidade temporal. São eventos relativos à história pessoal e, portanto, têm um contexto espacial e temporal específico da história individual. Trata-se, por exemplo, da lembrança de uma viagem, de um presente recebido da mãe, ou do conhecimento autobiográfico.

Os sistemas de memória de longo prazo são caracterizados pelo fato de que seu conteúdo – conhecimentos gerais ou eventos individualmente vivenciados – podem ser armazenados por longo tempo, indefinidamente. Essas informações podem ser declaradas a qualquer momento, ou seja, a pessoa tem acesso de forma consciente a esse conteúdo (IZQUIERDO, 2011).

O sistema de memória implícita ou não declarativa relaciona-se ao armazenamento não de fatos ou eventos específicos, mas de habilidades que adquirimos, como andar de bicicleta, escrever usando um lápis ou teclando em um computador, tocar um instrumento

musical como piano ou violão. A aquisição dessas habilidades é gradual, pois depende de treinamento repetitivo. Esta aquisição só se manifesta pela execução da habilidade em questão (ou seja, implicitamente), uma vez que o conteúdo não pode ser descrito verbalmente. Por esse motivo, é denominada de implícita ou não declarativa (por não poder ser declarada, mas executada).

Segundo Muszkat e Rizzutti (2016) a memória implícita ou não declarativa pode ser dividida em memória de procedimentos, pré-ativação e memória emocional. A memória de procedimentos diz respeito à aquisição de habilidades motoras, perceptuais ou cognitivas. O efeito pré-ativação pode ser observado quando o desempenho é facilitado pela exposição prévia a informações, sem que o indivíduo se dê conta disso. Por exemplo, quando são apresentados fragmentos de palavras a sujeitos em condições experimentais nas quais eles não são previamente informados quanto à tarefa de recordação posterior, observa-se uma tendência à rápida recuperação destas palavras em comparação a outras, não apresentadas anteriormente (MELLO, 2008).

A memória emocional revela o compartilhamento da emoção com diferentes estruturas cerebrais e circuitos neurais, portanto, o conteúdo emocional pode alterar a formação e recordação de um evento de memória, de acordo com resultados obtidos em estudos humanos e animais. Comparando itens neutros, os seres humanos se lembram melhor de informações emocionalmente excitantes, incluindo histórias carregadas de emoção, clipes de filmes, imagens ou palavras. (CAHILL *et al.*, 1996).

Para a educação matemática, este conhecimento contribuiu para a conscientização de professores sobre a evidência da relação de emoções com aprendizagem matemática. Resgatar a importância do lúdico, da aprendizagem por meio de atividades que suscitam tranquilidade, calma, serenidade e compreensão origina memórias emocionais profundas, a ponto de, caso tais atividades não ocorram, causar transtornos e dificuldades na aprendizagem matemática.

Controle Inibitório

O controle inibitório é a capacidade de inibir respostas tendenciosas, quer sejam aquelas que interrompam o curso eficaz de uma ação, quer sejam as que estejam em curso (BARKLEY, 2001). É a capacidade que nos permite inibir ou deliberadamente controlar comportamentos, respostas ou pensamentos automáticos quando a situação exige. Assim, crianças com dificuldade em inibir impulso respondem sem pensar, buscam recompensas imediatas ou apresentam dificuldades em estabelecer objetivos a longo prazo. Por exemplo,

Forés (2015) indica que, na prática, será mais fácil para os alunos se envolverem ou terminarem uma tarefa se compreenderem as opções antes de decidir, reconhecendo como isso afeta sua ação, podendo optar pela escolha certa.

A inibição (controle inibitório e de interferência) é o componente das funções executivas que possibilita ter domínio sobre a atenção de tal forma que se conseguem evitar impulsos, distrações e ações automáticas. Sem o controle inibitório, não seria possível focar a atenção quando se deseja mudar hábitos e escolher a forma de agir. É possível destacar três aspectos relevantes do controle inibitório: o controle inibitório de atenção, a inibição cognitiva e o autocontrole (BARKLEY, 2001).

O controle inibitório da atenção é importante para manter o foco, não deixando que estímulos exteriores distraiam. Alguns estímulos visuais ou auditivos mais proeminentes atraem involuntariamente a atenção, mas há certos estímulos aos quais é possível escolher dar atenção ou não. Assim, por exemplo, é possível manter uma conversa com alguém, mesmo em um ambiente com som elevado.

O aspecto do controle inibitório relacionado à inibição cognitiva, por sua vez, significa resistir a pensamentos e memórias não intencionais, capazes de alterar o foco. Essa habilidade é necessária para o bom funcionamento da memória de trabalho. Ela possibilita manter o foco nas informações desejadas, mesmo na presença de algum pensamento involuntário.

Por fim, ainda dentro do controle inibitório, o autocontrole é o aspecto que está relacionado a ter domínio sobre o comportamento, apesar da presença de impulsos e emoções, estimulando determinadas condutas. Ter autocontrole significa ter a possibilidade de agir de forma diferente da desejada, como ter disciplina para terminar atividades não prazerosas, mas necessárias para se atingir um objetivo desejado. Além disso, ter autocontrole significa também evitar cometer erros devido à impulsividade, como tirar conclusões precipitadas, falar algo sem pensar antes, ou não calcular as consequências de uma ação ou decisão.

Antes dos dois anos, quando a linguagem ainda é menos desenvolvida, a rotina de cuidados ocupa um lugar primordial para o desenvolvimento do controle inibitório. Os rituais de alimentação, banho e sono contribuem para o bebê se organizar temporalmente no atendimento de suas necessidades. Durante a infância, o controle inibitório é relevante para as crianças esperarem sua vez de falar em uma roda de conversa, manterem a atenção durante a leitura de uma história, participarem de brincadeiras que requerem essa habilidade, como “estátua”, por exemplo. O desenvolvimento do controle inibitório também possibilita que, gradualmente, as crianças se tornem capazes de controlar reações mais emotivas (como a mordida e o choro) e consigam se acalmar para expressar seus sentimentos de outra forma. No

contexto da aula, por exemplo, tal habilidade revela-se importante ao possibilitar ter paciência de esperar a vez para falar e conseguir focar nas atividades de estudo propostas pelos pais ou professores ou por elas mesmas (FORÉS, 2015).

A memória de trabalho e o controle inibitório são mutuamente dependentes e dificilmente funcionam separadamente. Ter em mente o objetivo é indispensável para avaliar o que deve ser filtrado ou inibido; para trabalhar com informações mentalmente é preciso ter a capacidade de resistir a distrações; e para manipular as ideias de forma criativa deve-se evitar repetir padrões habituais.

Os processos inibitórios demonstram atingir um nível dominante a partir dos seis anos de idade com melhoras gradativas com idade e anos escolares. O desenvolvimento do controle consciente e autônomo de pensamentos, ações e emoções não ocorre de forma independente do contexto em que a criança vive. Ao contrário, as situações vivenciadas pelas crianças podem afetar positiva ou negativamente o típico desenvolvimento das funções executivas.

Outro termo usado na literatura, semelhante ao controle inibitório, mas com significado diferente, é a autorregulação. Forés (2015) define autorregulação como uma habilidade que está interligada às funções executivas. Sua definição equipara-se, em larga medida, ao controle inibitório, porém o campo de estudo da autorregulação compreende mais aspectos. Enquanto pesquisadores de funções executivas se concentram mais em pensamentos, atenção e ações, os pesquisadores de autorregulação consideram mais as emoções. A pesquisa em autorregulação também se diferencia por compreender a importância da motivação e do empenho nas respostas às emoções. Assim, o conceito de autorregulação é mais amplo e abrange o monitoramento, a regulação e o controle dos estados emocional, motivacional e cognitivo do indivíduo.

2.3 Plasticidade Cerebral

O termo plasticidade foi introduzido por volta de 1930, pelo fisiologista alemão Albrecht Bethe, significando a capacidade do organismo em adaptar-se às mudanças ambientais graças à ação sinérgica de diferentes órgãos coordenados pelo sistema nervoso central (RANGEL *et al.*, 2010).

Atualmente, a plasticidade cerebral pode ser definida como uma mudança adaptativa na estrutura e função do sistema nervoso que ocorre em qualquer fase da ontogenia, em função de interações com o meio ambiente interno e externo, ou ainda como resultante de lesões que afetam o tecido neural. É a capacidade do cérebro de ser modelado na medida em

que as respostas cerebrais são diferentes de indivíduo para indivíduo (KARMILOFF-SMITH, 1992; GARDNER, 1995; FERRARI *et al.*, 2001; ANTUNES, 2002; MUSZKAT *et al.*, 2005, 2008; HERCULANO-HOUZEL, 2010; MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016).

O conceito de plasticidade cerebral pode ser aplicado à educação, considerando a tendência do sistema nervoso em ajustar-se frente às influências ambientais durante o desenvolvimento infantil ou na fase adulta, restabelecendo e restaurando funções desorganizadas por condições patológicas. Em síntese, o ambiente influencia significativamente a arquitetura cerebral (KARMILOFF-SMITH, 1992).

O desenvolvimento do cérebro na primeira infância não é um processo contínuo e homogêneo; depende da interação entre os múltiplos fatores de crescimento neuronal diferenciado nas várias áreas cerebrais, do grau de mielinização das estruturas cerebrais, do desenvolvimento cerebral pré-natal e das possibilidades que tem o cérebro em reorganizar seus múltiplos padrões de respostas e conexões, mediante a experiência ou mesmo após diversos tipos de lesão cerebral, podendo determinar mudanças fundamentais durante o curso maturacional. Assim, a plasticidade insere-se em uma perspectiva evolutiva maturacional, na qual a expressão clínica dos padrões de desenvolvimento e de lesões e disfunções diferem de acordo com as fases do crescimento neuronal, da mielinização e da maturação sequencial das várias regiões cerebrais.

A modificabilidade do sistema nervoso, limitada no período fetal, é bastante intensa no início do desenvolvimento infantil, até dois anos de vida. No primeiro ano, o cérebro da criança tem o dobro de sinapses do cérebro de um adulto; esse período é denominado como primeira poda sináptica. Na adolescência acontece o segundo período de podas sinápticas, principalmente nas áreas posteriores, relacionadas à adaptação da imagem corporal (MUSZKAT; RIZZUTTI, 2016).

Muszkat (2005) afirma que a plasticidade cerebral é multidimensional, por ser um processo dinâmico que delimita as relações entre estrutura, função e respostas adaptativas, impulsionada por desafios do meio ou lesões. Afirma também que é uma estrutura organizacional intrínseca do cérebro que se mantém ativa, em diferentes graus, durante toda a vida, inclusive na velhice.

A plasticidade opera em vários níveis: no neuroquímico, que se expressa na modificação de neurotransmissores e neuromoduladores durante o desenvolvimento do indivíduo determinando diferentes padrões de conexões entre os neurônios e o número de sinapses ativas, e no nível comportamental, que se expressa na modificação de estratégias cognitivas de acordo com os desafios ambientais. À medida que se expressa o curso do

desenvolvimento infantil, também vão ocorrer diferentes expressões do potencial de modificação do cérebro através de experiências.

A plasticidade cerebral e o desenvolvimento, embora sejam complementares, podem ser analisados enquanto sistemas interdependentes. Os conceitos de modulação cerebral e de reorganização funcional e sináptica do cérebro pela experiência e aprendizagem pressupõem que novas formas de ensino e estimulação inovadoras deverão ser formuladas para a possibilidade de melhores estratégias didáticas (MUSZKAT e MELLO, 2008).

Conhecer como se modifica a plasticidade durante o percurso maturacional pode ajudar a identificar a marca maturacional que irá delimitar um período mais sensível no qual o cérebro esteja mais suscetível à reorganização e flexibilidade. Durante os primeiros anos de vida, ocorrem o crescimento, a maturação e a seleção funcional de diferentes estruturas do sistema nervoso, assim como o estabelecimento de conexões entre os neurônios (sinapses). Todo este processo gera a rede neuronal no córtex cerebral, que possibilita a construção de novos esquemas cognitivos e seu pleno funcionamento ao longo de toda a vida.

Os três primeiros anos de vida são a fase mais crítica, sendo determinantes para os demais anos, visto que a explosão de sinapses atinge seu auge na idade de 6 anos, quando o cérebro começa a eliminar aquelas não usadas. Aos 14 anos, as conexões não utilizadas são eliminadas, e o circuito cerebral começa a se definir.

Durante o desenvolvimento de alguns sistemas funcionais, formam-se circuitos cuja manifestação se expressa em janelas temporais que necessitam de estímulos externos específicos, sem os quais esses circuitos não se estabelecem ou não alcançam seu total potencial. Durante esses períodos, as influências, sobretudo educacionais, podem modificar a arquitetura cerebral; já na consolidação das redes neocorticais, a arquitetura cerebral é inalterada, sendo que as modificações se fazem sobre conexões cerebrais mais cristalizadas.

O termo “janela” refere-se a este conceito de tempos determinados, que oportunizam maior abertura para os estímulos e desafios da trajetória do desenvolvimento humano. Nessa etapa, o cérebro está propenso à ativação das fibras nervosas capazes de ampliar as sinapses e, conseqüentemente, as potencialidades de inteligências, tornando esses períodos como de fases de intensa plasticidade. A massa encefálica de um bebê guarda neurônios para toda sua vida, mas as sinapses ainda não estão totalmente acabadas; isto significa que as fibras nervosas capazes de ativar o cérebro precisam ser construídas e o são pelas qualidades dos estímulos a que são submetidos (GARDNER, 1995; ANTUNES, 2002; MUSZKAT *et al.*, 2005; HERCULANO-HOUZEL, 2010).

As inteligências e habilidades lógico-matemáticas (localizadas no lobo parietal esquerdo) encontram-se mais favoráveis ao seu desenvolvimento entre as idades de 1 a 10 anos de idade. A percepção relativa de quantidades se consolida entre 5 a 7 anos (FRANCO *et al.*, 2014). O conhecimento matemático deriva inicialmente das ações da criança sobre os objetos do mundo (berço, chupeta, chocalho) e evolui para suas expectativas sobre como esses objetos se comportarão em outras circunstâncias. Segundo Muszkat e colaboradores (2005), os melhores estímulos para este período (5 a 7 anos) indicam o acompanhamento das funções simbólicas para as funções motoras. Isto envolve exercícios também com atividades sonoras que aprimorem o raciocínio lógico-matemático. Assim, entende-se que a estimulação da descoberta de escalas musicais¹ é de grande importância.

A inteligência musical possui a janela de oportunidades entre os 3 e 10 anos de idade (GARDNER, 1995; ANTUNES, 2002; HERCULANO-HOUZEL, 2010; THOMPSON, 2015), podendo aprimorar estruturas sonoras (identificação de notas, contornos, escalas, harmonias e tonalidades) e estruturas temporais (identificação dos aspectos rítmicos, estruturação métrica, e estruturas rítmicas de agrupamentos), mesmo em crianças pré-verbais, que apresentam sensibilidade acentuada a melodias. Neste período (3 a 10 anos), as áreas do cérebro ligadas aos movimentos dos dedos da mão esquerda são mais sensíveis e facilitam a execução de instrumentos de corda, além da memória sonora.

Os desafios da educação inclusiva requerem uma nova postura, uma nova perspectiva de olhar, com vistas a interagir e construir conhecimentos em bases flexíveis, sujeita às múltiplas mediações que levem em conta as características dinâmicas e modulares do cérebro, a especialização funcional e as relocações das redes neurais e a cooperação: desde o nível sensorial até a organização de funções cognitivas complexas como a memória, atenção e linguagem, responsáveis pelo comportamento adaptativo e criativo, intrínseco à comunicação e aprendizagem humana. A complexidade do sistema estrutura-se a partir da informação que ele captura do meio ambiente, bem como de sua dinâmica auto-organizatória.

Neste sentido, invoca-se a importância do ambiente educacional voltado para a estimulação de diferentes tipologias, podendo intervir positivamente na aquisição de habilidades e capacidades funcionais ao longo do desenvolvimento.

¹ Um grupo de notas musicais que derivam, em parte ou no todo, do material escrito de uma composição musical; uma sequência ordenada de tons pela frequência vibratória de sons (normalmente do som de frequência mais baixa para o de frequência mais alta), que consiste na manutenção de determinados intervalos entre as suas notas. Em solfejo, as sílabas para representar as notas, de quaisquer escalas, são: Dó, Dó sustenido, Ré, Ré sustenido, Mi, Fá, Fá sustenido, Sol, Sol sustenido, Lá, Lá sustenido Si.

Os programas de estimulação precoce e educação infantil podem aproveitar a plasticidade neural em estágios bem iniciais do desenvolvimento infantil e otimizá-la. Os primeiros anos da infância correspondem ao período de maior vulnerabilidade, quando o cérebro precisa de estímulos para criar e fortalecer estruturas mentais, cognitivas e emocionais. Até os primeiros 6 anos de idade, formam-se 90% das sinapses cerebrais (janelas de oportunidades), e as crianças estão propensas a desenvolver várias habilidades. Nos 4 primeiros anos, a criança já atingiu 50% do potencial mental que será quando adulta, e aos 6 anos já estão formados os mais amplos da autoestima, senso de moralidade, responsabilidade, empatia, relacionamento social e outros aspectos fundamentais da personalidade. A educação infantil nessa fase, além de estimular o desenvolvimento de habilidades, possibilita o potencial para o aumento da capacidade de interação social e promove a formação de sujeitos autônomos. (MITRE *et al.*, 2012, p.185).

O conhecimento da importância da educação infantil para a educação matemática é fundamental na estruturação do ensino a partir do desenvolvimento das habilidades matemáticas. Portanto, a educação matemática deve ser contemplada nos cursos de formação de professores para evitar o despreparo docente de âmbito da maturação e desenvolvimento dos alunos nesta fase, inclusive dos alunos em processo de inclusão, que apresentam habilidades diferenciadas e que necessitam de estimulação muitas vezes em etapas anteriores a seus pares.

2.4 Modularidade

Os estudos neuropsicológicos têm ampliado a compreensão sobre a arquitetura neuronal da atividade matemática. A existência de diferentes dissociações entre leitura e escrita de números, por exemplo, seja com relação ao uso da notação arábica, seja mediante o uso de palavras, assim como entre as diferentes operações aritméticas, tem sugerido que cada uma destas habilidades está associada a redes neuronais altamente especializadas e relacionadas entre si. Modularidade é o termo utilizado para referenciar áreas especializadas do cérebro humano desenvolvidas durante a evolução. Dehaene e Cohen (1995) denominam de reciclagem neuronal o processamento cerebral específico de áreas cerebrais inseridas pela cultura humana, como a leitura, a escrita e o cálculo.

Desse modo, são recrutadas áreas específicas durante o pensamento visuoespacial e manipulação fonológica para o processo da leitura, áreas analógicas relacionadas ao sentido de quantidades, áreas simbólicas de manipulação verbal para a manipulação da matemática e áreas associativas e emocionais, como a amígdala, para o processamento musical.

Na aprendizagem matemática, algumas das funções cognitivas são solicitadas e funcionam de uma maneira específica. Na verdade, esse modo de responder às solicitações advindas do ambiente reflete, em última instância, um modo de funcionamento

neuropsicológico peculiar. Este modo de funcionamento se refere a uma “estrutura mental” com a qual o indivíduo opera e responde a demanda ambiental. Tal funcionamento constitui o aparato cognitivo que propicia uma “condição única”, quer favorável ou não, de atender a solicitações advindas do seu contexto de vida ligadas às áreas social, acadêmica e profissional.

Dependendo do tipo de tarefa, do tipo *input* ou *output*, a informação percorrerá circuitos ou módulos cerebrais diferentes, identificados através de distintos modelos explicativos sobre cognição matemática de repercussão propostos na literatura científica: o Modelo de McCloskey (MCCLOSKEY, 1992) e o Modelo do Código Triplo (DEHAENE e COHEN, 1995).

Importante observar que as habilidades específicas do pensamento matemático exigem ativações e elaborações neurais dos dois hemisférios cerebrais, o que mais tarde poder-se-á observar também como característica do funcionamento de cérebros de músicos, especialmente os que utilizam partituras com linguagem musical para execução de instrumentos musicais.

Quanto aos modelos explicativos da cognição numérica, McCloskey (1992) argumenta que representações semânticas dos números são abstratas e únicas, ou seja, independem do formato usado (arábico, verbal, romano, analógico, etc.) e da modalidade do estímulo apresentado (auditivo ou visual). Assim, a compreensão do numeral requer que ele seja traduzido para uma representação abstrata interna, ao passo que sua produção exige que sua representação semântica interna seja traduzida para um formato de *output* adequado. Há, então, uma arquitetura cognitiva com três componentes principais: dois sistemas periféricos – um para a compreensão de numerais e outro para sua produção – e um nível central para representação semântica dos números (BASTOS, 2008).

O autor aponta, ainda, a existência de representações específicas de números (arábicos, fonológicos ou grafêmicas), mas tais representações estão encapsuladas em módulos-satélites de *input* e *output* e exercem função somente no reconhecimento periférico e em estágios de produção. Cálculos, comparações de tamanho, julgamentos de paridade e outros processos aritméticos operam com representações abstratas. (MCCLOSKEY, 1992).

Na modularidade do processamento da matemática, no modelo de Dehaene e Cohen (1995), existem três sistemas importantes envolvidos: um sistema analógico, um verbal e um simbólico-visual. O sistema analógico, responsável pela estimativa numérica, já está ativo nos primeiros meses de vida, enquanto o sistema verbal é desenvolvido a partir do 3º ano de vida e atinge a maior maturação a partir dos 7 anos. Esse esclarecimento fundamenta a perspectiva

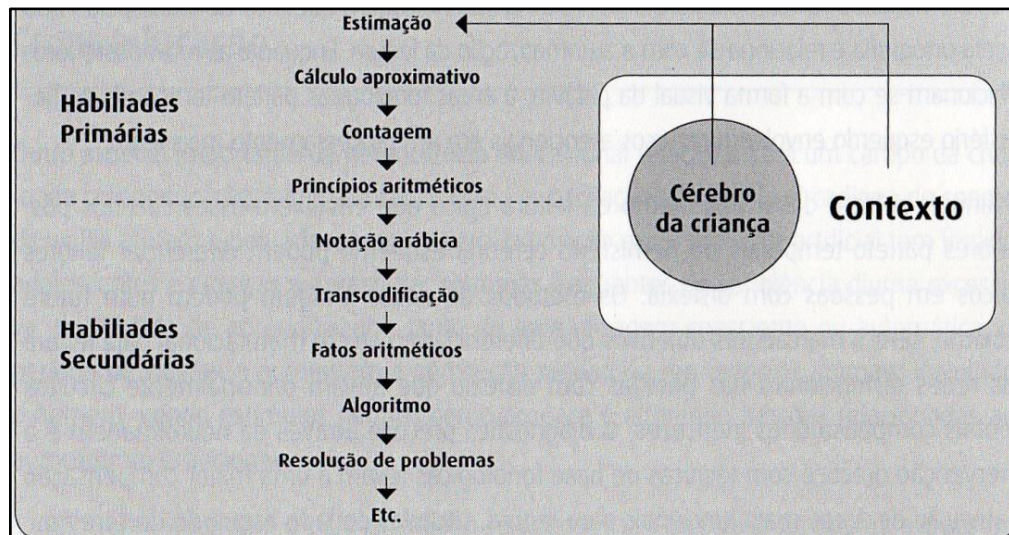
inclusiva da educação, por meio da qual se entende que a estimulação dessas habilidades pode sustentar o desenvolvimento, ou mesmo oportunizar a plasticidade em áreas específicas, promotoras da aprendizagem matemática.

A compreensão de que existem habilidades primárias relacionadas à estimativa e ao cálculo aproximado, que são de aquisição espontânea, e que a partir dessas aquisições inatas surgem as habilidades secundárias, estimuladas pela educação e cultura, relacionadas à resolução de problemas e transcodificação numérica, implica num modelo de ensino da matemática no qual as habilidades inatas devem ser estimuladas precocemente em um processo sequencial no qual as habilidades estratégicas relacionadas à memória de trabalho e automatização de procedimentos aritméticos serão envolvidos posteriormente (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016, p.72).

Na Figura 6, apresentada abaixo, observam-se as habilidades primárias, que consistem na estimativa, no cálculo aproximado, na contagem e em princípios aritméticos; e habilidades secundárias: notação arábica, transcodificação, fatos aritméticos, algoritmo, resolução de problemas, etc.

No domínio da aritmética é proposta uma distinção entre habilidades primárias e secundárias (GEARY, 2007). As habilidades primárias correspondem às intuições primitivas de números e dos princípios aritméticos, adquiridos de forma espontânea pelas crianças na interação com o mundo físico e social.

Figura 6 - Habilidades do Processamento Matemático



Fonte: Muszkat e Rizzutti, 2016, p.72

As habilidades secundárias correspondem às invenções culturais (tabuada, escrita das operações matemáticas, etc.). Elas exigem pedagogia explícita, treino e esforço para sua aquisição. É imprescindível a mediação para a construção desses conhecimentos. O quadro de Habilidades do Processamento Matemático (Figura 6) demonstra habilidades indicadas para

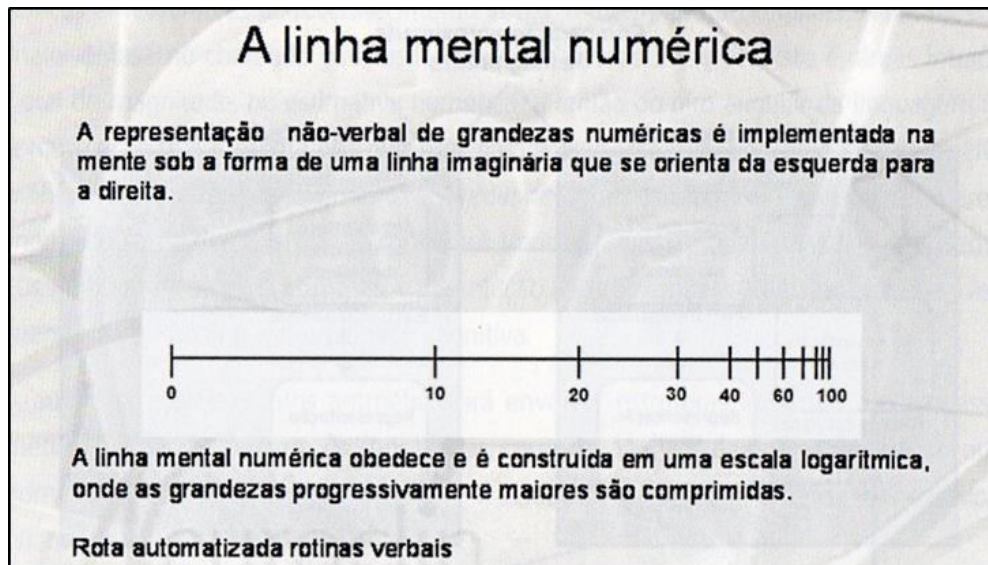
serem estimuladas no ensino da matemática para crianças até 3 anos de idade, o que confirma a sugestão da neurociência educacional para o ensino pautado na estimulação, considerando que o cérebro é um sistema individual. Vê-se, assim, que estratégias didáticas são capazes de modificar respostas cognitivas (plasticidade).

Além disso, o efeito da modularidade também explica por que, quando se lida com números inferiores a 5, as respostas são mais rápidas com a mão esquerda, pois traduz o processamento do lado direito do cérebro. Quando números maiores que cinco são processados, respostas mais rápidas são atribuídas à mão direita, processadas em maior amplitude pelo lado esquerdo do cérebro. Esse efeito, chamado de SNARC (*Spatial Numerical Association of Response Codes*), mostrou a influência da linguagem e do hemisfério esquerdo no processamento numérico, justificando o fato dos indivíduos alfabetizados em hebraico ou árabe apresentarem o efeito SNARC invertido (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016).

O caráter não-simbólico, analógico das representações de magnitude, ficou evidente em uma série de estudos experimentais, demonstrando a natureza espacialmente orientada das representações de magnitude. Em uma tarefa não quantitativa de julgamento da paridade de números de 1 a 9, Dehaene, Bossini e Giraux (1993) observaram uma interação de tempos de respostas entre magnitudes dos estímulos e a mão utilizada para responder. Para os números inferiores a 5, as respostas eram mais rápidas com a mão esquerda; enquanto que; para os números maiores que 5; as respostas com a mão direita ocorriam de forma mais rápida. O resultado foi denominado de Efeito SNARC (*Spatial numerical association of response codes*) (DEHAENE; BOSSINI; GIRAUX, 1993).

A partir desse efeito em atividades como determinar se números expostos são pares ou ímpares, postula-se que, mesmo para tarefas simples como determinar a paridade de números, são acessadas representações analógicas de magnitude que se orientam da direita para a esquerda. Assim, as magnitudes numéricas estariam representadas na imaginação espacial, sobre uma forma de linha mental orientada da direita para a esquerda (Figura 7). À medida que há uma maior magnitude ou densidade ou menor diferença entre os números, há menos discriminabilidade na representação mental.

Figura 7 - Linha Mental Numérica – Efeito SNARC (*Spatial Numerical Association of Response Codes*)



Fonte: Muszkat e Rizzutti, 2016, p.131

Dessa forma, existe a possibilidade de modificabilidade permanente de natureza plástica das redes cerebrais que se sobrepõem a uma estrutura modular. Isto é, o cérebro dispõe de redes funcionais que se comunicam e se modificam à medida que são estimuladas, e, como consequência, são identificados alguns sistemas parcialmente autônomos, como as chamadas Funções Matemáticas (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016). Os estímulos sensoriais podem e devem ser utilizados para que diferentes áreas se desenvolvam, destacando-se a audição, presente na Musicalidade, como instrumento de estimulação do pensamento matemático.

Além disso, a música (audição, execução de instrumentos, treino musical) é capaz de modular tanto as funções visioespaciais quanto facilitar o processamento temporal, de suscitar estimativas na matemática e de envolver plasticidade do sistema atencional (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016).

A partir do efeito SNARC, é possível inferir que mesmo as tarefas não quantitativas, como a determinação da paridade de estímulos numéricos, ativam automaticamente representações de magnitude. Os resultados demonstram também que as representações ativadas de magnitude são de natureza espacial, analógica, orientando-se da direita para a esquerda no ocidente.

Estas evidências experimentais quanto à natureza analógica, especializada da representação de magnitudes, permitiram a Dehaene formular em 1992 o Modelo de Triplo Código, segundo o qual o processamento numérico e as operações aritméticas podem ser realizados com base em três sistemas de representações mentais: uma representação

analógica, espacialmente orientada e comprimida, e duas formas de representação simbólicas. As representações simbólicas de magnitude consistem dos numerais verbais – auditivos e numerais visuais – escritos.

2.5 Modelo Explicativo Código Triplo

A atividade cognitiva matemática tem sido estudada por educadores, matemáticos, psicopedagogos e neuropsicólogos que buscam a identificação das funções neurocognitivas envolvidas durante o processo de aprendizagem matemática, sendo necessárias à fusão integral e relacional entre as nossas capacidades numéricas específicas e as funções executivas, definidas por Muszkat e Mello (2008) como processos mentais associados ao pensamento. Processos que se relacionam com habilidades de planejamento e a utilização de estratégias para a resolução de problemas visando metas. Dentre esses, a Atenção Voluntária e Memória Operacional.

Sob o enfoque da neuropsicologia, pode-se afirmar que, em se tratando de condição cognitiva, o funcionamento do todo é maior do que a soma do funcionamento de cada uma das partes. Logicamente, essa funcionalidade neurocognitiva modifica-se ao longo do processo de desenvolvimento (crescimento), dentro de um ritmo próprio e sujeito às intervenções ambientais e/ou condições de saúde pessoal.

O cálculo é uma função cerebral complexa, em que numa operação aritmética simples vários mecanismos são envolvidos, como: a) o processamento verbal e/ou gráfico da informação; b) percepção (aspectos da discriminação, memória auditiva e visual, memória sequencial, coordenação viso-motora, orientação espaço-temporal e controle dos movimentos); c) reconhecimento e produção de números; d) representação número/símbolo; e) discriminação visuoespacial; f) memória de curto e longo prazo; g) raciocínio sintático; h) e atenção (BASTOS, 2008).

Na aprendizagem da matemática, algumas das funções cognitivas funcionam de maneira específica, um modo de funcionamento neuropsicológico peculiar, que se refere a uma ‘estrutura mental’ com a qual o indivíduo opera e responde à demanda ambiental, constituindo o seu aparato cognitivo que propicia uma ‘condição única’, quer favorável, quer desfavorável, de atender as solicitações advindas do seu contexto de vida ligadas às áreas social, acadêmica e profissional.

Esse modo peculiar de operar mentalmente (perceber, integrar, elaborar e responder) é fruto tanto do funcionamento de cada função neuropsicológica em particular quanto do

funcionamento em conjunto de todas elas (atenção, memória, linguagem, habilidades visoperceptivas e viso-construtivas e funções executivas).

Em 1992, a pesquisadora Karen Wynn, do Laboratório de Cognição Infantil da Universidade de Yale, realizou um experimento com bebês de quatro e cinco meses de idade (WINN, 1992). Ela descobriu que bebês de poucos meses já sabem efetuar somas simples, não obviamente com os símbolos convencionais, mas sabem diferenciar entre um, dois e três objetos, e, além disso, sabem, por exemplo, que juntar um objeto com um outro terminará com dois objetos, não com um, nem com três. Isso significa que as Funções Matemáticas já estão presentes nos humanos antes de conhecerem números, sendo familiarizados com quantidades e adição e possuindo um sistema de representação não-verbal.

Fauconnier e Turner (2002) afirmam que os bebês já nascem com habilidades de identificação, integração e imaginação. Viabilizam interpretar, por exemplo, tonalidade da voz da mãe, sua aparência facial, seu cheiro e possíveis gestos. Isso significa que o bebê aciona uma referência de caracterização a determinada identidade. Essa identidade é dinâmica à medida que se desenvolve e se reorganiza mentalmente em suas experiências. A habilidade de integração envolve o estabelecimento de regras e ordenação das coisas, podendo ser exemplificada quando o bebê aprende a manusear um chocalho obtendo o resultado ao repetir o movimento de balançar as mãos (movimento-som). A imaginação se apresenta a partir dessas regras estabelecidas que podem ser reorganizadas em outro momento e ambiente, isto é, quando simulados. Essas habilidades cognitivas são básicas para o desenvolvimento do pensamento simbólico (matemático) nos anos de vida seguintes dos bebês, visto a necessidade de criarem-se padrões para os domínios de imitação, atenção e memória; para a simulação de fatos, criação de hipóteses e representação.

Brannon e Roitman (2003) confirmam que as representações de magnitude em animais e bebês obedecem às regularidades psicofísicas, indicando elas devem ser de natureza perceptual, não simbólica. Em relação ao senso numérico, Dehaene (1999) afirma que está presente em bebês desde tenra idade, sendo uma habilidade de representar e manipular magnitudes numéricas de forma não verbal em uma linha numérica internalizada. O senso numérico a que ele se refere é constituído de dois mecanismos não verbais de percepção genuinamente numérica: um sistema exato para numerosidades pequenas até cinco unidades e um sistema de aproximação para numerosidades maiores. Todos os humanos, independentemente de sua cultura e educação, possuem uma compreensão intuitiva de número. Evidências de imagens cerebrais e neurofisiológicas apontam que o conhecimento do número é fruto do processo evolutivo e foi herdado de ancestrais (DEHAENE; COHEN,

1995; DEHAENE, 1997; 1999). Assim, a hipótese da formação do senso numérico postula que esse sistema cerebral já está disponível desde muito cedo no desenvolvimento.

Mauro e Rizzutti (2016) afirmam que a descoberta de habilidades analógicas numéricas nos bebês postula que o raciocínio aritmético pode ser subsidiado por representações inatas. À medida que há maior complexidade da linguagem, tal desempenho sobrepõe-se e é enriquecido pelas habilidades simbólicas do hemisfério cerebral esquerdo. Assim, lactentes de 5 meses de idade já são capazes de realizar operações aritméticas elementares de adição e de conjuntos, inclusive antecipando resultado de operações como os observados nos estudos de Winn (1992). Quanto aos estímulos usados, os autores registram:

Tais achados têm implicações importantes para os estudos e implementação da educação matemática, no sentido de que estimular habilidades aritméticas primárias, como estimativas de números, contagem, princípios aritméticos básicos, é fundamental para fortalecer o processo sequencial de aquisição de habilidades matemáticas mais formais, que permitirão o desenvolvimento de habilidades secundárias, isto é, influenciadas pela aprendizagem, pela cultura, como a anotação arábica e o valor posicional dos números de base 10 (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016, p. 136).

Além disso, Gazzaniga *et al.* (1984) estudaram pacientes com lesão do corpo caloso ou seccionado cirurgicamente, comprovando que ambos os hemisférios processam números e quantidades, existindo pelo menos duas importantes diferenças: os números apresentados ao hemisfério esquerdo podem ser nomeados, enquanto ao hemisfério direito, não; o único cálculo possível com o hemisfério direito é o de aproximação.

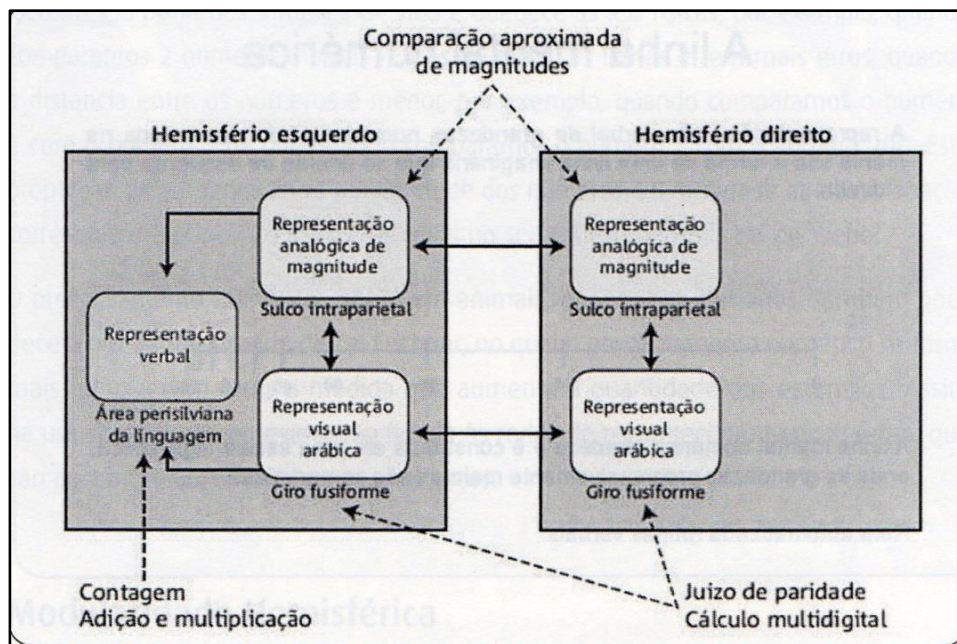
Morin (1973) explica, por meio da Escala Temporal Neurocognitiva (MORIN, 1973, p. 140-141), que o córtex ou neocórtex, é a região responsável pelas conexões das funções cognitivas mais nobres, como linguagem e raciocínio. É, portanto, na escala temporal do desenvolvimento humano, a região em desenvolvimento mais recente, tendo mais ou menos 50 mil anos no *homo sapiens*, em contraposição ao sistema límbico (responsável pelos instintos de sobrevivência e comportamentos relacionados à alimentação, competição e sexo), de aproximadamente 300 milhões de anos.

O modelo de Código Triplo (*Triple-Code Model*), proposto por Dehaene e Cohen (1995), tem figurado como uma tentativa bem sucedida para compreender as representações mentais das habilidades aritméticas. Esse modelo postula a existência de três diferentes códigos para representar números mentalmente: um código auditivo verbal, um código arábico visual e um código de magnitude analógico.

O modelo descreve que as representações fundamentais de magnitude dos números são de natureza perceptiva e se desenvolvem muito cedo, tanto na filogenia, sendo observado até em peixes, quanto na ontogenia, precocemente observada em bebês.

A comunicação entre essas representações é realizada por meio de caminhos de tradução. O modelo também especifica quais códigos internos são utilizados para quais operações numéricas, indicando que as mesmas representações de base seriam usadas em uma dada tarefa toda vez que fosse apresentado um formato de numeral. Nessa perspectiva, o código verbal é utilizado para a contagem e recuperação de fatos aritméticos, enquanto cálculos com muitos dígitos e julgamentos de paridade são mediados através do código arábico. A magnitude analógica representa a semântica numérica, a noção de quantidades empregada para comparação de magnitudes, estimações e cálculos de quantidade aproximada (DEHAENE; COHEN, 1995).

Figura 8 - Modelo Código Triplo



Fonte: Muszkat e Rizzutti , 2016, p.132

No modelo de Código Triplo (Figura 8), há, portanto, o assentimento de um código verbal, ou seja, uma representação verbal entre as representações de base para a aritmética. Uma representação de funcionamento verbal dos números implica na aquisição do sistema de números sob a forma de palavras de uma determinada língua, e do estabelecimento de uma ligação entre a palavra que designa o número e um sistema de número simbólico, como, por exemplo, o sistema indo-arábico.

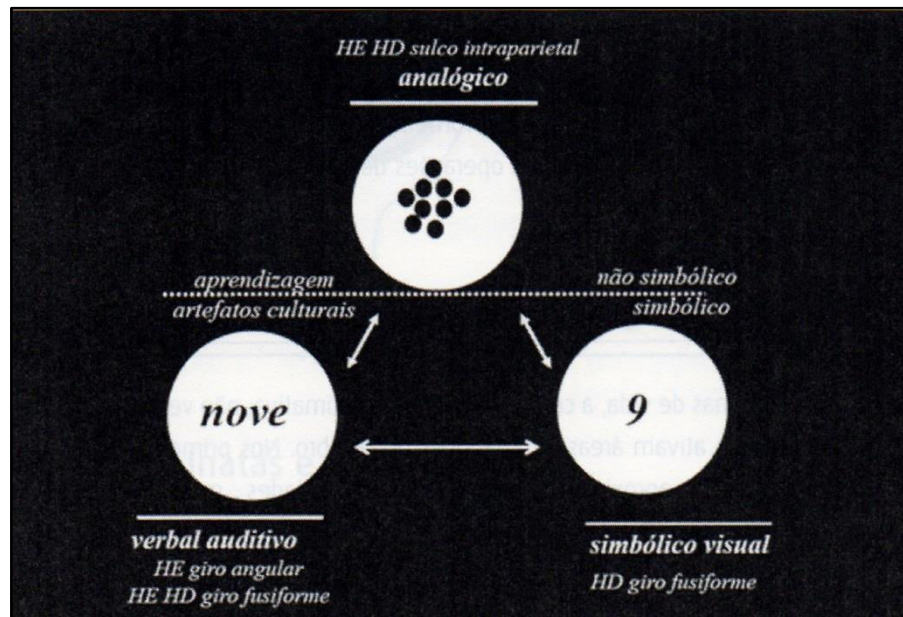
A transformação de um código numérico para outro é chamada de transcodificação. Por exemplo, a leitura em voz alta de um número em sua representação arábica seria a transcodificação de um número do código arábico para o verbal, ao passo que escrever os números ditados seria a transcodificação de um código verbal – nome do número – para um numeral arábico (BASTOS, 2008).

Na representação cognitiva aritmética de base do código verbal, além da habilidade de transcodificação numérica, estão inseridas habilidades de cálculos de multiplicação e adição. A recuperação de fatos aritméticos, como a tabuada, resulta de uma associação numérica verbal. Assim, em um cálculo como 5×9 , há uma tradução dos numerais em uma representação verbal (cinco vezes nove) que permite a recuperação do resultado na forma verbal (cinco vezes nove é quarenta e cinco).

Para a realização de cálculos mais complexos, como 987×345 , utiliza-se a representação arábica dos números, a qual é essencial para a aplicação dos algoritmos de cálculo multidígito. Da mesma forma que fatos aritméticos são recuperados na multiplicação por meio da recitação da tabuada, cálculos de adição com poucos dígitos também fazem uso da referida tradução dos numerais em representação verbal, como, por exemplo, $2+2$ (dois mais dois). Tal tradução permite a recuperação do resultado dessa operação na forma verbal (dois mais dois é igual a quatro). Na efetivação de somas mais complexas, a representação arábica dos números é utilizada, como ocorre em cálculos de multiplicação. Para fins dessa pesquisa, pretende-se adotar o Modelo Código Triplo. Estima-se que o canal auditivo seja a entrada sensorial para os estímulos em que pulso e unidade sonora poderão estabelecer uma relação numérica, promovendo e organizando aprendizagens.

A automatização dos fatos aritméticos envolve estruturas implícitas do processamento que não dependem da consciência, resultando um domínio específico da memória que é acessado de maneira automática, por exemplo, quando já automatizamos a tabuada.

Figura 9 - Rota numérica - Modelo Código Triplo



Fonte: Muszkat e Rizzutti, 2016, p.133

O Modelo do Triplo Código (Figura 9) tem sido confirmado por diversos estudos de casos clínicos, nos quais pacientes têm dificuldade seletiva, como no processamento dos números verbais, na escrita, na leitura, enquanto as representações estimativas de magnitude estão preservadas. Outros pacientes apresentam a preservação dos conhecimentos matemáticos verbais e dos fatos aritméticos, mas são comprometidos na representação e organização sequencial dos números.

Um exemplo de estimativa numérica extraída da bateria ZARECKI-R (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016, p.134): “Diga-me se é muito ou pouco: - 8 lâmpadas em um quarto?; - 4 professoras em uma sala?; - 10 folhas em uma árvore?; - 46 crianças em uma classe?; - 15 palavras em um livro?.”

De um modo geral, quando se tem comprometimento do lado esquerdo do cérebro, evidenciam-se prejuízos principalmente nas operações de adição, multiplicação e cálculo exato, enquanto o comprometimento dessa representação mais analógica altera a estimativa numérica e compromete as operações de subtração e cálculo aproximado.

A descoberta de princípios de aritmética ocorre entre a contagem e as representações inatas, e o princípio de notação arábica envolve o domínio de habilidades verbais e representações espaciais. Portanto, quanto mais fortalecido for o processo maturacional da linguagem, mais consistentes serão as manipulações dos números nas redes estratégicas do cérebro.

As aquisições aritméticas são cumulativas e o desenvolvimento sempre se fundamenta em aquisições prévias. O árduo processo de automatização envolve treino e exercício, mas as habilidades somente se consolidam quando o indivíduo desenvolve estratégias que dão à matemática um caráter de segunda natureza.

Em síntese, pesquisas de neurobiologia matemática ressaltam que as aquisições aritméticas se caracterizam por uma organização em módulos, mas que é plástica e interativa com as influências do ambiente e da educação. Tais aquisições envolvem influências genéticas e ambientais com ativações diferentes em cada fase do desenvolvimento: inicialmente redes de reconhecimento primárias, redes verbais de linguagem, redes visuais e, posteriormente, redes estratégicas. Envolvem, também, representações simbólicas e não simbólicas. São de caráter cumulativo e requerem automatização e generalização de princípios que devem ser dominados antes de se avançar para tarefas mais abstratas e complexas (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016).

Para a educação matemática, é fundamental estimular mecanismos que estão implicados e que podem ser desenvolvidos sequencialmente, sendo recomendável a transição de fase apenas quando a criança consolidar os domínios mais primitivos, isto é, dominar primeiro as magnitudes para depois consolidar as representações orais, para posteriormente manipular visualmente os números (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016).

Portanto, a neurociência educacional oferece aos educadores conhecimentos que podem auxiliar o professor a organizar suas práticas, a partir da perspectiva inclusiva, onde cada aluno terá a oportunidade de compreender sua realidade e nela atuar e desenvolver formas de raciocínio e processos.

Ainda voltados para o processamento da aprendizagem matemática, há de se afirmar que as características da mediação docente devem permanecer na dinâmica conhecimento-diálogo-prática, nos quais critérios mediadores devem ser observados e desenvolvidos para a efetivação da educação inclusiva.

No segundo capítulo, aspectos relacionados à neurociência e à música serão estruturados para a observação de efeitos da possível estimulação no desenvolvimento de habilidades envolvidas no processo de aprendizagem da matemática. Relacionaram-se efeitos da música no cérebro humano, destacando curtos e longos períodos de tempo de escuta e exposição a músicas consideradas educativas, isto é, estruturalmente organizadas. Além disso, foram descritos alguns efeitos positivos da música em habilidades cognitivas típicas de processos relacionados a aprendizagens, como atenção, memória e organização espaço-temporal.

3 NEUROCIÊNCIA E MÚSICA

...cada vez que uma peça musical é tocada, renasce para uma vida de algum modo nova, e a cada vez que se rende ao silêncio, ela morre outra morte. E a cada vez que ouvimos uma peça musical, nos erguemos e morremos de novo com ela: pois a nossa música, tal como nós mesmos, é mortal e morre no final, sempre à espera do renascimento (ROBERT MEAGHER)

A importância da música para a constituição e o desenvolvimento do homem tem sido objeto de estudo de várias disciplinas devido a sua abrangência ao envolver aspectos ligados à cultura, arte, educação e terapia.

Vários pesquisadores apontam efeitos da música no desenvolvimento humano, no qual, para cada habilidade musical (ouvir, tocar, compor, interpretar, improvisar, e outros) são envolvidas áreas diferentes e específicas do cérebro, produzindo domínios singulares e treináveis, que não precisam ser natos, pois extensivas experiências com regularidades persistentes podem ser consideradas como modificabilidade de redes sinápticas (plasticidade) (THOMPSON, 2015).

Muszkat (2012) afirma que a música está relacionada à organização de unidades sonoras em aspectos temporais (ritmo), sucessão de alturas (melodia), organização tímbrica dos sons (tipo de fonte sonora) e disposição das vibrações sonoras; mais do que qualquer outra arte, ela tem uma extensa e significativa representação neuropsicológica, por não necessitar de uma codificação linguística em sua estrutura de apresentação e possuir acesso direto à afetividade nas áreas límbicas, que controlam as emoções, motivações e impulsos.

Exatamente por envolver o armazenamento de signos estruturados, a música estimula a memória não-verbal (áreas associativas secundárias), associa impulsos sonoros (efeitos da música) com plasticidade cerebral, isto é, com a mudança adaptativa da estrutura e função do sistema nervoso, como resposta a interações com o meio ambiente interno e externo e enfatiza a importância da lateralização hemisférica na percepção musical, o que sugere certo grau de independência funcional e anatômica para o processamento dos vários parâmetros sonoros (MUSZKAT, 2012).

Outro aspecto estudado pela neurociência refere-se à classificação da música como linguagem. Correntes teóricas apontam a música como precursora dos primórdios da linguagem. A partir da organização rítmica de instrumentos musicais e emissão de sons para a sobrevivência e convivência ainda nas cavernas, o homem começou a organizar a linguagem oral a partir dos elementos sonoros e rítmicos. Porém, não se tem ainda como comprovar se a música deu origem à linguagem oral ou se a linguagem oral precedeu a música.

O que importa é a semelhança entre a linguagem oral e a linguagem musical, abordada sob a ótica neurofuncional: as estruturas sensoriais, visuais, de atenção, de memória, da área motora; pois, como linguagem, a musicalidade é caracterizada pelas funções de representar e comunicar. Muszkat (2012) aponta que as estruturas envolvidas na linguagem musical são autônomas e diferentes das estruturas envolvidas da linguagem oral e escrita no que se referem aos processos das funções executivas do pensamento e da inteligência.

Thompson (2015) afirma que muitas pesquisas acreditam que comportamentos musicais são produtos de processamento do pensamento evolutivo, tais como comportamentos de diferentes culturas (tipos e estilos associados a períodos históricos) e que áreas do córtex orbito frontal, subcórtex e áreas do sistema límbico são totalmente ativadas pelo simples “ouvir” musical. O autor descreve o que ocorre nos estados emocionais ao ouvirmos música, associando ao imageamento de áreas ativadas, nos dois hemisférios, e explica a diferença de cérebros de músicos e não músicos em anatomia e funcionalidade, já comprovada pela ciência.

Ele relata que a partir dos eventos “*Neuroscience & Music Conference*” de New York (2000), Veneza (2002), Leipzig (2005) e Montreal (2007), vários centros de pesquisas do mundo voltaram-se para estudos dos aspectos da cognição que podem ser beneficiados com o treinamento musical. No Brasil, a Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal do Paraná destacam-se na temática.

Patel (2008) afirma que a música possui aspectos universais, como a capacidade de facilitar a coordenação e sincronia dos movimentos quando humanos estão envolvidos em atividades coletivas e sociointeracionistas; e postula que somos capazes de perceber a pulsação e a sincronia como características unicamente humanas e de alto valor adaptativo.

O campo do desenvolvimento humano focaliza o estudo científico de como acontecem as transformações físicas, psicológicas, sociológicas, entre outras, e como igualmente permanecem semelhantes desde a concepção até a morte.

A abordagem teórica do desenvolvimento humano exige uma perspectiva interdisciplinar, a qual contemple a interface de diferentes saberes, por ser um processo de construção contínua que se estende ao longo da vida dos indivíduos, sendo fruto de uma organização complexa e hierarquizada que envolve desde os componentes intraorgânicos até as relações sociais.

O desenvolvimento no curso de vida é abordado a partir de uma noção epigenética e probabilística (GOTLIEB,1996). Isso significa que cada indivíduo tem seu desenvolvimento delineado por inúmeras possibilidades vinculadas ao tempo, ao contexto e ao processo

(SIFUENTES *et al.*, 2007), exercendo a função primordial de agente de mudança e de transformação da sua própria história.

A participação do indivíduo na construção do mundo social possibilita a emergência de diferentes significações, que podem transformar o curso de seu desenvolvimento, assim como afetar a dinâmica da comunidade em que se encontra inserido. Por outro lado, as práticas sociais afetam as significações e construções simbólicas da pessoa. De acordo com esse princípio, todos os membros de uma determinada cultura participam ativamente da sua construção, influenciando e sendo influenciados, em uma dinâmica de afecção mútua, o que possibilita a emergência do novo (SIFUENTES *et al.*, 2007).

Bronfenbrenner (1996) desenvolveu um modelo científico/epistemológico que foi batizado de Modelo Bioecológico, com o qual visava criar uma alternativa para o estudo do desenvolvimento humano, considerando a importância da observação do indivíduo e suas interações nos diferentes contextos e sistemas.

O paradigma ecológico expôs importantes premissas para o planejamento e desenvolvimento de pesquisas em ambientes naturais (BRONFENBRENNER, 1996), representando uma séria crítica ao modelo tradicional de estudos em desenvolvimento que vigorava na segunda metade do século XX, principalmente no que se referia às pesquisas realizadas “fora de contexto”. Para Bronfenbrenner (1996), essas investigações focalizavam a pessoa dentro de um ambiente restrito e estático, sem a devida consideração das múltiplas influências dos contextos em que vivia.

Sua orientação bioecológica, ao contrário do modelo tradicional, compreende que o estudo do desenvolvimento exige um percurso mais amplo que a observação do comportamento em determinado momento do curso de vida. Ela requer o exame dos sistemas de interação social (não limitados a um único ambiente) e a consideração dos aspectos ambientais para além da situação imediata na qual o indivíduo se encontra (BRONFENBRENNER, 1996).

A ecologia do desenvolvimento humano refere-se ao estudo científico da acomodação progressiva, mútua, entre um ser humano ativo, em desenvolvimento, e as propriedades mutantes do ambiente imediato em que este ser humano vive, na medida em que esse processo é afetado pelas relações entre esse ambiente e pelos contextos mais amplos em que os ambientes estão inseridos. (BRONFENBRENNER, 1996).

Com essa perspectiva, Bronfenbrenner (1996) ressalta o papel ativo e protagonista do indivíduo como agente de seu próprio processo de desenvolvimento, rompendo com as premissas que concebiam o indivíduo como tábula rasa, sob a qual ele apenas recebia

influências do ambiente, sem nele poder intervir. No modelo de Bronfenbrenner, a dicotomia entre hereditariedade e ambiente se perde. Os aspectos genéticos e os ambientais não são vistos em oposição, mas complementares, sem os quais não ocorreria o desenvolvimento.

O desenvolvimento humano é considerado de forma contínua e recíproca, na interface entre aspectos biológicos, psicológicos e sociais, em que as forças de coação, responsáveis pelas mudanças e continuidade da pessoa, são notadas à luz dos processos evolutivos e das variações ocorridas na pessoa e no ambiente do qual faz parte. Neste sentido, o desenvolvimento passa a ser concebido, ao mesmo tempo, como produto e processo que, em íntima relação um com o outro, trazem à tona não só os efeitos do desenvolvimento como também suas propriedades. Afinal, os produtos são elementos presentes ao longo do processo, ajudando a caracterizar os diferentes estágios e períodos de transição no decorrer das trajetórias probabilísticas do indivíduo, em seu curso de vida (GOTLIEB, 1996).

Essa relação processo-produto é mediada pelas interações e relações sociais e pelas forças de coação, no interjogo sistêmico e multifatorial que caracteriza o desenvolvimento. Rompendo a antiga dicotomia entre determinismo genético e ambiente, compreende-se que o desenvolvimento humano se dá exatamente na interface entre estes dois domínios, por meio das experiências.

Tal desenvolvimento depende, principalmente, do equilíbrio entre o indivíduo e seus contextos ambientais, facilitadores e/ou limitadores das mudanças. Esses elementos, juntos, compõem a complexidade do desenvolvimento humano e apontam para a necessidade de considerar a plasticidade do desenvolvimento, bem como os fatores culturais que possuem papel fundamental nesse processo e possibilitam a compreensão da influência entre os fatores biológicos, psicológicos, ambientais, históricos e sociais, nos diferentes sistemas que envolvem o indivíduo.

As diferenças culturais evidenciam a plasticidade e a complexidade do desenvolvimento humano. Ainda que da mesma espécie, os seres humanos se recriam constantemente por intermédio das interações e relações uns com os outros, o que lhes confere a sensação de unidade de grupo, fomentando diferentes valores, sentimentos e possibilidades de desenvolvimento. Sendo todos da mesma espécie, portanto, compostos pela mesma matriz genética, o que explicaria as diferenças entre as pessoas e entre as culturas? Isto só pode ser entendido se pensarmos na plasticidade do ser humano que, a cada instante, cria novas possibilidades para vir a ser.

A partir dessa plasticidade é que se fundamenta a proposta dos elementos da Musicalidade: música, cognição e corporeidade, com vista ao desenvolvimento integral,

saudável e lúdico potencializados de forma interdisciplinar (saúde, educação, arte), que se efetiva e integra ao processo de expressão humana individual e coletiva.

Os efeitos neurológicos, biológicos e fisiológicos da experiência musical já são comprovados e podem ser mensurados em estudos científicos desde os primeiros sons vocais de bebês, por meio dos balbucios que se transformam em palavras e música. O acalanto, expressão materna de amor ao filho, é um momento de encantamento e segurança que traz grande prazer à mãe e ao filho, criando um clima de segurança e afeto, geralmente associados ao contato corporal.

Na infância, as brincadeiras, jogos e cantigas de roda envolvem músicas do cancionário infantil, típicas da cultura regional, que contribuem para o desenvolvimento psicossocial e processos neurocognitivos, como a memória e a atenção, assim como o gosto pelo canto, ao mesmo tempo em que se movimentam e expressam-se naturalmente, sendo um dos efeitos consequentes da música o movimento, tanto interno (funções cognitivas) quanto externo (movimento e comunicação), independente dos objetivos e das intenções que os sons alcançam em nossos ouvidos.

Especialmente no que diz respeito à elaboração cognitiva de conceitos associados às vivências na corporeidade, a maioria dos teóricos que estuda as origens da música concorda com a ideia de que a expressão rítmica e melódica está associada ao movimento de manifestações no humano, associando escuta à expressão motora (danças), e também com a ideia de que a expressão rítmica precedeu a expressão melódica no que tange às primeiras manifestações musicais no humano. Ribeiro (1965, p.5) descreve que “antes de tudo vive a música pelo ritmo, repetição de ruídos cadenciados em intervalos iguais: danças ritmadas, poesias ritmadas, cerimônias religiosas ao compasso dos mais variados ritmos.” Na opinião de Andrade (1980), por seu caráter dinâmico e coletivo, o ritmo agia com grande poder sobre a parte física, produzindo a absorção do indivíduo pela coletividade. Na música primitiva havia complexidade rítmica e pobreza melódica. (ANDRADE, 1980, p.17).

Por outro lado, o musicólogo Curt Sachs, segundo Jourdain (1997, p.386), declara que a organização do ritmo veio muito tempo depois, quando os homens deram forma melódica à alegria e ao luto. A ideia sustenta-se no fato de que os bebês aprendem primeiro a melodia através da modulação dos sons vocálicos. A regularidade rítmica vem anos depois.

É importante salientar que esse tema tem sido alvo de investigações de neurocientistas que estudam os fatores filogenéticos e ontogenéticos aliados ao desenvolvimento musical. As pesquisas visam elucidar experiências que comprovem algum tipo de predisposição inata dos seres para a aquisição de habilidades musicais. A percepção consciente dos sons obedece a

uma ordem previamente determinada, começando pela captação das ondas sonoras pelo tímpano; depois, no ouvido interno, ocorre a classificação de acordo com a gama de frequências captadas e a conversão em impulsos nervosos, e, por fim, ocorrem os sinais neurais transmitidos ao cérebro, onde ocorre a identificação da informação, armazenada na memória e eventualmente transferida para outros locais do cérebro (ROEDERER, 2002).

O primeiro elemento de entrada a ser reconhecido pelo sistema nervoso é a intensidade, ou volume, seguido pela periodicidade do som (distância espacial e temporal entre os pulsos neurais). Zatorre *et al.* (2006) demonstraram que a habilidade em perceber ritmo musical se deve à regularidade da ocorrência dos estímulos, pois se cria um padrão de expectativa ou uma previsão da ocorrência de um padrão rítmico com base no anterior, que ocasiona uma antecipação. Ratey (2001, p.114) adverte que o processo geral de percepção de sons envolve muitos níveis de processamento e é influenciado pelas “experiências” do indivíduo.

Benenzon (1988) afirma que os efeitos biológicos da música, segundo o ritmo, incrementam ou diminuem a energia muscular, o que implica em compreender que a escuta do ritmo impulsiona o movimento; que acelera ou altera a regularidade da respiração; que produz efeito marcado e variável na pulsação, na pressão sanguínea e na função endócrina; que diminui de diferentes modos o impacto dos estímulos sensoriais; que tende a reduzir ou a retardar a fadiga e, conseqüentemente, influencia o endurecimento muscular; que aumenta a atividade voluntária e a extensão dos reflexos musculares ao escrever e desenhar; que é capaz de provocar mudanças nos traçados elétricos do organismo; e que é capaz de provocar mudanças no metabolismo e na biossíntese de vários processos enzimáticos. Isso nos fundamenta quanto à relação de associação entre pulso e unidade sonora.

O ritmo é composto por diferentes propriedades: pulso, acento métrico, desenho rítmico e andamento. O pulso pode ser definido como uma marcação de tempo regular que se baseia no princípio da pulsação (movimento de contração e dilatação do coração e das artérias). A pulsação funciona como uma base constante que sustenta as variações do movimento. Como relata Jourdain (1997, p.172), “nosso sistema nervoso acrescenta pulsação onde não se encontra nenhuma”.

O metro, ou acento métrico, é a acentuação periódica e regular dos pulsos. Por exemplo, no ritmo binário, o acento métrico obedece ao seguinte padrão: a ocorrência de um tempo forte e de um tempo fraco; no caso do ritmo ternário, a ocorrência de um tempo forte e dois tempos fracos, facilitando, dessa forma, a percepção rítmica pois, de acordo com

Jourdain (1997, p.172), “uma característica dos nossos cérebros é medir as distâncias no tempo em termos de agrupamento de batidas”.

O desenho rítmico é a combinação de durações curtas e/ou longas que caracteriza os contornos da obra musical por meio de figuras rítmicas, que registram o som através de notas ou o silêncio através de pausas.

O andamento determina a velocidade das pulsações, podendo acelerar ou retardar o tempo entre um pulso e outro. Existem três níveis de andamentos: lentos, moderados e rápidos.

Os relógios naturais do cérebro, ou “relógios biológicos”, são estruturas localizadas no sistema nervoso (nos animais superiores) que coordenam as atividades temporais endógenas e intermedeiam as sincronizações com o meio externo. Segundo Marques *et al.* (2003), esses “relógios biológicos” recebem informação do ambiente e, desse modo, a sua oscilação espontânea fica acoplada aos ciclos ambientais.

No início do desenvolvimento humano, para os bebês, a música, em sua constituição, destaca-se pela escuta (sensibilização sonora e audição como entrada sensorial para os circuitos neurocognitivos) e pela projeção espontânea e livre (expressão rítmica, sonora e corporal, organização psicomotora do movimento corpóreo). Seu significado influi na qualidade das relações afetivas, nas tradições e identidade cultural, nos efeitos emocionais do contato físico e carinhoso; portanto, ela impulsiona relações de ordem afetiva, social e cognitiva. Ainda segundo Joly (2003), a música pode contribuir para que a criança especial (com deficiência) amplie seus limites físicos ou mentais, despertando sua consciência perceptiva, seu desenvolvimento da audição e do controle motor.

Segundo pesquisadores (BYBEE, 2002; THOMPSON, 2015), os bebês são capazes de detectar frequências de música e voz humana, bem como sons mais graves a partir da vigésima primeira semana de gestação, quando se forma o ouvido humano. Isso irá influenciar a formação da linguagem, sua representação e comunicação. Após o nascimento, os sons da fala são preservados na memória, caracterizados pela entonação, timbre dos fonemas, alterações de volumes e altura (THOMPSON, 2015). Bebês humanos reconhecem a voz da mãe, e estudos já comprovam alterações nos circuitos neurais, principalmente nas áreas límbicas (emocionais), ao ouvi-la falar, e maior ativação ao ouvi-la cantar.

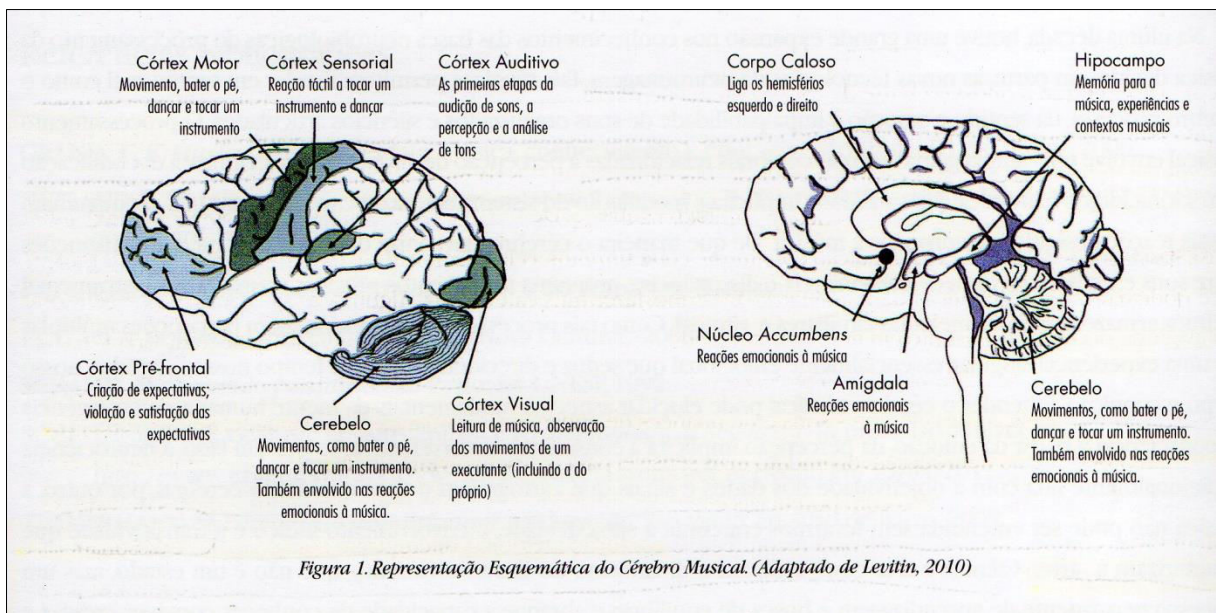
De um modo geral, as funções musicais são complexas, múltiplas e de localizações assimétricas, envolvendo o hemisfério direito para altura, timbre, discriminação melódica; e o esquerdo para ritmos, identificação semântica de melodias, senso de familiaridade e processamento temporal e sequencial dos sons. No entanto, a lateralização das funções

musicais pode ser diferente em músicos, se comparada a indivíduos sem treinamento musical, o que sugere um papel diretivo da música na plasticidade cerebral.

Assim, é possível afirmar que a música não apenas é processada no cérebro, mas afeta de forma pontual seu funcionamento. Pesquisas comprovam que as alterações fisiológicas com exposição à música são múltiplas e vão desde a modulação de padrões de variabilidade de ritmos endógenos da frequência cardíaca, dos ritmos respiratórios, dos ritmos elétricos cerebrais, dos ciclos de sono-vigília, até à produção de vários neurotransmissores ligados à recompensa, ao prazer e ao sistema de neuromodulação da dor. Treinamento musical e exposição prolongada à música considerada prazerosa aumentam a produção de neurotrofinas que são produzidas em nosso cérebro em situações de desafio, podendo determinar não só aumento da sobrevivência de neurônios como mudanças de padrões de conectividade na chamada plasticidade cerebral (MUSZKAT, 2012).

Na Figura-10 é possível observar a utilização dos dois hemisférios cerebrais para atividades que são vivenciadas com músicas, esclarecendo o potencial de estimulação das diversas áreas envolvidas e, conseqüentemente, suas conexões sinápticas, daí a afirmação de que a exposição a estímulos musicais possibilita a plasticidade cerebral (modificabilidade).

Figura 10 - Representação Esquemática do Cérebro Musical (Adaptado de LEVITIN, 2010)



Fonte: MUSZKAT, 2012, p.68

Há uma especialização hemisférica para a música no sentido do predomínio do lado direito para a discriminação da direção das alturas (contorno melódico²) e do conteúdo emocional da música (áreas temporais e frontais), enquanto o ritmo, a duração, a métrica, e a discriminação da tonalidade se dão predominantemente do lado esquerdo do cérebro.

Levitin (2010) parte do princípio de que a música é uma das atividades mais complexas do ser humano do ponto de vista cognitivo, e afirma:

A atividade musical mobiliza quase todas as regiões do cérebro de que temos conhecimento, além de quase todos os subsistemas neurais. Os diferentes aspectos da música são tratados por diversas regiões neurais (LEVITIN, 2010, p.100).

Sendo assim, a atividade musical envolvendo a escuta torna-se de suma importância para o desenvolvimento global.

Estudiosos concordam que os efeitos de curto e longo prazo de audição (escuta) da música produzem efeitos distintos, que deverão ser os primeiros fundamentos para o conceito de Musicalidade aqui proposto, em que ela poderá ser analisada como estratégia de estimulação às áreas cerebrais que irão processar o pensamento matemático tanto nas habilidades das funções executivas, quanto no processamento do sistema numérico.

² É a estrutura sonora da música compostas por variações especializadas entre notas musicais graves e agudas que completa a melodia sistematizada característica da música.

3.1 Efeitos de curta e longa duração de exposição à música

Há uma quantidade limitada de pesquisa psicológica sobre os efeitos de curto prazo de exposição à música; porém, o efeito comprovado em pesquisas científicas (ASHBY *et al.*, 1999; ISEN, 1999) refere-se à indução nos estados de humor positivo e excitação, que podem aumentar a criatividade em resoluções de problemas (MAIER, 1931; DUNCKER, 1945) e/ou aumentar a velocidade do processamento mental, sendo associados com aumento do nível do neurotransmissor dopamina, enquanto que a excitação é fortemente associada ao neurotransmissor norepinefrina. Assim, humor e excitação contam com diferentes sistemas neuroquímicos e podem ter efeitos distintos ou conjuntos sobre o desempenho cognitivo.

Este efeito, denominado de *priming*, é caracterizado por apresentar maior nível de sensibilidade do que de consciência, resultando em uma habilidade que produz resposta imediata capaz de gerar atitudes complacentes e persuasivas (THOMPSON, 2015). A partir desse conceito, várias atividades foram associadas à curta exposição de escuta musical, como Brunner (1990), em seu artigo *Music, mood, and marketing*, que identificou a influência musical imediata no comportamento do consumidor; Nkeita (1988), que descreveu como o povo de Gana utilizava a música (ritmo) como canção de trabalho para facilitar a ação eficiente e repetitiva no corte de grama; Areni e Kim (1993), que comprovaram que clientes gastaram mais comprando vinho caro ouvindo música clássica do que ouvindo músicas populares, da rádio; e Milliman (1982), que observou que as pessoas andam mais devagar nas lojas quando o ritmo da música de fundo é lento. Tais resultados demonstram que a exposição à música não só induz a estados emocionais, mas também pode ter benefícios de curto prazo para a velocidade de processamento e resolução criativa de problemas (MAIER, 1931; DUNCKER, 1945; ASHBY *et al.*, 1999; ISEN, 1999).

Uma das pesquisas mais marcantes, e divulgadas mundialmente, de efeitos da curta exposição da escuta musical, é o denominado Efeito Mozart, publicada em 1993 por Rauscher, Shaw e Ky, na qual comprovaram alterações neurofisiológicas e melhores desempenho de estudantes universitários em testes de habilidades espaciais depois de ouvirem 10 minutos de uma sonata de Mozart. Os resultados ficaram conhecidos como o “Efeito Mozart” e receberam enorme atenção na mídia popular e estudos científicos. Embora os autores observassem que o efeito fora transitório, durando apenas cerca de 10 a 15 minutos, os resultados foram amplamente interpretados como evidência de que "a música faz você mais inteligente". Várias pesquisas foram desenvolvidas após o fato, variando instrumentos, metodologias e análises, colocando em dúvida o efeito de estados de humor e excitação (já

comprovados) ou a formatação estrutural da Sonata para Dois Pianos em Ré Maior do compositor austríaco.

A partir dos anos 90, Hughes *et al* (1998) apresentaram resultados da relação da atividade paroxística no EEG (eletroencefalograma – exame que analisa a atividade elétrica cerebral espontânea, captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo) em pacientes portadores de epilepsia. Observaram que a audição de Mozart (Sonata para dois pianos em Ré Maior, K448) induziu a uma significativa redução da atividade paroxística inter-hemisférica em 23 de 29 pacientes (79%), incluindo pacientes em coma. Observaram ainda que não só a frequência da atividade paroxística diminuía, mas também a amplitude das descargas. O Mapeamento Cerebral realizado durante a sonata mostrava diminuição da atividade teta e alfa nas regiões centrais, com aumento da atividade delta nas regiões central e média. (MUSZKAT e MELLO, 2012)

Quanto à exposição a um longo período de tempo na música, Hetland (2000) e Schellenberg (2000; 2005) estudaram seus efeitos cerebrais e os explicaram com o termo *cognitive transfer* (transferência cognitiva), que se refere à transferência de habilidades cognitivas de um domínio para o outro, causada provavelmente por sobreposições anatômicas das conexões celulares envolvidas. “*Cognitive transfer – the transfer of skills from one domain to another – is most likely to occur if there is anatomical overlap in the brain networks involved*” (THOMPSON, 2015, p. 303).

A investigação sobre os efeitos de transferência cognitiva é ainda, em grande parte, inconclusiva porque os pesquisadores normalmente adotam método de correlação, o que torna impossível fazer inferências. Há características preexistentes, como famílias que possuem condições econômicas para apoiar atividades musicais permanentes. Pessoas que se tornam musicalmente treinadas podem diferir de indivíduos não treinados de inúmeras formas, e diferentes associações entre habilidades musicais e não musicais podem surgir como consequência dessas diferenças pré-existentes, e não como uma consequência da formação musical.

A experiência musical modifica estruturalmente o cérebro em seu tamanho, conectividade de várias áreas como o corpo caloso (que une os hemisférios cerebrais), cerebelo e córtex motor (envolvido com a execução dos instrumentos). Vários circuitos neuronais são ativados pela música, uma vez que o aprendizado musical requer habilidades multimodais que envolvem a percepção de estímulos simultâneos e a integração de várias funções cognitivas, como a atenção e a memória, e de áreas de associação sensorial e corporal, envolvidas tanto na linguagem corporal quanto simbólica.

Crianças com alta motivação e apoio dos pais podem desenvolver muitas habilidades em decorrência da estimulação emocional. Assim, correspondências entre as competências podem ser explicadas pela motivação subjacente. Os pesquisadores que utilizam correlações normalmente tentam controlar as diferenças óbvias, muitas vezes por grupos de harmonização para variáveis como renda familiar e notas escolares, ou usando técnicas estatísticas. No entanto, não é razoável supor que os pesquisadores possam mensurar todas as possíveis diferenças entre os indivíduos musicalmente treinados e não treinados. Portanto, quaisquer conclusões que são tiradas de estudos de correlação, invariavelmente devem ser reconhecidas como provisórias (THOMPSON, 2015).

Outra variável de diferenças individuais é atribuída ao nível de autoestima do grupo experimental e do grupo controle e, portanto, não pode explicar as diferenças de desempenho, já que a autoestima é uma variável significativa.

Pesquisas com imagens comprovam o que já registramos: cérebros de músicos (profissionais) e não músicos diferem em funcionalidade e anatomia (MUSZKAT, 2012; THOMPSON, 2015).

3.2 Música e Habilidades Cognitivas

Uma série de estudos revela uma correlação entre o ensino de música e habilidades de linguagem, particularmente de leitura e memória para material verbal. Tal correlação pode ser esperada se as habilidades verbais e musicais envolverem processos perceptuais, cognitivos, motores ou similares. Certamente, ambas as atividades envolvem o sistema auditivo de alguma forma e, por esse motivo, este subitem está presente nesta pesquisa, correlacionando música e linguagem visando à futura aprendizagem da escrita matemática.

A música é percebida pelo ouvido humano, órgão de captação sonora cuja entrada acústica é representada por um código neural com sincronismo preciso e informação espectral. Durante os primeiros anos de vida, os estágios de processamento do sistema auditivo ativam todas as entradas acústicas da mesma maneira, independentemente de se tratar de fala, música ou sons no ambiente. Mesmo em fases posteriores do desenvolvimento, alguns processamentos são semelhantes nesta funcionalidade e localização anatômica. Como exemplos, os sons resultantes de música e discurso (oral) tendem a ser agrupados em porções, como frases faladas ou musicais; pontos de sotaque e estresse são extraídos e expectativas para futuros eventos são gerados. Dada a sobreposição suficiente nos processos envolvidos, a formação em música pode levar a habilidades verbais mais potencializadas.

Da mesma forma, a leitura de música com notações (pauta musical) leva à melhora de leitura nas áreas visuais e simbólicas, sendo possível estabelecer correlação com os símbolos visuais da matemática. A leitura musical tipicamente envolve a conversão de símbolos visuais em um conjunto de comandos motores, não diretamente convertidos em ação, mas interpretados através de processos perceptivos e cognitivos especializados para a música, por exemplo, um pianista lendo e tocando a partitura, concomitantemente.

Um processo semelhante está envolvido ao se tratar da leitura em voz alta, que é ensinada principalmente em estágios iniciais da língua, quando a fluência é um importante indicador do progresso da criança na habilidade de leitura. Habilidades de leitura avançadas geralmente não envolvem acompanhamento falado, assim, o treinamento de leitores exige a conversão dos símbolos visuais (material escrito) em ideias, através de processos perceptivos e cognitivos especializados para a linguagem, e essas ideias não são dubladas: elas equivalem ao simbólico, ao que representam. Este processo de interpretar símbolos visuais também ocorre na leitura de música, mas é geralmente seguido pela implementação de comandos motores na forma de música – desempenho (performance) instrumental (THOMPSON, 2015).

Entre quatro e cinco anos de idade, as habilidades musicais são positivamente correlacionadas com habilidades em leitura. A conexão entre o treinamento da música e a memória verbal não é imediatamente óbvia, mas é possível que reflita a função aprimorada do lobo temporal esquerdo entre os músicos. Áreas de processamento auditivo do lobo temporal esquerdo apresentam maior atividade do que os não músicos para uma série de tarefas musicais. O hemisfério esquerdo, por sua vez, é especializado para o processamento de materiais verbais (THOMPSON, 2015).

Foi realizada uma meta-análise de 24 estudos de correlação entre estudantes do ensino médio, alguns com amostras de mais de 500 mil alunos, que identificou uma associação forte e confiável entre o ensino da música e habilidades de leitura. Como todos os estudos de correlação, no entanto, inferências causais não podem ser estabelecidas, mas podem ser indicativas de que a exposição à música pode levar a habilidades verbais melhoradas; de que a aptidão musical poderia decorrer habilidade verbal; ou, ainda, um terceiro fator, de que a autoestima ou a inteligência geral poderia predizer habilidades verbais e musicais.

Outro estudo relatou que crianças com formação musical apresentam maior consciência fonológica do que aquelas sem formação em música ou escuta treinada (músicas clássicas). A consciência fonológica é a compreensão de que as palavras são compostas de fonemas, que as letras do alfabeto representam vários sons da fala, e que aprender a ler em um

sistema alfabético requer uma consciência de que a linguagem é composta por estas unidades básicas de expressão.

Muitos pesquisadores têm argumentado que a consciência fonológica é fundamental para a leitura. Somente as crianças que são capazes de ouvir os sons da fala básicos que compõem uma palavra podem facilmente associar esses fonemas com letras. Voz e música envolvem um número finito de unidades (fonemas, notas) que são combinadas de acordo com as regras (chamadas gramáticas linguísticas ou musicais) para produzir um número ilimitado de frases linguísticas ou musicais. Se as habilidades de análise auditiva são semelhantes para a música e leitura, seria de se esperar que as habilidades em um domínio poderiam estar positivamente correlacionadas com habilidades em outro domínio (THOMPSON, 2015).

Em outro estudo, os pesquisadores descobriram que a capacidade de determinar a ordem temporal de entrada acústica foi melhor em crianças com treinamento musical. O processamento temporal pode facilitar a capacidade de perceber com precisão e codificar material verbal. Tanto a música quanto a fala envolvem mudanças rápidas de informações sobre acústica, e a sua percepção exata depende da capacidade de rastrear essas mudanças em tempo real. Essa possibilidade é consistente com estudos clínicos que mostram uma ligação entre as habilidades de processamento temporal auditivo e melhorias na discriminação da fala e compreensão da linguagem.

Outros estudos experimentais examinaram os efeitos do treinamento em habilidades de leitura de música. Standley e Hughes (1997) observaram que crianças que tiveram 15 aulas de música obtiveram desempenho de habilidades de escrita significativamente melhor do que outras crianças. Os autores realizaram, ainda, um estudo experimental sobre crianças com dificuldades de leitura e descobriram que aquelas que receberam a instrução da música tiveram melhor desempenho em testes de leitura do que aquelas que não o fizeram. No entanto, um estudo semelhante sobre meninos com dislexia revelou um efeito do ensino de música nas habilidades temporais rápidas de processamento, habilidades fonológicas e habilidades de ortografia, mas não em testes de leitura.

Pesquisas sugerem que a codificação neural dos sons da fala ao nível do tronco cerebral é superior em indivíduos musicalmente treinados do que em indivíduos não treinados musicalmente. Em todas as pessoas, as características físicas das ondas sonoras são espelhadas nos padrões de ondas cerebrais que são estimuladas pelo som, de tal modo que há uma correspondência próxima entre a entrada acústica e atividade neural (THOMPSON, 2015).

Com efeito, a resposta do tronco cerebral vai imitar as características acústicas de qualquer sinal de fala, mas parece fazer isso com maior fidelidade em indivíduos musicalmente treinados. Além disso, a fidelidade de codificação de fala no tronco cerebral prevê competências linguísticas úteis, tais como a capacidade de fazer sentido do discurso em um ambiente ruidoso e a capacidade de leitura. Em suma, se o treinamento da música beneficia o processamento dos sons da fala ao nível do tronco cerebral, uma série de competências linguísticas importantes podem se beneficiar.

Do ponto de vista prático, os resultados dessas pesquisas implicam que pode ser importante incluir aulas de música no currículo educacional, não apenas por causa de seu valor inerente, mas também porque podem ajudar a apoiar a codificação neural da fala, levando potencialmente a amplos benefícios para o desenvolvimento da linguagem. Para as crianças com distúrbios de linguagem, como a dislexia, o treinamento da música pode até ser um complemento útil para outras formas de reabilitação.

Outra habilidade que é possível ser desenvolvida potencialmente pela música refere-se à prosódia da voz, que é o contorno global do som com o qual uma palavra ou frase é pronunciada, e muitas vezes na literatura é encontrada sob a expressão “desenho da fala ou prosódia da fala”. Vários aspectos da prosódia são universais, em particular, a declinação (a associação de tom baixo ou caindo para indicar uma conclusão). Em outras palavras, a prosódia da voz refere-se ao aspecto musical da fala e inclui a melodia (entonação) e o ritmo (velocidade) de expressão, que envolvem variações de amplitude, altura, timbre e *stress* e são poderosos sistemas de comunicação de significado emocional e estrutura sintática. Esta semelhança sugere que estes domínios se envolvem com os mesmos mecanismos para avaliar variações na informação acústica (THOMPSON, 2015).

A discussão das relações entre música e prosódia da voz tem uma longa história. Desde os períodos do renascimento ao barroco, compositores europeus tinham identificado a forte ligação entre a composição e oratória. Na literatura grega e romana sobre retórica (Aristóteles, Cícero e Quintiliano), o ritmo musical foi concebido em termos com os mesmos ritmos da fala (DURR e GERSTENBERG, 1980)

Quintiliano e Aristóteles tiveram opiniões semelhantes sobre os objetivos da retórica: instruir o orador nos meios de controlar e direcionar as respostas emocionais de sua audiência. Tiveram opiniões também semelhantes sobre tratados de música, para permitir o orador (o compositor ou mesmo o performer) mover as "Afeições" (as emoções) de seus ouvintes (DURR; GERSTENBERG, 1980).

As conexões entre música e prosódia de voz no discurso foram também reconhecidas por Darwin (1872) e continuam a ser amplamente aceitas, embora as origens dessa conexão não sejam totalmente claras. Por isso, alguns estudiosos têm proposto que a música pode estar ligada filogeneticamente a uma prosódia da fala, afirmando que música, prosódia da voz e expressões faciais dividem um “ancestral” comum, como padrões espaço-temporais de comunicação emocional, que são particularmente adaptáveis para interações entre mães e bebês (DURR; GERSTENBERG, 1980).

Como a música, a prosódia da voz está intimamente associada à emoção. De acordo com Bolinger (1978; 1986), a prosódia da fala provavelmente se originou a partir da utilização da melodia para sinalizar emoção, na qual a linha melódica crescente de notas graves para agudas pode sinalizar interesse, excitação e incompletude, ao passo que sinais de baixa intensidade ou declínio de notas agudas para notas graves sinalizam ausência de interesse e, portanto, finalidade. Não é incomum em trocas verbais limitar expressões de emoção para as qualidades vocais de discurso, mesmo quando eles não visam comunicar nada sobre o significado emocional subjacente ao material verbal (significado semântico). As emoções são muitas vezes expressas no discurso não pelo que é dito, mas pela forma como são ditas. A maioria das pessoas é especialista em manipular várias características acústicas de suas vozes para comunicar uma subjacente mensagem emocional (DURR e GERSTENBERG, 1980).

Embora haja algum debate sobre o conjunto preciso de emoções básicas, a maioria das teorias inclui alegria, tristeza, raiva e medo. Após avaliarem a capacidade dos ouvintes para identificar estas quatro emoções de prosódia do discurso, eles descobriram que a alegria e a tristeza eram fáceis de serem reconhecidas, ao passo que a raiva e o medo eram mais difíceis. Esse padrão também foi observado em estudos transculturais de prosódia da voz e música.

Numerosos resultados da investigação sugerem que a música e prosódia da voz são associadas ao convergente ou a áreas neurais que se sobrepõem. Dados PET (imagens do cérebro obtidas por tomografia por emissão de pósitrons) implicam circuitos frontais direitos na retenção e comparação de arremessos em frases e sílabas melódicas. O hemisfério direito é geralmente pensado como dominante, para interpretar nuances na inflexão vocal, tais como estresse, intensidade, timbre, tom emocional e campo de contorno melódico. Além disso, o hemisfério direito é superior ao esquerdo na identificação do significado emocional em música.

Patel *et al.* (1988) constataram que pacientes com lesão no hemisfério direito basearam-se em pistas temporais ao julgar a emoção na prosódia da fala. Em contraste, os

pacientes com lesão no hemisfério esquerdo basearam-se em informações de frequências ao realizarem esses julgamentos. Estes resultados sugerem que, sob condições normais, o significado emocional na prosódia da fala é realizado por uma combinação de sinais rítmicos, e também que, como a música, tanto o contorno melódico quanto os aspectos rítmicos da prosódia da fala transportam significados emocionais.

Se a música e a prosódia da fala envolvem circuitos neurais com sobreposição, as competências adquiridas através da formação de música podem aumentar a sensibilidade à prosódia da fala. Schellenberg (2005) examinou a possibilidade de que o treinamento da música em crianças pode levar ao aumento da sensibilidade à prosódia da fala, um componente da inteligência emocional.

Se a formação em música leva ao aumento da sensibilidade à prosódia da fala, pode-se refletir sobre os códigos verbais auditivos indicados como fundamento no conceito do Modelo Explicativo do Sistema numérico de Dehaene e Cohen (1995), registrado no primeiro capítulo desta pesquisa.

Quanto às habilidades emocionais, talvez a qualidade mais acentuada da música seja o poder de transmitir um significado emocional, e um aspecto fundamental da compreensão musical seja a capacidade de interpretar nuances de significado emocional. Portanto, experiências musicais estão fortemente ligadas ao histórico da vida emocional, implicando que o desenvolvimento de habilidades musicais estão fundamentalmente relacionadas ao desenvolvimento da sensibilidade emocional, indispensável em muitas tarefas cognitivas e sociais, pois o significado emocional é transmitido por meio do tom de voz (prosódia), da expressão facial e da linguagem corporal (GOLEMAN, 1996).

Thompson (2015) relata que as aulas de piano aumentam a sensibilidade para o significado emocional transmitida pela prosódia da fala, que é uma das dimensões da inteligência emocional. Esse efeito possui consequências para o funcionamento cognitivo geral e é amplamente reconhecido que existem ligações poderosas entre aspectos emocionais e cognitivos, o que implica que a sensibilidade a aspectos emocionais e outros de cognição pode ter uma impulsionadora competência valiosa.

Indivíduos com alta inteligência emocional não são apenas bons em interpretar e responder a estímulos emocionais; eles também são propensos a buscar estados emocionais que otimizam a sua capacidade para funcionar de forma eficaz no trabalho em ambientes sociais.

Conforme descrito anteriormente neste capítulo, estados emocionais influenciam significativamente o desempenho em tarefas cognitivas, tais como a velocidade de

processamento e resolução criativa de problemas. Um grande corpo de pesquisas mostrou que o humor positivo pode melhorar a nossa capacidade de resolver problemas de forma criativa; ele também aumenta a capacidade de organizar ideias, classificar materiais, acessar múltiplas perspectivas e lidar com eventos ou informações negativas.

Estudos acerca da música e funções executivas apontam que existem associações entre música e vários outros domínios cognitivos, principalmente em relação à atenção (NABAS e XAVIER, 2004) e à memória (BROCHARD *et al.*, 2004).

É possível que todas essas conexões sejam instâncias de uma associação maior entre a música e o funcionamento intelectual, como os medidos em testes de QI padrão. Musicalmente, indivíduos treinados podem ser simplesmente "mais inteligentes", em média, do que pessoas sem formação musical, que seriam responsáveis por associações entre proficiência musical e várias habilidades não musicais. Embora alguns pesquisadores tenham observado associações exclusivas entre música e uma habilidade específica, como leitura, muitos notaram associações que se estendem a uma gama de domínios não musicais. Associações generalizadas com domínios não musicais podem surgir devido a uma característica geral possuída por indivíduos treinados musicalmente, como competências reforçadas da função executiva. Alternativamente, essas associações podem surgir porque a capacidade musical envolve um grande número de sub-habilidades, tais como percepção de padrões, análise acústica, memória, atenção, processamento sintático, processamento emocional, planejamento motor e habilidade, e transcrição de símbolos visuais (notação música) em ação (THOMPSON, 2015).

Muitos estudos têm relatado uma associação entre habilidade musical e desempenho acadêmico. Os dados do Centro Nacional de Estatísticas da Educação mostram que, em uma amostra de 13.327 alunos do ensino médio americano, aqueles que participaram de treinamento musical apresentaram notas mais altas em Inglês, Matemática, História e Ciência, do que aqueles que não estavam envolvidos com a música.

Schellenberg (2005) conduziu um dos poucos estudos experimentais sobre o assunto. Ele atribuiu 144 crianças de seis anos de idade para aulas de música ou condições de comparação. Pouco antes de entrar no grau um, as crianças foram avaliadas em um teste de QI padronizados (a Escala de Inteligência Wechsler para Crianças - WISC III ou - III; Wechsler, 1991). Dois grupos de crianças receberam aulas de música (teclado ou canto) e outros dois grupos participaram nas condições de controle (aulas de teatro ou sem aulas). Crianças nas condições musicais ou teatrais receberam 36 semanas de aulas de teclado, canto, ou drama. Depois de um ano, todas as crianças foram novamente testados no WISC-III.

Todos os quatro grupos tiveram aumentos confiáveis em larga escala de QI, uma consequência típica de frequentar a escola. No entanto, o aumento no QI foi maior para os dois grupos de música do que para os dois grupos de controle. Além disso, foram observados aumentos semelhantes para todas as quatro áreas de capacidade intelectual medidas pelo WISC-III, sugerindo que os benefícios de aulas de música foram gerais, e não restritos a uma habilidade intelectual específica (THOMPSON, 2015).

A origem exata do efeito também não pode ser determinada a partir dos dados, mas existem algumas explicações plausíveis. Uma possibilidade é a de que as aulas de música incentivaram as crianças a ficarem mais atentas e engajadas quando confrontadas com atividades desafiadoras de qualquer tipo. Uma segunda possibilidade é a de que as crianças que têm aulas de música desenvolvem uma capacidade melhorada para atenção ao longo de um período de tempo prolongado (por exemplo, durante a execução de uma peça de música), e/o desenvolvimento de habilidades de concentração tornou mais fácil para elas permanecer na tarefa enquanto completam o WISC-III.

Uma terceira possibilidade é a de que as atividades de aulas de música se sobrepõem àquelas envolvidas em outras disciplinas escolares, de modo a que os benefícios gerais de frequentar a escola são exacerbados pela inclusão nas aulas de música. Assim, cada habilidade distinta que se desenvolve na formação de música pode ser associada com habilidades de composição das funções executivas. O resultado seria uma constelação de aperfeiçoamentos individuais, cada um requerendo a sua própria explicação, tendo em conta as operações cognitivas envolvidas. Por isso, os benefícios a longo prazo do treinamento da música são difíceis de avaliar. Schellenberg (2005) relatou as vantagens de um ano de aulas de música no QI e um estudo experimental por Costa-Giome (*apud* THOMPSON, 2015) sugeriu que muitos benefícios cognitivos de aulas de música esvaecem após dois anos de estudo. Schellenberg (2005) também relatou uma correlação entre os anos de formação musical e QI em larga escala entre os adultos.

Ao todo, os resultados implicam que o ensino extracurricular estruturado confere uma série de aprimoramentos ao funcionamento intelectual por pelo menos um ano. Esses benefícios podem se estender por períodos mais longos, mas a evidência é mista. Podem surgir por causa de uma habilidade geral, tais como a capacidade de concentração ou o envolvimento total com materiais desafiadores, mas parece muito mais provável que eles surgem porque o treinamento da música envolve a aquisição de numerosas habilidades cognitivas e psicomotoras (THOMPSON, 2015).

Quanto à música e habilidades específicas da Matemática, a história retrata esta conexão desde 582-497 a.C., com Pitágoras a explicar as relações harmônicas da música com suas devidas proporções utilizando a linguagem matemática. A música foi classificada como ciência enquanto disciplina do *Quadrivium Oxford*, durante a Idade Média, assim como a aritmética, a geometria e a astronomia. Nesta época, a educação musical voltava-se para as matemáticas da harmonia sonora do canto e instrumentos musicais.

A ciência da Matemática voltada para os harmônicos foi aplicada não só para a compreensão da música, mas também para distâncias entre os planetas e as velocidades orbitais. Esta conexão se fortaleceu porque a música foi estudada no aspecto físico do som e, neste nível, os fenômenos podem ser quantificados e descritos matematicamente.

Esta relação histórica é distinta nas teorias contemporâneas que postulam aspectos diferentes entre esses dois domínios cognitivos referentes às relações entre sons: o fenômeno sonoro como ondas físicas e a música como arte. Além disso, sabe-se que a música possui fatores determinantes de identificações culturais capazes de religar o indivíduo aos valores do seu meio, portanto, a si mesmo, reconstruindo sua história, sua identidade de forma positiva, integrando pessoas, por meio de seu poder de inserção social; reduzindo ansiedade, proporcionando a construção da autoestima e possibilitando comunicar-se pela linguagem sonoro-musical.

Schellenberg (2005) salienta que aulas de música podem ser consideradas experiências únicas porque envolvem uma combinação particular de vários aspectos tais como horas de prática individual, leitura à primeira vista, atenção e concentração, percepção de ritmo, treinamento auditivo. Logo, *Efeito Transfer* pode ser associado ao sucesso de habilidades utilizadas, por exemplo, no cálculo mental. Schellenberg (2005) afirma que a música é capaz de desenvolver muitas habilidades cognitivas de vários domínios, como atender rapidamente a informações temporais (velocidade do processamento mental), detectar agrupamentos temporais, desenvolver atenção e várias formas de simbolismos, aprimorar a sensibilidade emocional e expressividade e desenvolver habilidades motoras finas. Essas habilidades podem ser particularmente transferidas para uma grande variedade de domínios de habilidades cognitivas não musicais. Assim, a neuroplasticidade cerebral, estimulada pelo treinamento musical, pode provocar alterações estruturais e funcionais no cérebro, produzindo modificações em capacidades cognitivas, pois os neurônios não são estáticos, sendo capazes de alterar sua morfologia em resposta a experiências variáveis.

Brochard *et al.* (2004) comprovaram o desenvolvimento de capacidades cognitivas e motoras específicas que podem ser transferidas para outras respostas comportamentais,

incluindo capacidades visuoespaciais (ele utilizou teste neuropsicológico capaz de avaliar habilidades visuoespaciais de percepção e imagem mental) e processos atencionais mais eficientes devido à experiência de leitura musical, já que a decodificação de variações na dimensão altura envolve o reconhecimento de posições verticais relativas das notas musicais na partitura. Para a leitura de números e organização visual de expressões e operações numéricas, as transferências dessas capacidades podem influir positivamente na aprendizagem matemática.

Ainda, o uso da música para fins terapêuticos data de tempos primitivos e apoia-se em sua capacidade de evocar e estimular uma série de reações fisiológicas que fazem a ligação direta entre o cérebro emocional e o cérebro executivo. A música estimula a flexibilidade mental e a coesão social, fortalecendo vínculos e o compartilhamento de emoções que nos fazem perceber que o outro faz parte do nosso sistema de referência. Vários estudos revelam efeitos clínicos da música na precisão dos movimentos da marcha e no controle postural, facilitando a expressão de estados afetivos e comportamentais em indivíduos com depressão e ansiedade.

A exposição precoce à música, além de facilitar o surgimento de talentos, contribui para o desenvolvimento do cérebro biologicamente mais conectado, fluido, emocionalmente competente e criativo.

Muszkat (2012) afirma que crianças em ambientes sensorialmente enriquecedores apresentam respostas fisiológicas mais amplas, maior atividade das áreas associativas, maior grau de neurogênese (formação de novos neurônios em área importante para a memória como o hipocampo) e diminuição da perda neural. A educação musical favorece a ativação dos chamados neurônios-espelho, localizados em áreas frontais e parietais do cérebro e essenciais para a chamada cognição social humana, sendo um conjunto de processos cognitivos e emocionais responsáveis pelas funções de empatia, ressonância afetiva e compreensão de ambiguidades na linguagem verbal e não verbal.

No próximo capítulo abordar-se-á a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (FONSECA, 1995; FEUERSTEIN, 1997), que esclarece importantes conceitos de mediação docente, e experiência de aprendizagem visando à importância dos estímulos adequados para a Modificabilidade Cognitiva Estrutural dos alunos na aprendizagem matemática.

4 MEDIAÇÃO DOCENTE E ESTIMULAÇÃO COGNITIVA

O orgulho e a autossuficiência nos envelhecem; só na humildade me abro na convivência em que ajudo e sou ajudado. Não me faço só, nem faço as coisas só. Faço-me com os outros e com eles faço coisas. (PAULO FREIRE)

Os dois primeiros capítulos trouxeram elementos acerca da neurociência e da aprendizagem, delineando aspectos da matemática e da música que contribuíram para o conhecimento de novas perspectivas para a estimulação da aprendizagem matemática.

Neste capítulo, serão descritas contribuições de Feuerstein (1997) por meio da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, de grande relevância para o ensino da matemática, visto que o princípio norteador contribui para que sujeitos mediados se tornem capazes de superar limites na apresentação e resolução de problemas. Neste sentido, a teoria elege critérios de mediação que possibilitam a flexibilização para a mudança, potencializando estímulos cognitivos visando o desenvolvimento da modificabilidade estrutural cognitiva, que se constitui na capacidade potencial do ser humano de transformar e transformar-se, de ressignificar conhecimentos, habilidades, conceitos e atitudes.

Feurstein (1921-2014) iniciou suas atividades lecionando para crianças cujos pais foram exilados, advindas dos campos de concentração do holocausto nazista. Estudou na Universidade de Genebra sob a orientação de Jean Piaget, tendo como interlocutores Ausubel, Anastasy, Luria e Vygotsky, considerados referências a sua teoria, mais pautada no campo sociológico e pedagógico que no campo médico. Em 1944, dirigiu o Serviço de Psicologia da Juventude em Israel, quando elaborou seu método Psicopedagógico (PEI), baseado em sua tese concluída em 1970, intitulada: *Les différences de fonctionnement cognitif dans les groupes socio-ethniques différents. Leur nature, leur etiologie et les prognostics de modifiabilité* (Diferenças do funcionamento cognitivo em diferentes grupos sociais e étnicos. Sua natureza, sua etiologia e prognósticos da modificabilidade), na Universidade de Sorbonne/Paris.

Em 1993, Feurstein abriu o *Hadassah WIZO-Canada Research Institute*, agregando o ICELP (Centro Internacional para o Desenvolvimento do Potencial de Aprendizagem), que incorporou 16 instituições para investigação de diversos problemas relacionados à Educação. Criou a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (MCE), o conceito de Experiência da Aprendizagem Mediada (EAM) e o Programa de Enriquecimento Instrumental (PEI). Morreu em 29 de abril de 2014.

Feurstein (TURRA, 2007) baseia-se na ideia de não se prever limites para o desenvolvimento psicológico nem classificar pessoas sem conhecimento prévio da capacidade de aprendizagem que apresentam. Caminhou, assim, em direção oposta às teorias que

abordavam as relações desenvolvimento/aprendizagem que localizavam e indicavam os problemas nos próprios indivíduos, assim como nas condições dos estímulos, meio social em que estão inseridos.

Sua argumentação de aprendizagem, traduzida pelo termo “modificabilidade”, refere-se à modificação da relação do sujeito consigo próprio no/e com seu entorno. Feuerstein (1997, p.9) propõe “uma relação dinâmica constante do sujeito com o ambiente, estando ambos em movimento e interagindo com a realidade sociocultural”. Rompe com paradigmas inatistas do campo de estudo cognitivo, contestando, inclusive, a crença da idade das anomalias cromossômicas como irreversíveis, impedindo processos mentais complexos (TURRA, 2007).

Para Feuerstein (2014), a mediação é educativa, humana, universal e ética; exige conhecimentos sobre o que ensina, sobre a regulação de relações, orientação das percepções, consciência da funcionalidade interna do aluno e visão do contexto social inserido. Ele afirma que a mediação é um processo de interação entre o organismo humano em desenvolvimento e o adulto com experiência e intenção, que seleciona, enfoca e retroalimenta as experiências ambientais e os hábitos de aprendizagem (FEURSTEIN *et al.*, 2014).

Os princípios norteadores de sua teoria são:

- a) qualquer ser humano pode se modificar pela experiência mediada;
- b) a percepção é irreversível, a cognição é adaptável e alterável;
- c) a cognição humana permite ao indivíduo controlar o ambiente a distâncias maiores do que é imediatamente vivido e percebido, sendo possível pensar sobre o objeto a ser aprendido sem necessariamente tocá-lo ou vê-lo;
- d) processos cognitivos permitem focar a atenção voluntária;
- e) processos cognitivos permitem ao indivíduo organizar e sequenciar a grande quantidade de informações que chega ao sistema, permitindo planejamento e tomada de decisão, e trazendo ordem para experiências potencialmente diversas e desconexas;
- f) crença no ser humano como criatura digna de toda dedicação;
- g) todo ser humano é modificável a partir da ação de um mediador;
- h) a inteligência não é estática, é modificável;
- i) a Experiência de Aprendizagem Mediada é capaz de modificar estruturalmente a inteligência;
- j) a mediação é uma estratégia imprescindível à transmissão de valores;

- k) podemos ensinar e pensar através do ensino da metacognição, da busca de estratégias, do planejamento de trabalho, da abstração e da aplicação de aprendizagens à vida (FONSECA, 1995; FEURSTEIN *et al.*, 2014).

Fonseca (1995) esclarece que a Modificabilidade Cognitiva Estrutural é o conceito central de um modelo que aceita as diferenças individuais no desenvolvimento cognitivo com pessoas com deficiência, com desenvolvimento típico e pessoas superdotadas/Altas Habilidades. Feuerstein *et al.* (2014) definem a aprendizagem por exposição direta e a aprendizagem por experiência mediatizada.

Na aprendizagem por exposição direta (AED), o indivíduo vivencia, registra, interage e responde naturalmente e ativamente com os estímulos (base da teoria de Piaget Estímulo – Organismo – Resposta), o que não seria suficiente para produzir níveis e padrões de desenvolvimento cognitivo.

Para se atingirem níveis de complexidade cognitiva, é necessária uma experiência de aprendizagem mediatizada (*Mediated Learning Experience-MLE*), responsável pelas mudanças estruturais da cognição humana (FONSECA, 1995). Para Feuerstein *et al.* (2014), a Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) acontece nas interações sociais nas quais as pessoas produzem processos de aprendizagem que lhes possibilitam apropriar-se de conhecimentos e reelaborá-los, chegando a elevados níveis de entendimento que não seriam proporcionados com a simples exposição a estímulos ou experiências físicas e cognitivas.

De acordo com a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, para se produzir aprendizagem significativa é imprescindível a presença da relação “mediador-mediado”, que ao desenvolver os critérios de mediação, possibilita a interação e a modificabilidade, isto é, o desenvolvimento cognitivo.

A Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural ressalta a importância de um contexto social e econômico favorável, mas não somente este como condição para o desenvolvimento: Feuerstein (1997) afirma que a interação é influenciada por determinadas características do organismo (incluindo hereditariedade, maturação e similares) e as qualidades do meio ambiente (oportunidade de experiências culturais, *status* socioeconômico, contatos afetivos e emocionais, instituições educacionais). Esses fatores podem provocar o que ele denomina de “Síndrome de Privação Cultural”, entendida como característica de um sujeito que não foi de forma plena integrado à cultura do seu meio.

Feurstein (1997, p.17) define a Síndrome de Privação Cultural como “um estado de reduzida modificabilidade cognitiva de um indivíduo, em resposta à exposição direta às fontes de informação” e não atribui sua causa a uma única origem e nem apenas aos fatores

econômicos. Enfatiza que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo somente pode acontecer de forma saudável se, ao mesmo tempo, receber interferência humana e do ambiente social, capazes de proporcionar mediação adequada para lidar com o mundo.

Segundo ele, a Privação Cultural exige atenção por três razões: a primeira, porque o desenvolvimento ocorre à medida que os sujeitos possam viver como quiserem, com oportunidade de escolhas, o que exige a tomada de consciência das possibilidades e capacidade de usufruir e transcender; a segunda, porque a cultura estabelece uma relação importante entre rendimentos econômicos e capacidade de desenvolvimento absoluta (ligação entre privação cultural e pobreza absoluta); a terceira é a própria noção de pobreza humana, que exige investigação dos níveis de privação cultural (FEURSTEIN, 1997). Para Feurstein, os indivíduos portadores da Síndrome da Privação Cultural também são considerados sujeitos da educação especial e demandam a mediação docente especializada.

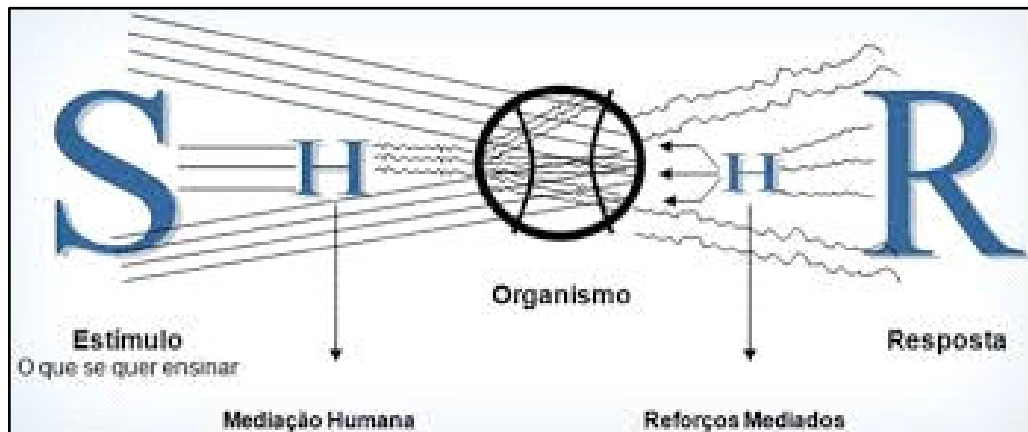
4.1 Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM)

A Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) exige a presença de um ser humano para organizar, selecionar, interpretar e elaborar aquilo que será aprendido ou experimentado. Sustenta que os fatos ambientais e aqueles relacionados às características do organismo são determinantes fundamentais, que causam respostas diferenciadas em relação ao meio ambiente; enquanto a Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) constitui o determinante proximal que influencia o desenvolvimento cognitivo estrutural e o potencial da adaptabilidade e da modificabilidade (TURRA, 2007).

Para que a EAM ocorra, um mediador deve colocar-se intencionalmente entre o estímulo e o sujeito. Para Feurstein (1997), a mediação atua na situação de estímulo-resposta pela intensidade da qualidade, pelo contexto, pela frequência e pela ordem, ao mesmo tempo em que desperta no indivíduo a vigilância, a consciência e a sensibilidade.

A partir da análise do esquema explicativo de Jean Piaget, decorrente da interação direta do organismo aprendiz (O) com os estímulos (E), produzindo uma resposta (R), Feuerstein acrescentou a função imprescindível do mediador humano, que identificou como “H”.

Figura 11 - Modelo de Experiência da Aprendizagem Mediatizada (EAM)



Fonte: Fonseca, 1995, p. 89

Neste modelo (Figura 11), é condição de aprendizagem que o professor esteja posicionado entre o estímulo (S) e a resposta do aluno (R), oportunizando a efetivação da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM). É um meio de interação em que os estímulos que chegam ao sujeito são transformados por um “agente mediador”, que são os estímulos mais apropriados, que produzem esquemas, ampliando alguns e ignorando outros, transformando conflitos cognitivos em novas oportunidades de conhecimento.

A EAM dá relevância ao mediador, ao ser humano que se interpõe (e que intervém) entre os estímulos e as próprias crianças mediatizadas, com a intenção de mediar tais estímulos adequando-os às suas necessidades específicas. Fonseca (1995) esclarece que naturalmente, no início do desenvolvimento, quando a mãe intencionalmente conduz seu filho à adaptabilidade em seu meio social e cultural, ela exerce a mediação propositada, e:

interpõem e intervém modificando as relações entre o estímulo e a criança, afetando a sua intensidade, o seu contexto, frequência, ordem, etc. Ao mesmo tempo que guia intencionalmente a vigilância, o alerta e a sensibilidade do seu filho, levando-o a desenvolver uma disposição para atender aos estímulos mediados ou mediatizados, bem como expondo-o diretamente a fontes de estimulação (FONSECA, 1995, p.88).

Na EAM, os estímulos não existem por si sós, eles são planejados, modulados, organizados, eliminados e modificados conforme as necessidades reguladas pelo mediador. É o mediador quem determina o “tom” do recurso utilizado, podendo transformar os estímulos, avaliando e selecionando estratégias adequadas a cada situação.

É por meio desse processo de mediação que a estrutura cognitiva da criança adquire padrões de comportamento que determinarão sua capacidade de aprendizagem. Assim, quanto menos mediação for oferecida, menor será a possibilidade do mediado desenvolver a capacidade de se modificar, daí a importância da qualidade do mediador-educador, aqui

denominado de professor ou docente. Fonseca (1995) ainda ressalta que a autoplaticidade humana não é explicada somente pela neurogênese ou sinaptogênese (aspectos biológicos), mas pelo fato de tal estrutura cortical ter sido submetida à Experiência de Aprendizagem Mediada (estímulos intencionais do aspecto ambiental e cultural da mediação).

A pura presença dos estímulos ou a sua interiorização em esquemas não pode explicar a modificabilidade cognitiva, nem a maturação do organismo do indivíduo. O fenômeno cultural, ou seja, a EAM surge assim como fator explicador da evolução humana. A MCE não pode resultar da simples exposição a certas experiências, uma vez que não podemos ter a noção da causa dos fenômenos só pela vivência de certas experiências (FONSECA, 1995, p.89).

As operações mentais organizadas pela Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural como critérios de identificação da Experiência de Aprendizagem Mediada para o cálculo mental são identificadas como habilidades de: identificação, diferenciação, representação mental, transformação mental, classificação, codificação e decodificação, relações virtuais, análise e síntese, inferência lógica, raciocínio analógico, raciocínio hipotético, raciocínio transitivo, raciocínio silogístico e raciocínio lógico. Porém, neste estudo, iremos considerar os critérios voltados para a atuação da mediação docente, tendo em vista as limitações e aprofundamentos do objeto de estudo.

A Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) é caracterizada como multidisciplinar não apenas pela dinâmica de resoluções de problemas, típicas do Programa de Enriquecimento Instrumental (PEI), mas também pela interação provocada por meio dos critérios adotados durante a EAM, especialmente pela autonomia que a mediação proporciona ao sujeito mediado quando estimula processos cognitivos a elaborarem respostas a partir do conhecimento e experiência social e cultural do sujeito.

Feurstein (1994; 2014) fundamenta a mediação da EAM sob o conceito de zona de desenvolvimento potencial de Vygotsky (1987; 2007), no qual o desenvolvimento humano é muito mais do que a simples e pura formação de conexões associativas ou reflexas, ou apenas a formação de sinapses; tal conceito tem origem social e envolve uma mediação qualificada entre elementos da sociedade (mãe – filho, pai – filho, educador – criança, professor – aluno, líder – liderados, etc.). “Para Vygotsky, o desenvolvimento é a condição para a aprendizagem” (FONSECA, 1995, p.94).

Os ciclos evolutivos do desenvolvimento e a maturação neuropsicomotora simultâneos precedem os ciclos da aprendizagem, numa denominada “síntese biocultural” característica da espécie humana. Assim, a maturação prepara e condiciona a aprendizagem, mas é a

aprendizagem que potencializa a própria maturação, oportunizando transformações e modificações específicas.

O desenvolvimento de acordo com Vigotsky, é um processo dialético complexo, caracterizado pela periodicidade e irregularidade do desenvolvimento de distintas funções, pela metamorfose ou transformação qualitativa de uma competência em outra, pela inter-relação de fatores exteriores e interiores, exteroceptivos e propioceptivos, bem como pelos processos adaptativos que superam e transcendem os obstáculos que se deparam à criança. Foi dentro dessa perspectiva que o mesmo autor avançou com o conceito de transformações revolucionárias, dimensão que se integra perfeitamente no conceito de MCE, proposto por Feurstein (FONSECA, 1995, p.95).

Assim, Fonseca (1995) relaciona o desenvolvimento à maturação cognitiva, ratificando a importância de Vygotsky e Feurstein quanto à observação do contexto cultural e à estimulação da aprendizagem por meio da mediação humanizada e de conteúdos pré-elaborados e estabelecidos pelo professor mediador.

4.2 Critérios de Mediação Docente

A influência ativa do mediador é determinante para a expansão das funções cognitivas, pois cabe a ele saber suscitar processos evolutivos no espaço e no tempo, que só são ativos nas situações de relação e interação entre as pessoas, entre o mediador e o mediado, pois somente dentro desta dinâmica interativa as funções psíquicas superiores se desenvolvem.

Para Feuerstein *et al.* (2014), a concretização da mediação implica na integração sistêmica dos critérios básicos da Experiência de Aprendizagem Mediada, que estruturam toda a relação intencional que se adapta à diversidade das necessidades dos alunos.

Os critérios presentes em todas as culturas são: Intencionalidade e Reciprocidade, Transcendência e Significado, que criam modificabilidade e flexibilidade capacitando o mediado para a mudança.

A Intencionalidade e Reciprocidade são indissociáveis na mediação. O mediador procura intencionalmente instrumentos, estratégias e situações que facilitem a aprendizagem, adequando-os às necessidades intrínsecas do educando que, por sua vez, responde e participa de forma dinâmica do processo. Nesse critério, é imprescindível que o professor mediador conheça e reconheça todas as funções cognitivas para que identifique em quais deverá estimular sua potencialização.

Fonseca (1995) esclarece que:

trata-se de um ato intencional e volitivo entre o mediatizador e o mediatizado (interação intencional), que envolve ambos em termos recíprocos. A reciprocidade

na interação é crucial, ao mesmo tempo que a intencionalidade do mediatizador se constata por: estruturar as situações; organizar os estímulos; manter a atmosfera de aprendizagem; preparar o material; suscitar e provocar o interesse e a motivação sobre os conteúdos; investir tempo na verificação dos esforços dos mediatizados; revelar satisfação quando estes sucedem nas tarefas; sentir prazer quando os mediatizados produzem; explicar de novo quando algo não foi compreendido; dedicar mais tempo aos mediatizados mais lentos ou mais passivos; escutar pacientemente as dúvidas ou questões do mediatizado; dar mais tempo a tarefas de aprendizagem, quando necessário; exibir, expor, reforçar e valorizar os trabalhos produzidos pelos mediatizados, colocando questões e perguntas; multiplicar as interações na situação de aprendizagem, etc. (FONSECA, 1995, p.98).

O Significado refere-se ao valor atribuído à atividade; nesse critério, o mediador não se contenta com a transmissão de conteúdos, mas deve ser dinâmico a fim de levantar questões que traduzam o entendimento e aplicação para além da situação mediada. Ele levanta a necessidade do receptor da mediação olhar para significados com maior profundidade. É imprescindível que o professor mediador conheça e reconheça dados elementares do contexto social e cultural que envolvem o aluno mediado pois, sem reconhecer seus valores culturais, não poderá atribuir a função social, isto é, o Significado dos conteúdos.

Fonseca (1995) enfatiza que sem significação a resolução de problemas não modifica o mapa cognitivo do sujeito mediatizado (FONSECA, 1995, p. 99). Assim, a significação é condição para a aprendizagem, não sendo possível deixar os indivíduos na livre exploração das tarefas: é preciso orientá-los no sentido de se apropriarem dela. O mediador deve estar culturalmente comprometido para que propicie as inter-relações entre os critérios da intencionalidade e reciprocidade e da transcendência. Sendo necessário alto nível motivacional:

transformar os estímulos (selecioná-los, sequencializá-los, alterar sua frequência e intensidade); modificar o seu próprio comportamento (postura, expressão facial, comunicação não-verbal, inflexão de voz, etc); fornecer *feed-backs* positivos, neutros ou negativos perante certos comportamentos ou respostas de mediatizados; causar alterações na atmosfera de aprendizagem com recursos e comportamentos antecipatórios; explicitar a importância e o valor de certos conteúdos aos sujeitos mediatizados; provocar a emergência de significações pouco óbvias (“O currículo invisível”); etc. (FONSECA, 1995, p.100).

O critério de Transcendência, como sugere o nome, procura transcender o contexto imediato, quando busca a promoção da aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que levem a generalizações de outros fins, mobilizando estratégias e ampliando, assim, a significação e a utilidade da tarefa ou problema abordado na experiência de aprendizagem mediada. Nesse critério, é fundamental que o professor mediador, através da curiosidade, busque o desenvolvimento do pensamento reflexivo do aluno sobre o que está subjacente à situação, de modo que possa estender a outras situações e contextos e leve-o a inquirir, a

descobrir relações e ao desejo de saber mais. A qualidade da interação vai além da necessidade imediata, estimulando no mediado a autonomia de aprendizagem.

Fonseca (1995) esclarece que a transcendência é o critério que amplia os processos cognitivos quando procura transcender o contexto imediato na busca de atingir objetivos e necessidades de tempos futuros, pois se orienta para a organização mental de princípios de generalização mobilizando conceitos e estratégias, ampliando a significação e a utilidade da tarefa ou do problema utilizado. Nesta linha, o mediador deve:

relacionar a tarefa com conteúdos prévios ou futuros; revelar as relações entre os conteúdos específicos e inerentes à tarefa com os objetivos mais globais; selecionar os conteúdos de acordo com a sequência das situações de aprendizagem subsequentes; assegurar proficiência dos mediatizados nas aquisições básicas e nos hábitos de trabalho, além das necessidades presentes; suscitar questões do “porquê” e do “como” mais do que questões do “quem” e do “quê”; explicar as razões das suas ações e decisões; questionar os mediatizados para explicações racionais sobre as respostas e a sua conduta; ensinar fatos, conceitos, princípios e relações cognitivas superiores, como a representação e categorização; sugerir situações problema e definições e colocações de problemas; generalizar a partir das instâncias específicas envolvidas nas tarefas; colocar questões que promovam inferências das regras gerais; fornecer “pontes” entre a área dada e outras áreas correlacionadas, mas diferenciadas; encorajar os mediatizados a fazer sínteses integradoras entre várias áreas do conteúdo que emergem da resolução de tarefas imediatas; etc. (FONSECA, 1995, p. 98-99).

Outros critérios são indicados por Feurstein (1994, 2014), porém com variáveis sociais e culturais que devem ser observadas pelos professores mediadores ao atuar, denominadas de secundárias, como regulação e controle do comportamento, sentimento de competência, diferenciação psicológica e individualização, comportamento partilhado, persecução de objetivos, planejamento de objetivos e o comportamento para que se possam atingir os objetivos pretendidos: competência/novidade/complexidade, mediação da consciência da modificabilidade, escolha otimista de alternativas e sentimento de pertencer a algo.

Como elemento de análise da pesquisa, dos critérios considerados por Feurstein (1994; 2014), que variam conforme cultura e sociedade, destacam-se a Regulação e o Controle de Comportamento, tendo em vista a habilidade de “Controle Inibitório” citada no primeiro capítulo como parte integrante das funções executivas.

A Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) visa inibir a impulsividade e o tempo imediato de resposta do aluno para a regulação do comportamento. Fonseca (1995) afirma que este critério visa produzir uma metacognição, para elaborá-la em melhores condições, que são as informações necessárias para programar e controlar a resposta adaptada. E ainda:

Mediatizar a regulação e o controle do comportamento é guiar a atenção seletiva e medir as funções de focagem e de concentração na tarefa, bem como inibir as respostas impulsivas, assistemáticas e desplanificadas que tendem a ocorrer na primeira interação com tarefas de aprendizagem...

A reflexão sobre a tarefa é indispensável à função cognitiva, porque antecipa as respostas, decidindo com cuidado sobre o plano de ação e pôr em prática. Pensar antes de responder é uma regulação muito importante na conduta humana; em contrapartida, pensar e refletir sem nunca agir também não traz vantagens, daí a necessidade da mediatização mediante as características exageradamente reflexivas ou bloqueadoras, ou exageradamente impulsivas ou hiperativas, dos indivíduos mediatizados. (FONSECA, 1995, p.101).

Como prática, o mediador terá de restringir a impulsividade dos alunos chamando a atenção para a necessidade do tempo inicial, planejamento dos trabalhos e utilização de meios audiovisuais de forma ordenada e estruturada (FONSECA, 1995, p.101).

O desafio de implementar a teoria de Reuven Feuerstein está no ato de trazer à tona processos cognitivos que estão ocultos nas aulas, nas tarefas e avaliações escolares, não explícitos para a maioria dos especialistas, psicopedagogos, gestores ou docentes em instituições de ensino e intervenção psicopedagógica, sedentos por clarificação dos obstáculos à aprendizagem dos alunos com deficiências e frustrados com tantas tentativas fracassadas de solução. Mais ocultos ainda são tais processos para os pais, igualmente angustiados diante das dificuldades de seus filhos, principalmente os que apresentam dificuldades de aprendizagem causadas por características físicas, emocionais ou sociais.

Esta teoria oportuniza a esperança de construção de práticas que levem à Modificabilidade Cognitiva Estrutural de toda e qualquer pessoa, independente das características, da idade ou das condições de vida; sendo fator primordial para adaptação e desenvolvimento humano em todas as dimensões, visto que estruturar cognitivamente a realidade de modo mais qualitativo implica não apenas em elaborações racionais, mas igualmente em elaborações afetivas. “Cognição e afeto são faces da mesma moeda de construção” (FEUERSTEIN *apud* SASSON, 2006, p.86).

No próximo capítulo, procura-se definir o termo Musicalidade como estratégia docente para o ensino do Sistema de Numeração Decimal. Foi necessário pautar-se nos elementos da tríade de fundamentação teórica: Neurociência e Matemática, Neurociência e Música e Critérios de Mediação Docente com vistas à Modificabilidade Cognitiva Estrutural Autônoma dos alunos, sob a perspectiva inclusiva.

5 MUSICALIDADE PARA O ENSINO DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL

É na arte que o homem definitivamente se ultrapassa.
(Simone de Beauvoir)

Um dos grandes desafios deste século está no desenvolvimento da autonomia individual visando à construção de conhecimentos, em face da disponibilidade tecnológica de informações globalizadas cada vez mais acessíveis a todos. E a educação deve ser capaz de desencadear uma visão do todo, de interdependência e de transdisciplinaridade, além de possibilitar construções de redes de mudanças sociais, com a consequente expansão da consciência individual e coletiva. Portanto, um dos seus méritos está justamente na crescente tendência à busca de métodos inovadores, que admitam uma prática pedagógica ética, crítica, reflexiva e transformadora, ultrapassando os limites do treinamento puramente teórico, para efetivamente alcançar a formação do homem como um ser histórico, inscrito na dialética da ação-reflexão-ação. Neste sentido, ensinar exige respeito à autonomia e à dignidade de cada sujeito, alicerces para uma educação que considere o indivíduo como um ser que constrói a sua própria história.

Contudo, a atividade desenvolvida com o propósito de ensinar deve ser apreciada por todos aqueles que dela participem; ela envolve autoiniciativa e alcança dimensões afetivas e intelectuais para tornar-se consolidada e permanente. Nesta intenção, esta proposta almeja oferecer ao professor uma nova intervenção didática, utilizando os conhecimentos advindos da neurociência, da matemática e de elementos que compõem a musicalidade humana (CROSS e MORLEY, 2006; PEDERIVA e TUNES, 2008) baseada principalmente na possibilidade de entrada sensorial da audição e na prática da educação psicomotora, com a finalidade de estimular a aprendizagem matemática transcendente.

Inicialmente, é apropriado esclarecer que musicalização é o termo utilizado na educação musical que identifica os primeiros anos do aluno no ensino formal de música, geralmente voltado à música profissional ou erudita (WILLEMS, 1968, 2002). Mais especificamente, o termo “Musicalidade” utilizado nesta tese refere-se ao processo de vivências associadas aos elementos da corporeidade, ritmo e som voltados à estimulação de habilidades neurocognitivas, sem qualquer vínculo com resultados estéticos e profissionais de execução musical. Porém, sua organização para a estimulação na educação matemática fundamenta-se em conceitos da área da musicalização pela justificativa de seus efeitos estarem adaptados à infância, ao lúdico e à estimulação por meio da corporeidade.

Enumeraram-se da área da educação musical, Edgar Willems (1968; 2002), Edwin Gordon (2000; 2008) e Schafer (1991). Para as abordagens relacionadas ao ritmo, observou-se a teoria do educador musical e autor Willems (1968; 2002), da área de educação musical, que retratou o ensino da música a partir de experiências de escuta, ritmos e instrumentos, em sintonia com movimentos do corpo humano. Observou-se também o conceito de *audibilidade* de Edwin Gordon (2000; 2008), que enfatiza a importância do tipo de imersão sonora (intensidade e qualidade) para os fundamentos do som. E, por último, o conceito de *paisagem sonora*, criado por Schafer (1991), que descreve aspectos do contexto sonoro como elemento de formação musical e psíquica do ser humano.

Adota-se, portanto, a definição de Musicalidade a partir da perspectiva de Cross e Morley (2006) e Pederiva e Tunes (2008), revelada como sendo a expressão de caráter nato, psicofisiológico do ser humano, na qual as relações de ritmos e sons são expressões típicas da corporeidade e da atividade sociocultural da dimensão humana, semelhante à fala e à oralidade e de valor individual e coletivo.

Pocinho (2011) relata o quanto a música está presente na relação entre mãe e filho desde a gestação, inclusive na importância do embalo ao nascer. Descreve os benefícios da “música funcional” referindo-se às canções da vida cotidiana para acompanhar refeições, fazer dormir, brincar, em que o repertório com poucas palavras traduz-se em linguagem codificada comum entre mãe e filho, tornando-se uma forma de cumplicidade e uma chave para o divertimento. Neste jogo musical, a voz materna associada ao movimento de embalo dá referência a várias estruturas da psique humana, por meio do prazer e da criatividade. São nestas experiências musicais não herdadas, mas constituídas e estimuladas, que se formam os elementos sonoros internos que permitem comunicar-se com o mundo exterior.

A mãe é o sujeito intermediário que favorece a relação da criança com a música; ao mesmo tempo, a música é o que intermedeia mãe e criança. Nesse embalo, o som torna-se o modo de expressão do corpo. A atividade gestual manifesta-se na sua globalidade, oportunizando ao bebê a construção de uma percepção global da mãe a partir das informações visuais e acústicas da sua voz. A união do corpo com a música é interpretada no prolongamento da respiração e a voz induz a uma ressonância emocional profunda (POCINHO, 2011).

A autora afirma que por meio do canto/embalo, a mãe pode desenvolver em seu bebê a consciência sensorial e afetiva, a consciência rítmica com características motoras presentes na relação respiração/pulsção e a consciência melódica que provém do campo afetivo. Portanto, as atividades musicais abrangem as estruturas cognitivas e psicomotoras relativas ao

relaxamento, ao retorno de ritmos acelerados aos ritmos equilibrados, à introspecção e à manutenção da calma e tranquilidade por meio de experiências sonoras imbuídas de sensações e emoções. Sensações e emoções que ficam impressas em memórias (implícita ou não declarativa – conceito de memória sonora de sons significativos e permanentes, não conscientes (MUSZKAT e MELLO, 2008), que suscitam emoções determinantes na internalização (VYGOTSKY, 1987).

Neste sentido, as vivências da Musicalidade em atividades coletivas também buscam propiciar experiências sonoro e corpórea visando ao desenvolvimento da Inteligência Social (KIHLSTRÖM e CANTOR, 2000), por meio de atividades que promovam calma, tranquilidade e relaxamento. As sugestões de ritmos adequados à respiração para o autocontrole favorecem a organização dos pensamentos, a reflexão antecipada às atitudes e a tranquilidade diante de resolução de problemas.

A Musicalidade possui, assim, caráter universal. Não se trata de um privilégio para alguns, sendo uma estratégia de expressão para todos, uma vez que práticas de embalo/canto/afetividade/corporeidade estão presentes na maior parte das culturas.

Na pesquisa de Cross e Morley (2006), a Musicalidade configura-se um caráter fisiológico, em intensa unidade com a oralidade. Para eles, as capacidades musicais fisiológicas não são unidimensionais: a perspectiva evolutiva não busca reduzir a música à genética, mas sim ramificar e fornecer integração para a compreensão dos efeitos musicais como uma cultura de fenômeno biológico típico de cada grupo social. Os autores consideram que os fundamentos cognitivos da musicalidade possibilitam explorar as múltiplas formas e significados de experiências em todas as manifestações culturais. Por meio das diversidades e contrastes, é possível identificar elementos que podem auxiliar o desenvolvimento de habilidades multissensoriais, aqui firmados na área da educação matemática.

Se, na comunicação animal e primitiva, música e “fala” (podendo ser aqui entendida como vocalizações, ou ainda por sonorizações), são um só e o mesmo processo, e se o papel da comunicação sonora nesse contexto é o de expressão de estados afetivos, então, tudo indica que a música, em seu estágio primário, elementar é igualmente o veículo comunicativo de expressão das emoções. Isso está presente e se afirma no percurso filogenético. Essa base biológica da atividade de caráter musical permite afirmar sobre a universalidade da musicalidade, isto é, se depender das possibilidades enquanto animais humanos, todos somos capazes de nos expressar musicalmente, de expressar nossas emoções por meio de sons, do mesmo modo como, de modo geral, se depender da anatomia e fisiologia humana, todos somos capazes de nos expressar por meio da fala. Isso é dado ao ser humano, independentemente das formas que possam assumir. A musicalidade possui, assim, caráter universal. Não se trata de um dom para alguns. É um dom para todos. (PEDERIVA e TUNES, 2008, p.392).

A partir dessa definição, é possível afirmar que todos os alunos podem ser estimulados com a Musicalidade como processo de expressão rítmica, sonora e psicomotora, por se tratar de movimentos sincronizados, visando ao desenvolvimento da oralidade, da inteligência musical, da inteligência matemática e da inteligência social.

Tendo em vista esta construção, define-se a Musicalidade a partir dos elementos que a compõem: Corporeidade, Ritmo e Som. E, ao final do capítulo, buscou-se relacionar estes elementos com os conhecimentos acerca dos processos cognitivos da aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, relacionados nos primeiros capítulos deste estudo.

5.1 Corporeidade

Desde que nascemos, nosso corpo registra a história que nos concebe como indivíduos da espécie humana, que é perpetuada graças à interação entre os indivíduos de grupos diferentes, responsáveis pela diversidade individual e étnica que demonstra que para a manutenção dos seres humanos a diversidade é fundamental. Para Merleau-Ponty (1999), o corpo é a unidade máxima da representação do ser humano. Esta é a sua grande importância na cultura que está inserido. O corpo é o grande mediador, portador de comportamentos que a cultura irá delinear por meio da percepção exterior. Merleau-Ponty designa corporeidade como a noção central para compreender e realizar as relações da criança consigo mesma, com o outro e com o mundo: implica em estar vivo, em ter um “eu”, sentir-se um “eu” – algo vivenciado e completado aos poucos, nunca plenamente situado ou satisfeito (MACHADO, 2010, p.35).

A forma como percebemos o corpo e a forma como o imaginamos, ou o representamos, é organizada por elementos interiores e exteriores. É a formação da consciência corporal a principal referência fornecida pelas sensações táteis e sinestésicas, propiciando a expressão e a comunicação.

Para pessoas com deficiência, não é diferente. Estar num corpo que apresenta características diferenciadas sempre foi um desafio para todos os que o cercam, por mais que os primeiros cuidadores, geralmente os pais, até venham a superar a fase do *luto* (referência ao filho esperado, idealizado antes do nascimento e o filho nascido com deficiência). A expressão *luto* representa a superação das expectativas de filho saudável e a aceitação do filho real. Assim, elementos norteadores da autoimagem são apresentados para a criança em sua formação, e conseqüentemente, influenciam sua consciência corporal tanto pelo que percebe de si mesma quanto da percepção que realiza por meio dos que a cercam.

Le Bouche (1987) denomina a fase típica do desenvolvimento da criança de 6 a 8 anos como etapa do “corpo percebido”, que corresponde à organização do esquema corporal com a função de interiorização, isto é, com a função perceptiva que envolve a possibilidade de deslocar a atenção do meio exterior para o seu próprio corpo para a tomada de consciência. Portanto, nesta fase, tanto a criança com desenvolvimento típico, quanto a criança com deficiência, tomam consciência de suas diferenças, necessitando do outro (família e escola) para chegar a uma imagem do corpo funcional, que ajusta sua motricidade às ações do pensamento e à capacidade de programá-la para expressar-se.

A expressão corporal, segundo Barros (2005), é uma projeção de pensamento nas ações por meio da adequação e seleção de gestos e movimentos que podem ser a interpretação da comunicação entre as pessoas, denominada também na literatura de linguagem corporal.

Desde a vida intrauterina, o ser humano está em contato com o mundo sonoro formado pelo batimento cardíaco, fluxo sanguíneo, ruídos intestinais e sons da respiração materna. O feto relaciona a sensação vital do batimento cardíaco à sensação de segurança relacionada à oxigenação, nutrição, temperatura e vida. Essa vivência chamada por Benenson (1988) de “unidade de percepção sensorial total” influencia de forma determinante o desenvolvimento humano, pois considera que o homem cria e vive tentativas inconscientes de reviver essas experiências sensoriais à medida que cresce e se desenvolve.

Segundo Benenson (1988), todo ser humano constrói uma *Identidade Sonoro Musical* que é formada pela herança sonora, pelas vivências sonoras gestacionais intrauterinas impressas na memória e pelas experiências sonoras desde o nascimento até a idade adulta. Complementando as atividades humanas, pode-se observar que, por meio da informação sonora, o homem responde ao estímulo recebido, daí a afirmação de que a Musicalidade é uma inteligência nata (GARDNER, 2001) que todo indivíduo pode desenvolver, partindo de estímulos adequados, ao ser inserido em um contexto social e cultural. A partir desse fato, o movimento associado aos estímulos sonoros é natural desde a idade gestacional. Ao escutar sons, é possível associar movimentos impulsionados, inclusive, com intensidades de altura e velocidade.

Para a associação entre comando cerebral e movimentos, é possível observar importantes contribuições da educação psicomotora, que tem por finalidade promover, por meio da ação pedagógica, o desenvolvimento de todas as potencialidades da criança, objetivando o equilíbrio biopsicossocial. Le Boulch (1987) explica que a educação psicomotora é formadora de uma base indispensável a toda criança, pois tem como objetivo

assegurar o desenvolvimento funcional, possibilitando, através das relações interpessoais, a expansão e o equilíbrio de sua afetividade.

Os fatores psicomotores são propriedades funcionais que formam subsistemas do Sistema Psicomotor Humano relacionados diretamente ao Sistema Nervoso Central, basicamente do tronco cerebral, mesencéfalo e diencéfalo, que constituem a organização psicomotora de base.

No contexto atual da neurociência é que se compreende o corpo como experiências somatossensoriais do sujeito, como componente fundamental do aprendizado. Não existe possibilidade de compreender o corpo sem a motricidade, sem a capacidade de se movimentar, no qual o conceito de Corporeidade é dado pelo corpo em movimento, cuja consciência é um conhecimento perceptivo, permitido por esse mesmo movimento.

Fonseca (2001) acredita que habilidades espaciais e perceptivas, que integram as aprendizagens escolares, podem aumentar o desempenho quando submetidas a programas adequados. Para esse autor, a motricidade deve ser concebida como meio para atingir as funções mentais de atenção, análise, síntese, comparação, regulação e integração da ação.

Considerando a classificação de Luria (1981), os fatores psicomotores são organizados com:

- Tonicidade: função do tronco cerebral, que indica o tônus muscular, tem papel fundamental no desenvolvimento motor; é ela quem garante a atitude, a postura, a mímica, as emoções – de onde emergem todas as atividades motoras humanas;
- Equilibração: função do cerebelo na organização postural auxiliada pelo sistema vestibular, responsável pela segurança e insegurança gravitacional. O equilíbrio reúne um conjunto de aptidões estáticas (sem movimento) e dinâmicas (com movimento), abrangendo o controle postural e o desenvolvimento das aquisições de locomoção. O equilíbrio estático caracteriza-se pelo tipo de equilíbrio alcançado em determinada posição, ou por apresentar a capacidade de manter certa postura sobre uma base. O equilíbrio dinâmico é aquele adquirido com o corpo em movimento, determinando sucessivas alterações da base de sustentação; é onde o processo de Musicalidade deverá estimular, na potencialização de movimentos sincrônicos e organizados;
- Lateralidade: é a integração da linha média do corpo, da assimetria funcional e da especialização hemisférica, traduzidas pelo estabelecimento da dominância lateral da mão, olho e pé, do mesmo lado do corpo. A lateralidade corporal se refere ao espaço interno do indivíduo capacitando-o a utilizar um lado do corpo com maior

desembaraço. A lateralidade manual surge no fim do primeiro ano de vida, mas só se estabelece por volta de 4-5 anos;

- Noção de Corpo (Somatognosia): refere-se ao Esquema corporal e à Imagem corporal, intimamente relacionado ao lado parietal (percepção sensitivo-motora). A formação do “eu”, isto é, da personalidade, compreende o desenvolvimento da noção ou esquema corporal, através do qual a criança toma consciência do seu corpo e das possibilidades de expressar-se por seu intermédio. Ajuriaguerra (1980) relata que a evolução da criança é sinônima de conscientização e conhecimento cada vez mais profundos do seu corpo, sendo através dele que ela elabora experiências vitais e organiza toda a sua personalidade;
- Estruturação Espaço-Temporal: integração simultânea e sequencial das percepções occipitais (visuais) e temporais (compreensão visual e auditiva), construindo a estruturação do tempo e espaço em relação ao corpo. A estruturação espaço-temporal decorre como organização funcional da lateralidade e da noção corporal, uma vez que é necessário desenvolver a conscientização espacial interna do corpo antes de projetar o referencial somatognóstico no espaço exterior (FONSECA, 2001). Esse fator emerge da motricidade, da relação com os objetivos localizados no espaço, da posição relativa que ocupa o corpo, enfim, das múltiplas relações integradas da tonicidade, do equilíbrio, da lateralidade e do esquema corporal. A estruturação espacial leva a criança à tomada de consciência de seu próprio corpo em um determinado meio ambiente, permitindo-lhe conscientizar-se do lugar e da orientação no espaço que pode ter em relação aos outros objetos;
- Praxia Global (ou Coordenação Motora Ampla): função do lobo frontal e pré-frontal (córtex motor e pré-motor) que comanda a organização, planificação e regulação da ação motora e mental. A Praxia tem por definição a capacidade de realizar a movimentação voluntária pré-estabelecida, como forma de alcançar um objetivo. Está intimamente relacionada à realização e à automação dos movimentos globais complexos, que se desenrolam num determinado tempo e que exigem a atividade conjunta de vários grupos musculares; refere-se aos movimentos de cabeça, tronco e membros;
- Praxia Fina (ou Coordenação Motora Fina): considerada como sinônimo de micromotricidade, compreende todas as tarefas motoras finas, com as quais

associa a função de coordenação dos movimentos dos olhos durante a fixação da atenção, e durante a fixação da atenção e manipulação de objetos que exigem controle visual, além de abranger as funções de programação, regulação e verificação das atividades preensivas e manipulativas, mais finas e mais complexas. Refere-se principalmente à manipulação articulatória dos dedos das mãos, responsáveis por movimentos complexos como a escrita e manipulação de talheres;

- Ritmo: diz respeito à movimentação própria de cada um (ritmo lento, moderado, acelerado, cadenciado). É noção de duração e sucessão no que se refere à percepção dos sons no tempo. A habilidade rítmica é essencial para a sincronização de movimentos porque tem estreita relação com a música. Os ritmos biológicos se manifestam regularmente em todos os organismos vivos. Os seres vivos são dotados de uma estrutura organizacional que mantém padrões constantes de movimento oscilatório, ou seja, tudo o que ocorre no organismo obedece a padrões rítmicos gerados endogenamente. Os eventos rítmicos biológicos possuem um tempo de duração do ciclo de atividade bastante variável.

os ritmos biológicos manifestam-se em períodos que vão de milissegundos, como os ritmos de disparo de neurônios ou de batimento do flagelo de espermatozoides, até anos, como o ciclo reprodutivo da cigarra americana (13 ou 17 anos) ou do bambu chinês (100 anos) (MARQUES e MENNA-BARRETO, 2003, p.57).

Nos humanos, o ato de dormir, as atividades motoras, o desempenho psicomotor e cognitivo, a percepção sensorial, a secreção hormonal, a temperatura corporal, as atividades reprodutoras e vários outros fenômenos fisiológicos e psicológicos manifestam-se em períodos rítmicos. As pesquisas no campo da cronobiologia, realizadas na primeira metade do século passado, constataram gradualmente que “os ritmos biológicos observados não eram simples flutuações de reações químicas internas do organismo, mas sim o resultado da interação entre mecanismos internos e sincronizadores externos” (MARQUES e MENNA-BARRETO, 2003, p.39). Ainda sobre a Corporeidade, faz-se pertinente identificar a escuta como atitude imprescindível e determinante da Musicalidade, por isso, a escuta foi identificada neste estudo como elemento integrado à Corporeidade, indispensável aos olhos do professor.

Escuta Atenta

Apesar de ouvir e escutar terem o mesmo significado, ou seja, referirem-se à atividade própria da audição em seu contexto geral, neste estudo buscou-se fundamentar o termo “Escuta Atenta” para descrever uma etapa elaborada e importante da Musicalidade.

Ouvir é captar fisicamente a presença do som, é ser perceptível ao órgão do sentido. Escutar é dar significado ao que se ouve, é a interpretação da percepção. Granja (2006) relata que ouvir refere-se ao conforto previsível, enquanto escutar demanda uma predisposição para a acuidade sonora. A escuta é o sentido da convivência e da significação; é uma instância fundamental tanto na linguagem verbal como na musical.

Quanto à escuta musical, o ouvido humano é capaz de decodificar sinais sonoros extremamente complexos, dando um significado que nenhuma outra espécie é capaz de dar. Ouvimos sons sucessivos, como melodia; sons simultâneos, como harmonia com padrões de acentuação; e sons com duração, como ritmo. Percebemos com facilidade mudanças de intensidade, dinâmicas, timbres, consonâncias e dissonâncias.

Para Jourdain (1997), escutar musicalmente é mais do que simplesmente perceber vibrações sonoras. É estabelecer múltiplas relações entre ondas sonoras que atingem nosso ouvido e corpo. Não que nossos cérebros juntem uma teia de relações para formar a música e, depois, a ouçam; em vez disso, ouvir é o ato de modelar essas relações. Trata-se de dar significado aos sons, transformando-os, de simples vibrações, em signos. Consequentemente, após a escuta durante vários momentos, cedemos ao impulso de cantar. E por vezes nos surpreendemos com o trecho de uma música que “não nos sai da cabeça”. Além disso, o autor relaciona a audição com a habilidade de antecipação do cérebro.

mesmo quando uma peça é inteiramente nova para nossos ouvidos, nós a entendemos porque percebemos partes constitutivas que já conhecemos bem. Um objeto musical não é tanto algo que bate em nossos cérebros, e sim muito mais, algo que nossos cérebros vão lá e captam, através de sua antecipação.

Falando de modo amplo, só antecipamos o que já conhecemos. Reconhecemos – *re-*conhecemos – dispositivos musicais. Isso significa que, de várias maneiras, lembramos esses dispositivos a partir de experiências anteriores. Dessa forma, a memória é essencial na percepção da música. (JOURDAIN, 1997, p.315).

Sendo a memória condição para a escuta de padrões musicais, a contrapartida vale para o desenvolvimento da memória de longa duração. Alguns estudiosos estabelecem uma distinção entre expectativa e antecipação. Porém, nas duas formas, é consenso de que o cérebro humano aguarda a reprodução com exatidão baseado em regras da estrutura e de estilos musicais.

Assim, a escuta musical é conduzida por um processo de antecipação. Antecipamos o que já conhecemos. A compreensão de uma música ocorre quando reconhecemos relações sonoras já existentes em nossa memória. Mesmo quando a música é totalmente nova para nossos ouvidos, podemos reconhecer elementos sonoros conhecidos. Por meio de uma Escuta Atenta, o ouvinte pode ampliar o seu repertório de “relações sonoras” conhecidas. Quanto maior for esse repertório, melhor será a sua compreensão musical.

Segundo Granja (2006), a habilidade para escuta musical pode ser desenvolvida, com mediação educativa, visando à criação de significados, estreitando perspectivas musicais e diferenciando estilos.

Wisnik (1989) caracterizou alguns modos de escuta musical. A **escuta repetitiva**, identificada como um modo de escuta típico da sociedade, em que a música se tornou um bem de consumo reprodutível em qualquer local e tempo. O autor denomina-as de “músicas de massa”, fruto da revolução tecnológica, tocadas repetidamente pelos meios de comunicação durante algum tempo, sendo logo descartadas em função do lançamento de novas músicas. A **escuta indiscriminada**, decorrente da proliferação rápida e indiscriminada de gêneros e estilos diferentes. Segundo Wisnik (1989), ouve-se um pouco de tudo e não se ouve nada, ao mesmo tempo. A escuta indiscriminada de qualquer música é uma não-escuta. A **escuta única**, refere-se ao fato de alguns ouvintes se limitarem à audição de apenas um estilo musical, só elegendo um tipo de música de sua preferência, como *rock*, *jazz*, *pagode*, *clássico* etc. O autor também classifica este tipo de escuta como não-escuta. A **escuta sacrificial**, que demanda a participação e o envolvimento do ouvinte no ritual da música. Ela está originalmente ligada às tradições pré-modernas, como as músicas africana, árabe, indiana, entre outras, nas quais o ouvinte se envolve corporal e espiritualmente com práticas musicais de dança, meditação, transe etc. E a **escuta contemplativa**, que exige a atenção plena do ouvinte, em local apropriado para a apreciação da música. A referência ocidental desse modo de escuta é o concerto de música clássica realizado num teatro ou numa sala de concerto, com o mínimo ruído possível.

Granja (2006) afirma que atualmente os modos dominantes de escuta são o repetitivo, o indiscriminado e o único, e que a predominância de um único tipo de escuta empobrece a capacidade de percepção significativa da música. Assim, é preciso ampliar e diversificar os modos da escuta musical, de forma a promover experiências musicais, oportunizando a escuta atenta e sensível. O autor explica que cada música pede uma escuta própria. Um projeto de escuta da formação pessoal deveria proporcionar situações de escuta diferenciadas,

contrapondo-se positivamente à dominância da escuta repetitiva que prevalece na sociedade atual. Caberia à escola promover esse projeto de escuta.

Santaella (2001) distingue três modos de escuta caracterizados pelo processo de recepção sonora, ou seja, pela maneira com a qual reagimos à presença da música. São elas: a escuta emotiva, a corporal e a intelectual. A **escuta emotiva** corresponde à percepção sonora primária, isto é, à experiência do som apreendida como se nosso corpo fosse um único órgão sensorial. Corresponde à percepção da qualidade sonora pura, antes de qualquer interpretação ou reflexão. Segundo Santaella (2001), essa escuta é rara, pois normalmente estamos atentos e preparados para interpretar uma determinada configuração sonora. A escuta emotiva ocorre em situações de grande sensibilidade, provocando uma escuta confortável, passiva, levando o ouvinte a uma esfera sensível próxima àquela obtida nos sonhos.

A **escuta corporal** refere-se à percepção sonora em nível secundário, resultante da interpretação do som pelo nosso corpo, mediado pelo sistema sensorial. É o momento quando a música afeta diretamente o ouvinte, provocando algum tipo de reação corporal, desde um simples batucar de dedos até a dança propriamente dita. Nas palavras de Santaella (2001):

Ouvir com o corpo é empregar no ato de escuta não apenas os ouvidos, mas a pele toda, que também vibra ao contato com o dado sonoro: é sentir em estado bruto. É misturar o pulsar do som com as batidas do coração, é um quase não pensar (SANTAELLA, 2001, p.65).

Essa escuta é considerada uma reação espontânea, de projeção corporal, advinda do ouvir e sentir individual.

A **escuta intelectual** é a percepção mediada pelo símbolo, pela interpretação, característica da categoria terciária. Nesta dimensão, acontece a escuta especializada de um ouvido educado musicalmente, atento a sutilezas dos sons percebidos. Assim, o ouvinte é capaz de perceber os sons como estrutura musical significativa.

Para definir a Escuta Atenta configurada à proposta de ensino do Sistema de Numeração Decimal deste estudo, destacaram-se o silêncio (contenção corpórea), a sensibilidade, a discriminação, a identificação, e associação pulso-unidade com ou sem movimento, e, principalmente, a realização de reflexão, análise e expressão de pensamentos que elaboram cálculos mentais utilizando o Sistema de Numeração Decimal. Dessa forma, a presença da Escuta Atenta é imprescindível na Corporeidade, visando à autorregulação e disciplina necessárias para a atenção voluntária a ser empregada nos processamentos cognitivos de cálculos matemáticos utilizando o Sistema de Numeração Decimal.

Na área da educação musical, Gordon (2000) afirma que a *audiação*, termo criado pelo autor, consiste no processo de estimulação da escuta desenvolvida, treinável e perceptível (escuta musical de curto e longo período de tempo).

Pedagogo musical, Gordon (2000; 2008) desenvolveu a Teoria de Aprendizagem Musical, não se tratando de método para ensinar música, mas de uma teoria sobre como as pessoas (nomeadamente as crianças) aprendem música. A originalidade na perspectiva de Gordon (2000) está no questionamento de como se aprende música e não sobre como se deve ensinar música. O autor descreve em que momento a criança (ou o adulto) está preparado para aprender determinada competência, e qual a sequência de conteúdos adequada.

De acordo com ele, a música é apreendida da mesma forma que a nossa língua materna: 1º) ouvimos o adulto falar desde o nosso nascimento, e, mesmo antes, estamos cercados pelo som da língua e da conversação, quando absorvemos estes sons e familiarizamo-nos com a língua; 2º) tentamos imitar; 3º) começamos a pensar através da língua, quando palavras e frases começam a ter sentido à medida que ganhamos experiência de vivências na associação; e 4º) começamos a improvisar.

Em outras palavras, somos capazes de criar as nossas próprias frases e a organizá-las de uma forma lógica, mantendo um diálogo. Finalmente, devido à experiência adquirida ao ouvir, imitar, pensar e improvisar, desenvolvemos a capacidade de pensar e falar, aprendemos a ler e escrever. Os princípios da Teoria de Aprendizagem Musical desde a primeira infância estabelecem objetivos curriculares sequenciais, sendo o principal e objetivo geral o de desenvolver a *audiação* rítmica e tonal.

Audiação é um termo criado por Gordon (2000), que significa para a música o que pensar significa para a língua. É a capacidade de ouvirmos com compreensão, mentalmente, sons que podem estar, ou não, fisicamente presentes. Através da audiação, pode-se atribuir significado à música que se ouve, executa, improvisa e compõe.

Segundo ele, as experiências musicais que uma criança tem desde o nascimento até aproximadamente os sete/oito anos têm um profundo impacto na forma como ela vai ser capaz de perceber, apreciar e compreender música como adulto. Em todos esses estágios, o instrumento privilegiado pelo professor será a voz. O professor serve de modelo para a criança, que aprenderá a distinguir a voz cantada da voz falada e a sensação de cantar afinadamente. Os exemplos musicais são tão diversos quanto possíveis (modos, métricas e estilos), para que a criança possa absorver um vocabulário rico e variado como preparação para a sua posterior educação musical formal.

Gordon (2000; 2008) desenvolveu este conceito a partir de estudos relacionados à audição de bebês que tiveram mecanismos cerebrais ativados, considerados fatores facilitadores do processo ensino-aprendizagem, além de promover a intensidade dos vínculos afetivos necessários à saúde física, psíquica e emocional.

Na audição, é importante compreender a associação e a importância da lateralização hemisférica na percepção, o que sugere certo grau de independência funcional e anatômica para o processamento dos vários parâmetros sonoros. A escuta pode ser apurada com determinado direcionamento e foco, estimulando a atenção sonora referente aos sons do meio ambiente que provocam sensações a ponto de influenciar, de forma pontual, a percepção.

Além disso, as atividades envolvem mecanismos auditivos que exigem: identificação auditiva, atenção, memória, discriminação e direcionamento sonoro, figura-fundo auditiva, direcionamento autônomo do foco de atenção e concentração sonora, contenção corporal voluntária (controle inibitório), sensibilidade, escuta de sons do meio ambiente e, por fim, produção intencional da voz e gestos que expressem as sensações geradas pelas propriedades do som (altura, intensidade, timbre e andamento).

As atividades são propostas a partir da ludicidade com movimento sonoro, brincadeiras cantadas, jogos musicais, canções regionais, marchas, desafios com modulação de voz, canções de ninar, mantras, brincos, parlendas, trava-línguas, histórias cantadas e introdução à leitura/escrita musical (por imagens ou símbolos), todos vinculados aos sons característicos e à cultura musical do folclore brasileiro, aos sons do corpo humano, aos sons de elementos naturais (água, fogo, terra e ar) e aos sons da realidade e associação som/imagem.

Dessa forma, o canto tem espaço privilegiado nas brincadeiras sonoras que envolvem a confecção de instrumentos musicais, improvisações de linguagens e criação de timbres de melodias espontâneas, que possibilitam a ampliação do processo da musicalidade para outros ambientes de convivência e desenvolvimento.

Ainda em relação ao canto coletivo, Wisnik (1989) afirma que essa habilidade requer empenho de escuta notável, que ocorre de maneira quase inconsciente: a busca de uma tonalidade comum, a coordenação dos ritmos, a articulação entre a palavra e a melodia, entre outras. Segundo Wisnik (1989):

cantar em conjunto, achar os intervalos musicais que falem como linguagem, afinar as vozes, significa entrar em acordo profundo e não visível sobre a intimidade da matéria, produzindo ritualmente, contra todo o ruído do mundo, um som constante. (WISNIK, 1989, p. 27).

Para maior esclarecimento, utiliza-se como exemplo o experimento publicado no II Congresso Nacional de Formação de Professores, realizado em Águas de Lindóia-SP com o título: Formação de Professores para Educação Inclusiva: A Musicalização na Educação Matemática (GOMES e MANRIQUE, 2014).

Trata-se de uma experiência realizada com 30 professores da educação especial no período de oito meses, com encontros de 4 horas, duas vezes ao mês. Foram coletados depoimentos dos professores participantes por meio de entrevistas realizadas ao final de cada dois meses consecutivos sobre suas práticas com seus alunos.

Na Escuta Sonora Sensível, estimulou-se:

a habilidade específica do ouvir treinável, desenvolvendo habilidades de percepção, discriminação e atenção voluntária (seletividade, foco, imaginação e subjetividade) com diversos timbres e variações de fontes sonoras, oportunizando o desenvolvimento de inteligência emocional (GOLEMAN, 1996) em autoconhecimento, autoestima e relaxamento; e da inteligência musical, definida por Gardner (2001) como o grau de intimidade com a percepção, discriminação e identificação dos sons de forma imediata, possibilitando sensações capazes de influenciar de forma pontual a sensibilidade e atitudes humanizadas (GOMES e MANRIQUE, 2014, p.10).

Os resultados apontaram que, por meio das atividades de Musicalidade, foi possível estabelecer relações aditivas entre os numerais, criando para os alunos com deficiência visual gestos sonoros em que cada som correspondia a um numeral. Assim, a associação sonora não somente auxiliou a identificação dos numerais para os cegos, como serviu de parâmetro para a abstração das quantidades referidas, à medida que cada pulso representava uma unidade.

5.2 Ritmo

Dentre os elementos que constituem a música – ritmo, melodia e harmonia –, o ritmo é o que mais se associa à percepção de duração no tempo, de periodicidade; diz respeito à forma pela qual as diferentes durações do som e do silêncio (pausas) se distribuem no tempo. É também chamado de “medida” do tempo musical.

Os principais elementos do ritmo são o andamento, o compasso, as divisões e as durações. Entende-se como andamento o grau de movimento em que uma composição é tocada. Ele é indicado na partitura usando termos como: *Adagio* (suave), *Andante* (moderato), *Allegro* (animado), *Vivace* (rápido), *Presto* (muito rápido) e outros. Pode também ser escrito

usando uma nota musical seguida de um sinal de igual e o valor de metrônomo³ para esta nota.

O compasso é uma forma de dividir quantitativamente em grupos os sons de uma composição musical, com base em pulsos e pausas. Muitos estilos musicais tradicionais já presumem um determinado compasso; a valsa, por exemplo, tem o compasso 3/4 e o rock geralmente usa os compassos 4/4, 12/8 ou 3/4. Trata-se da divisão dos pulsos a partir da divisão de um referencial de tempo.

Moura *et al.* (1989) afirmam que o aspecto rítmico é inerente ao ser humano, estando ligado a sua fisiologia e movimento. Na criança, sua manifestação é intuitiva e espontânea. É preciso, porém, conscientizá-la, por meio de vivências sobre a existência do ritmo como elemento musical básico. Não se deve iniciar a educação musical rítmica a partir da apresentação de conceitos teóricos, o que impossibilitaria a verdadeira compreensão do assunto. Ao contrário, o importante é sentir o ritmo musical, de modo que a passagem do nível intuitivo para o nível consciente desse aprendizado ocorra o mais natural possível.

Podem-se observar paralelos significativos entre as estruturas temporais presentes nos ritmos biológicos e nos ritmos sonoro-musicais. Ambos organizam o movimento em um fluxo dinâmico de contração e relaxamento cujos parâmetros são medidos em periodicidade (duração), fase, amplitude (intensidade) e composição das frequências (altura).

Para a educação musical, o ritmo é um elemento privilegiado, por vezes é produtor de movimentos espontâneos, de expressão livre da corporeidade natural, estimulado por meio de brincadeiras individuais ou coletivas.

Em propostas de Musicalidade, busca-se adequar a estrutura rítmica interna à externa, visando ao equilíbrio das frequências cardíaca e respiratória. O ritmo envolve atividades de percepção e organização de “células rítmicas” (pulsos padronizados), que contribuem para a marcação do pulso de forma alternada e enfática, tendo como recurso o movimento corporal como expressão e fonte sonora.

Para a adequação dos movimentos aos estímulos auditivos, é necessária a organização psicomotora da percussão corporal, que envolve consciência, percepção e orientação espacial, além de exploração de timbres do corpo humano. As atividades rítmicas contribuem para o desenvolvimento da consciência corporal, da criatividade, da improvisação musical, da utilização de linguagens sonoras, da audição direcionada (Atenção Voluntária), do movimento

³ Instrumento que mede as marcações de tempo, um relógio especialmente construído para definir uma pulsação constante. Os valores associados a cada andamento são apenas de referência.

(Memória), do canto (Expressão) e da alternância de instrumentos musicais (Movimentos Motores que podem utilizar instrumentos musicais tradicionais, construídos ou improvisados).

Um dos maiores referenciais teóricos da educação musical é Edgar Willems, pedagogo musical, nascido na Bélgica em 1890, cujo trabalho pedagógico foi desenvolvido com crianças na Suíça. Willems realizou suas pesquisas e experiências no campo sensorial e relacionou música com psique humana. Para Willems (1968), “o ritmo e seu elemento disciplinador, o pulso, são um recurso pelo qual o indivíduo aprende a viver o tempo que passa, um tempo que é percebido, aceito, dominado e experienciado em cada nova escuta musical” (WILLEMS, 1968, p.44).

Em seu método de educação musical (WILLEMS, 1968, 2002), afirma ser imprescindível o respeito à liberdade individual de expressão utilizada na projeção através da percussão corporal, que abrange: coordenação rítmica, improvisação musical; interpretação musical; composição e instrumentalização; e produção cultural. De acordo com Willems (1968; 2002), a música está relacionada à natureza humana, por meio do instinto rítmico, da afetividade que a melodia sugere e do intelecto no entendimento da harmonia.

Willems (1968; 2002) descobriu a interligação existente entre a música e o ser humano e relacionou o triplo aspecto do homem (fisiológico, afetivo e mental) aos elementos característicos da música (o ritmo, a melodia e a harmonia). Assim, ele propôs um método baseado nos aspectos da fisiologia do ouvido humano e apontava para a importância do preparo auditivo antes do ensino instrumental. Utilizou jogos, sons de diferentes naturezas e teclados especiais. Afirmou que a educação musical é acessível a todas as crianças, dotadas ou não de aptidões musicais.

Desta forma, é possível afirmar que o autor belga influenciou favoravelmente a educação inclusiva, empregando os processos musicais naturais que vão do concreto ao abstrato, favorecendo a passagem da homogenia do instinto à consciência e da consciência ao automatismo. Baseou-se ainda em pensadores contemporâneos à sua época, como Jean Piaget e Claparède. Sua metodologia propõe uma educação musical ativa e criadora, seguindo as etapas do desenvolvimento psicológico da criança. Um dos seus objetivos é o de que a educação musical deve desenvolver a memória, a imaginação e o conhecimento musical. Envolve a vivência dos fenômenos musicais e da música, bem como a tomada de conhecimento sensorial e afetiva dos fatos musicais.

Por meio do ritmo, desenvolve-se o sentido de tempo; por meio do estímulo ao movimento (motricidade), a coordenação e independência rítmico-motora – aspecto fisiológico; por meio da melodia, desenvolve-se a sensibilidade, o afetivo e as emoções; por

meio da harmonia, desenvolve-se os elementos cognitivos, que Willems denomina de inteligência.

Granja (2006) relaciona ritmo e corporeidade, definindo percussão corporal como a prática de fazer do próprio corpo um instrumento musical. Ritmos, melodias, harmonias e timbres são obtidos ao se combinar os sons provenientes do corpo, tais como palmas, estalos, batidas com os pés, vocais percussivos, entre outros. Essas atividades desenvolvem a percepção rítmica, melódica e harmônica, além da capacidade de expressão e criação musical, envolvendo também aspectos de ordem corporal, social e psicológica. Destaca que o contato com o próprio corpo para extrair sons musicais e o desenvolvimento da coordenação motora são elementos que ampliam o autoconhecimento, além de serem extremamente saudáveis. A interação com as outras pessoas para executar uma música desenvolve tanto o lado social como o psicológico. Declara que a percussão corporal não limita o aprendizado musical, mas o amplia, uma vez que desenvolve percepções musicais e perceptivas que nem sempre são o foco de atenção no ensino tradicional de música.

Segundo Moura *et al.* (1989), a marcação do pulso de uma música é natural. Uma vez que a pulsação é o elemento regulador do ritmo, é imprescindível compreender a noção de pulso para a percussão corporal. Para facilitar o entendimento da criança, é recomendável fazer uma analogia entre a pulsação da música e a pulsação humana. Colocando o dedo em seu próprio pulso ou a mão sobre o pescoço ou coração, é possível perceber a pulsação, por meio da regularidade e constância das batidas do coração, apesar da possibilidade de variação de velocidade (andamento). A partir dessa experiência, percebe-se a reprodução do ritmo real de uma melodia. Este é constituído pela distribuição das diversas durações dos valores, diferindo da pulsação, que é constante e regular.

Para enriquecimento, pode-se ampliar a reflexão sobre atividades rítmicas de Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal disponibilizando códigos da linguagem musical, compostos de números dos tempos associados para organizar e fixar os procedimentos dos conteúdos matemáticos de atividades.

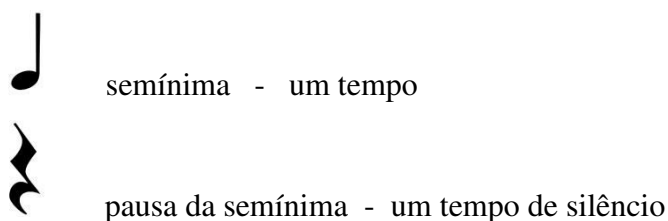
Na música, o ritmo é representado em formato de figuras musicais que determinam o tempo de duração de cada nota musical.



Durante o processo de Musicalidade, é recomendado utilizar a semínima como unidade de contagem da pulsação, pois, segundo Martenot⁴, o tempo natural da criança é mais

⁴ Autora do Método Martenot, Buenos Aires, 1979.

rápido que do adulto, aproximando-se da marcação de metrônomo semínima = 100. Por esse motivo, inicia-se o ensino do ritmo com a semínima por representar 1 tempo.

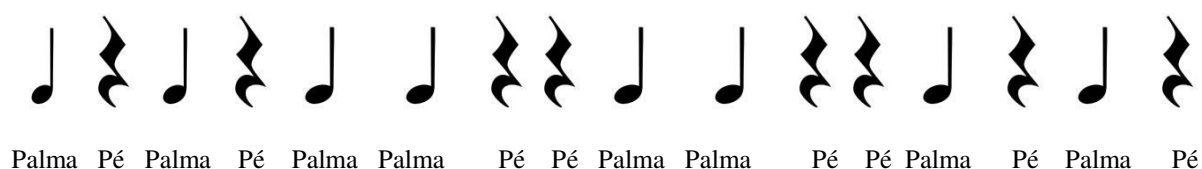
A figura musical que representa a semínima e sua pausa (silêncio com duração de um tempo) são representadas na seguinte forma:



Uma possibilidade da Musicalidade para o ensino do cálculo mental é a apresentação, após as vivências envolvendo um referencial de um tempo com um pulso/unidade, das figuras musicais em vários formatos (cartões no quadro, desenhos em murais, etc.) e suas representações de 1 tempo de pulso  com 1 tempo de silêncio .

As professoras e os alunos poderão representar os desdobramentos das atividades utilizando os símbolos musicais. O cálculo mental de número de tempos presentes (tocar um instrumento ou marcar com palma ou marcha) associado ao número de pausas seria um eficiente exercício para contagem do Sistema de Numeração Decimal e operações matemáticas com adição e subtração.

Exemplo de pauta rítmica:



Assim, podemos afirmar que atividades da Musicalidade associadas à corporeidade, escuta e variações rítmicas, podem favorecer a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, ao associar processamentos cognitivos típicos dos dois domínios (representações mentais, funções executivas e contagem) e do conteúdo matemático (Sistema de Numeração Decimal).

5.3 Som

A Melodia é a organização simples de uma série de sons musicais, constituindo-se como o elemento principal da música. É uma sequência de sons em intervalos irregulares que pode ser cantada ou tocada por instrumentos melódicos.

O som é um fenômeno acústico formado por ondas produzidas pela vibração de um corpo qualquer, transmitido por um meio (gasoso, sólido ou líquido), pela propagação de frequências regulares ou não, que são captadas pelos nossos ouvidos e interpretadas pelos nossos cérebros. Possui quatro qualidades: intensidade, altura, andamento e timbre.

A intensidade refere-se à força que produziu o som e está relacionada ao grau de energia da fonte sonora, ou seja, ao volume do som percebido. É a propriedade que permite ao ouvinte distinguir se o som é fraco (baixa intensidade) ou se é forte (alta intensidade); ela está relacionada à energia de vibração da fonte que emite as ondas sonoras. Ao se propagar, as ondas sonoras transmitem energias que se espalham em todas as regiões. Quanto maior é a energia que a onda transporta, maior é a intensidade do som que o nosso ouvido percebe. A intensidade sonora é a força com que as ondas sonoras empurram o ar e é medida em uma unidade chamada bel, em homenagem ao cientista inglês Granham Bell, o qual fez estudos que culminaram com a invenção do telefone. No entanto, os submúltiplos do bel são mais utilizados: 1 decibel = 1dB = 0,1 bel. A partir de 140db aparece o chamado limite do ouvido humano: o som é dificilmente suportável pelo ouvido e pode causar lesões no sistema auditivo se ampliado.

A altura é a característica frequencial do som, ou seja, aquilo que se percebeu como nota musical e refere-se à distinção entre o agudo e o grave. Ela depende do número de vibrações: rápidas, produzem sons agudos, as lentas, graves. São essas vibrações que definem cada uma das notas musicais: dó, ré, mi, fá, sol, lá, si; assim, a velocidade da onda sonora determina a altura do som, por isso cada nota tem sua frequência (número de vibrações por segundo). A altura de um som pode ser caracterizada como definida ou indefinida. Em ambos os casos, os sons podem ser agudos ou graves. Os instrumentos de altura indefinida são incapazes de produzir uma melodia, visto que a maioria deles emite um só som, que a voz humana ou outro instrumento de altura definida não conseguem imitar (BRASIL, 2012).

O andamento é o tempo de duração entre a produção de um som e outro. Essa duração é utilizada em combinação com uma regularidade básica chamada de pulso ou pulsação, comumente chamada de ritmo.

O timbre refere-se ao tipo de fonte sonora no qual o som foi produzido. É a característica sonora que nos permite distinguir se sons da mesma frequência foram produzidos por fontes sonoras conhecidas, permitindo diferenciá-las. O som emitido pela flauta é, obviamente, diferente do som do violino, as vozes humanas são diferentes umas das outras. O timbre é também chamado de “cor do som”, numa analogia com as diferentes combinações das cores básicas que formam as mais variadas cores e tonalidades.

Sobre a habilidade específica do ouvir, Schafer (1991) utilizou o conceito de “paisagem sonora”, advinda de seus estudos multidisciplinares sobre o som ambiental, suas características e modificações ocorridas no decorrer da evolução histórica e sobre o significado e o simbolismo desses sons para as comunidades afetadas por eles. O autor chama atenção para os sons que constituem o cenário ambiental e propõe sua compreensão para a criação de novas formas de educar musicalmente, nas quais a improvisação é a expressão mais original que os educandos podem expressar. Schafer (1991) lida com progressos da musicalidade à medida que a percepção, audição e produção sonora são incorporadas a práticas docentes. Assim, afirma que a apreciação artística é um processo acumulativo, em que se descobrem novos pontos de interesses à medida que a musicalidade é vivenciada, analisada, refletida e projetada. Afirma que “ouvir música é uma experiência profundamente pessoal” (SCHAFER, 1991, p.24) e pode ajudar o estudante a descobrir suas características individuais.

Schafer (1991) descreve como ocorre a “intenção” na audição quando se vivencia a musicalidade. O som pode ser produzido intencionalmente para ser ouvido ou não. A partir daí, ele define música como uma organização de sons (ritmo, melodia) com intenção de ser ouvida. Explica os silêncios na música como pausas necessárias para ouvir.

Experimentem pensar assim: não há nada interessante numa parede sólida sem janelas. Pelas janelas nos articulamos à parede e trazemos luz às pessoas que estão do lado de dentro da construção. Colocamos janelas na música por meio de pausas – silêncio. Somente quando uma parte está em silêncio é que podemos ouvir mais claramente o que as outras estão fazendo (SCHAFER, 1991, p.50).

Ele revela que a improvisação (forma de expressar-se musicalmente por canto ou instrumentos, naturalmente, em tempo real, sem planejamento) deve ser uma pesquisa sem fim, sem esperar execução perfeita: sua vitalidade está na habilidade de transformar-se. Condiciona o aprendizado a respeito do som, produzindo sons; e o aprendizado musical com a produção de músicas.

Um exemplo desenvolvido com crianças do primeiro ano do ensino fundamental é o de sugerir a imaginação de um jardim com rosas para aspirar profundamente, sentir seu perfume e soprar a nuvem que encobre o sol (expirar), ouvindo músicas que sugeriram o ritmo lento para a respiração. Ao mesmo tempo, propor alongamento e movimentos corporais leves, com yoga infantil, individualmente e em duplas, ou em silêncio, escutando histórias sonoras como fábulas e mensagens positivas de resiliência, solidariedade e empatia. À medida que vão vivenciando esta musicalidade, aumenta o tempo de silêncio, concentração e controle

da corporeidade, pois ao terminarem de vivenciar estas atividades sentem-se calmos e tranquilos.

5.4 Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal

Considerando os estudos dos primeiros capítulos, realizados acerca dos processamentos cognitivos de números, dos efeitos da música no cérebro, da experiência de aprendizagem mediada e dos critérios da mediação docente, elegeram-se indicadores com a finalidade de dar início à sustentação da proposta da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal nos anos iniciais do ensino fundamental.

Sob a perspectiva inclusiva, é possível afirmar que o senso numérico, a memória de fatos aritméticos, a precisão ou fluência de cálculos e a precisão do raciocínio matemático são indicadores para o ensino e aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, uma vez que são utilizados como critérios de avaliação para a classificação de Transtorno Específico da Matemática (DSM V, 2014, p.67). Consequentemente, crianças que dominam essas habilidades estão fisicamente aptas a aprender. Isto significa que, se a Musicalidade é capaz de estimular e desenvolver o senso numérico, a memória de fatos aritméticos e oportunizar elementos constituintes de cálculos por meio do raciocínio matemático, ela pode ser considerada uma estratégia de ensino.

Como segundo indicador, observou-se a classificação de “ansiedade matemática” (BRITO, 2005; ROTTA *et al.*, 2006; BASTOS, 2008), que apresenta sintomas ansiosos que afetam a memória operacional (memória de trabalho). Se a Musicalidade pode influenciar por meio de estímulos o desenvolvimento da Memória Operacional, é possível afirmar que ela contribui na aprendizagem de números. A literatura fundamenta a ansiedade matemática a partir dos efeitos de ansiedade nas emoções, porém, neste estudo, não se aprofundou a contribuição da música no desenvolvimento de emoções, por isso não foi citada neste indicador a estimulação de emoções específicas, apesar de uma das grandes influências da Musicalidade estar justamente em áreas límbicas. Além disso, destaca-se a estimulação da música no desenvolvimento da percepção social: a Musicalidade é possível de ser vivenciada como instrumento de construção e estreitamento dos vínculos afetivos, para a promoção de relações sociais compartilhadas, destacando a harmonia dos aspectos necessários à saúde mental e emocional e o desenvolvimento da personalidade humana e sua convivência em sociedade (THOMPSON, 2015).

O terceiro indicador refere-se aos estudos já comprovados da música como estímulo para a plasticidade nos dois hemisférios cerebrais, especificamente: no processamento temporal, na estimativa matemática e na plasticidade do sistema atencional (ANTUNES, 2002; HERCULANO-HOUZER, 2010; MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016). Se a Musicalidade estimular a Atenção Voluntária, uma das habilidades imprescindíveis das Funções Executivas para a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, e os processamentos de tempo, que indicam a duração de pulsos e pausas a partir de um determinado referencial (estimativa numérica que envolve proporcionalidade e simbolização), é possível afirmar que ela estimula áreas cerebrais que codificam e executam o raciocínio matemático.

O quarto indicador diz respeito às funções executivas, especificamente as denominadas de funções executivas “frias”, que dizem respeito ao raciocínio lógico abstrato, identificado pelas habilidades de planejamento, de resolução de problema e de memória operacional (KERR e ZELAZO, 2004; ZELAZO et. al., 2005); e as funções executivas “quentes”, que dizem respeito notadamente aos aspectos emocionais, como o desejo, regulação do afeto, motivação, experiência, recompensa, empatia e memória de longo prazo (KERR e ZELAZO, 2004; ZELAZO et. al., 2005). Se a Musicalidade estimula e desenvolve habilidades tanto das funções executivas frias (planejamento, flexibilidade Cognitiva e Memória Operacional), quanto das funções executivas quentes (afeto, motivação, controle inibitório e memória de longo prazo) é possível afirmar que ela pode ser utilizada para estimulação do desenvolvimento dessas habilidades visando ao favorecimento da aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal.

O quinto indicador refere-se aos efeitos da escuta musical de curto prazo na modularidade do humor positivo e excitação, que podem aumentar a criatividade em resolução de problemas e a velocidade do processamento mental, havendo possibilidade de promoverem efeitos distintos ou conjuntos sobre o desempenho cognitivo do cálculo mental (MAIER, 1931; DUNKER, 1945). Isto significa que, se a Musicalidade produz humor positivo, disponibilidade e excitação para a aprendizagem matemática, ela pode estimular a criatividade na resolução de problemas matemáticos e aumentar a velocidade de processos numéricos.

O sexto indicador baseia-se na possibilidade de identificar a forte semelhança entre o pensamento matemático e o pensamento musical no que diz respeito às buscas por padrões e regularidades (JOURDAIN, 1997; GRANJA, 2006). A matemática estuda a regularidade presente nas formas e nos números. Na música, busca-se a percepção das regularidades sonoras e temporais. A linguagem musical fundamenta-se na articulação entre determinados

padrões rítmicos, melódicos e harmônicos que podem ser percebidos e manipulados. O próprio som musical só é reconhecido como nota afinada devido a uma regularidade interna dos pulsos sonoros.

O sétimo indicador refere-se aos efeitos da escuta musical de longo prazo, que possibilita transferências (*Efeito Transfer*) de habilidades dos processos neurocognitivos devido à integração multissensorial (principalmente códigos auditivos) na percepção de padrões (HETLAND, 2000; SCHELLENBERG, 2000; 2005; MUSZKAT, 2012; THOMPSON, 2015). Isso pode ser de grande influência na estimulação do código auditivo simbólico, explicado pelo conceito de Rota Numérica do Modelo Explicativo Código Triplo (DEHAENE, 1992; 1999; DEHAENE; COHEN, 1995).

O oitavo indicador diz respeito ao desenvolvimento de representações mentais (símbolos) organizado pela linguagem musical, devido a códigos e intencionalidade específicos que representam e comunicam esta estrutura (PATEL, 2008; MUSZKAT, 2012, p.67-69; THOMPSON, 2015).

Tanto o sétimo quanto o oitavo indicadores consideram os conceitos de “*Transcodificação*” e “*Efeito Transfer*” advindos de teorias da neurociência, da área da matemática e da área da música. A “*Transcodificação*” dos códigos da Rota Numérica, referente ao Modelo Código Triplo (DEHAENE; COHEN, 1995; GARDNER, 1995), é um conceito que representa a transformação de um código numérico para outro (auditivo, visual e analógico), especificamente sobre a representação dos elementos do Sistema de Numeração Decimal. O “*Efeito Transfer*” (HETLAND, 2000; SCHELLENBERG, 2000; 2005; MUSZKAT, 2012; THOMPSON, 2015) é um conceito que representa a transferência de habilidades cognitivas de um domínio para outro, causadas provavelmente por sobreposições anatômicas das conexões neurais envolvidas, entre elas a memória, a atenção e o controle inibitório (Funções Executivas imprescindíveis para o pensamento matemático para a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal).

Apesar dos 4 anos de estudos da presente tese, faz-se pertinente maior aprofundamento em cada um desses indicadores, com a possibilidade de promoção de novas pesquisas para embasamento teórico e aplicação de caráter quantitativo para avaliação de sua eficácia.

A partir desses indicadores, é possível delinear dois aspectos de abrangência para a Musicalidade proposta aqui, para o ensino do Sistema de Numeração Decimal nos anos iniciais do ensino fundamental.

O primeiro aspecto refere-se aos **Processamentos Neurocognitivos** – considerando habilidades referentes às Funções Executivas (Atenção Voluntária, Memória Operacional, Controle Inibitório) e ao Processamento Específico da Matemática (Modelo Código Triplo). Quanto a este, é importante ressaltar os três tipos de codificações que compõem a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal: um código verbal auditivo, um código simbólico visual e um código analógico. Há de se observar também habilidades dos dois domínios (música e matemática) como possibilidade de sobreposições anatômicas e funcionais: a Velocidade do processamento espaço temporal (ritmo), o Processo Simbólico (códigos de linguagens), o Senso Numérico (memória operacional), a Interação Social (socialização) e a Fluência de Cálculo (divisões de tempos e durações que compõem a melodia e o ritmo musical com métrica e sincronia matemática).

O segundo aspecto refere-se aos **Conteúdos Matemáticos** – tendo em vista que a música é composta em sua estrutura de fenômenos matemáticos (frequência de sons), é possível extrair ou mesmo indicar conteúdos matemáticos presentes em sua estrutura para identificação de conceitos matemáticos abstratos, apresentando, portanto, a Musicalidade como possível ambiente de Experiência de Aprendizagem Mediada. Ainda sobre este aspecto, são indispensáveis os ajustes de critérios da mediação docente que deverão nortear as práticas de ensino (perspectiva inclusiva, em que todos têm o direito de aprender, independente de suas características).

Para enriquecimento desta leitura, há exemplo que descreve um dos experimentos realizados pela pesquisadora, publicado na Revista REnCIMA (Revista de Ensino de Ciências e Matemática) por ocasião do IV Encontro do Produção Discente de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PUC-SP/UNICSUL, intitulado: *A Musicalização (Ritmo - Som - Corporeidade) como Intervenção Neurocognitiva de Habilidades Matemáticas* (GOMES e MANRIQUE, 2015).

O relato foi desenvolvido com a professora regente da turma do primeiro ano do ensino fundamental, com 20 alunos de idade entre 6 e 7 anos, durante 16 semanas, com encontros de uma hora semanal. A seguir, a sequência de atividades desenvolvidas:

- a) Alunos convidados a marcarem, alternadamente, com palmas, marcha (batendo pés) e voz (utilizaram sílabas), melodias variadas com ritmo binário (dois pulsos – 1, 2), ternário (três pulsos – 1, 2, 3) e quaternário (quatro pulsos – 1, 2, 3, 4), conforme as músicas e identificação de ritmos variados do repertório instrumental típico de músicas do cancionário do nosso folclore;

- b) Alunos posicionados em fila escutaram a marcação do ritmo do professor que estava como primeiro da fila, andando conforme o ritmo estabelecido batendo pés, variando a marcação com associações de palmas e sílabas;
- c) A professora alterou os ritmos fazendo uma pausa quando os alunos não sincronizavam, para que se organizassem através da escuta, ao iniciar uma nova sequência (a atividade exigiu concentração na escuta e contenção corpórea, uma vez que não tinham acesso no campo visual ao corpo do professor, restando a escuta como base referencial de alteração dos ritmos)
- d) Após a atividade, sentaram em roda e relatam o que fizeram e sentiram, livremente.
- e) A professora revisou os conceitos da aula anterior cujo tema foi: Onde está a matemática?
- f) Individualmente, os alunos relataram onde e como (em que momento ou qual elemento) perceberam a “matemática” na atividade realizada. Logicamente, cada um relatou percepções variadas, podendo-se observar: a relação pulso com a contagem do número por vezes percebido, duração de sons e variação de pulsação.
- g) A partir dos relatos foi sugerido por um dos alunos que “criassem” um jogo, chamado de “Jogo da Fila”, que envolveu a prática rítmica da expressão $2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4$, a fim de encontrarem o resultado a partir das experiências de expressão corporal na fila.
- h) Após todos vivenciarem a fila com os ritmos da expressão acima, foram divididos em quatro grupos de 5 alunos. Dois deles tiveram a função de registrar na folha de papel a expressão vivenciada pelos outros três alunos da equipe. Esse registro serviu de base para a soma proposta, após a tentativa do cálculo mental.

Ao final, todos os grupos apresentaram a vivência, as expressões escritas e relataram oralmente a sua autoavaliação, que envolveu o desempenho da equipe a que pertenciam. Explicaram a metodologia adotada na realização da atividade e apresentaram o resultado, validado pela calculadora. (GOMES e MANRIQUE, 2015).

A indicação dos resultados referentes à observação da professora regente apontou que os alunos associaram a representação de um pulso correspondendo a uma unidade (número-quantidade de pulsos); que realizaram a seriação associando números à contagem e aos tempos rítmicos; que identificaram timbres de instrumentos diferentes, ao indicarem a operação de adição diferente dos instrumentos musicais que indicavam pulsos e numerais; e

que, também, representaram por escrito a expressão matemática vivida, utilizando números, sinal da adição e resultado.

A professora relatou que tiveram a oportunidade de reforçar as vivências e orientações durante as aulas de matemática na semana, inclusive com a realização da “fila” com as sequências separadas, inserindo em seu planejamento variações do “Jogo da fila” para a consolidação do conceito numérico. Ainda, segundo a professora, os alunos sugeriram a criação do “Jogo da Fila pra trás”, no qual o processo seria reverso, com a subtração.

A indicação dos resultados referentes à observação da pesquisadora apontou para indícios de ordem dos elementos conectores entre a Musicalidade e a estimulação do desenvolvimento das habilidades matemáticas, identificados 1) na motivação emocional e social demonstradas pela alegria, entusiasmo e prazer nos encontros; 2) na demonstração das habilidades de memória operacional e atenção voluntária como condição para a realização da soma exigida pela atividade; 3) na correspondência de uma unidade e na marcação de um pulso; 4) na organização de agrupamentos dos ritmos binários (dois pulsos) por duas vezes, depois do ritmo ternário (três pulsos) por três vezes e depois do ritmo quaternário (quatro pulsos) por quatro vezes, contribuindo para a habilidade de seriação e ordenação com critérios matemáticos; e 5) na realização das propriedades aditivas e multiplicativas através do cálculo mental a partir da escuta rítmica e da produção sonora, tanto na utilização de marcha e palmas, quanto na utilização de instrumentos musicais.

6 METODOLOGIA

Segundo Creswell (2010), a pesquisa qualitativa detém um projeto e uma abordagem com fins diferentes da pesquisa quantitativa. Para ele, a tendência da abordagem qualitativa é o que a diferencia. E define:

A pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados (CRESWELL, 2010, p.26).

A questão do ensino da matemática na perspectiva inclusiva tem movido muitos pesquisadores e professores em busca da efetivação do ensino. Esta situação surge com maior evidência nos dois primeiros anos do ensino fundamental, momento em que se altera a metodologia de ensino, de uma pauta no lúdico e na estimulação multissensorial da educação infantil, para a educação bancária, na qual o corpo é consolidado atrás de carteiras, como se nesta fase da educação básica o corpo “dormisse” e apenas o cognitivo funcionasse, e se fizesse presente. Tal fato se agravou depois da alteração da configuração do Ensino Fundamental. A lei nº 11.274/06 determina que crianças de 6 anos devem ser matriculadas no primeiro ano (dependendo da data corte estabelecida, como é o caso do município sede desta pesquisa, crianças ainda com de 5 anos de idade, matriculadas no 1º ano no Ensino Fundamental); vivenciando, provavelmente, um ensino não adequado ao seu desenvolvimento neurocognitivo, conforme nos indica os estudos de neurociências e desenvolvimento humano (MUSZKAT *et al.*, 2005; HERCULANO-HOUZEL, 2010). Portanto, esta pesquisa é identificada como de abordagem qualitativa, com foco no significado individual, que reflete a importância da interpretação e complexidade de uma situação específica (CRESWELL, 2010, p.26).

O objetivo geral se configura na análise das contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração. Para esse objetivo, é pertinente que se produzam novos conhecimentos a partir dos dados coletados, e que a pesquisadora:

[...] ao mesmo tempo que o sujeito e o objeto de suas pesquisas, [e cujo] conhecimento [...] é parcial e limitado. [Além disso], o objetivo da amostra [qualitativa] é de produzir informações [...] ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações (SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p. 32).

A pesquisa exploratória descritiva é identificada como aquela em que o pesquisador configura os conhecimentos pautando-se nos significados diversos de experiências individuais ou sociais, bem como nos conhecimentos construídos historicamente; portanto, como processo de dinâmica não linear, mas dialético.

A pesquisa qualitativa é uma forma de investigação interpretativa em que pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam, ouvem e entendem. Suas interpretações não podem ser separadas de suas origens, história, contextos e entendimentos anteriores (CRESWELL, 2010, p. 2019)

A pessoa do pesquisador é definida como um instrumento fundamental na pesquisa qualitativa, pois ele coleta pessoalmente os dados por meio de exame de documentos, de observação do comportamento ou de entrevistas dos participantes e se envolve em uma experiência sustentada e intensiva. Isso reflete a importância da pesquisa realizada, uma vez que a pesquisadora já desenvolvera a estratégia de Musicalidade com alunos em contexto escolar. No presente estudo, o desafio foi oportunizar a construção de conhecimentos para que elas ensinassem o Sistema de Numeração Decimal após os conhecimentos organizados e sistematizados por meio de elementos da Musicalidade.

A escolha dos Instrumentos para a coleta de dados apoiou-se nas abordagens qualitativas de Creswell (2010), identificando-as como:

[...] os passos da coleta de dados [que] incluem o estabelecimento de limites para o estudo, a coleta de informações por meio de observações e entrevistas não estruturadas ou semiestruturadas, de documentos e materiais visuais, assim como do estabelecimento do protocolo de informações. (CRESWELL, 2010, p. 212).

Portanto, nesta pesquisa determinaram-se como dados a serem coletados na investigação a Elaboração, Realização e Análise de atividades de Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal de duas professoras dos anos iniciais do ensino fundamental e suas trajetórias de Mediação Docente, considerando o processo de Inclusão e a autoavaliação.

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados: o Questionário inicial, as Observações e os Documentos produzidos pelos Sujeitos da Pesquisa (uma professora do 1º ano e uma professora do 2º ano do ensino fundamental).

O Questionário inicial permitiu conhecer os sujeitos da pesquisa e suas percepções por meios de informações direcionadas e relacionadas às suas práticas de ensino na educação matemática inclusiva. Utilizou-se a *Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE) em Aulas de Matemática* (MOREIRA et al., 2016), que proporcionou informações filtradas pelo ponto de vista dos entrevistados.

Quanto às Observações, são definidas por Creswell como:

[...] aquelas em que o pesquisador faz anotações de campo sobre o comportamento e as atividades dos indivíduos no local da pesquisa. Nessas anotações de campo, o pesquisador registra, de uma maneira não estruturada ou semi-estruturada (usando algumas questões anteriores que o investigador quer saber), as atividades no local da pesquisa (CRESWELL, 2010, p. 214).

Sua utilização nesta pesquisa deve-se ao pesquisador ser participante e, assim, poder registrar informações relevantes durante o desenvolvimento dos encontros. A Observação proporcionou aos participantes compartilharem diretamente a realidade durante a reflexão do Seminário Final. Nesse sentido, foi possível observar detalhes que, durante a pesquisa no grupo de estudos coletivo, não foram percebidos.

Os Documentos produzidos pelas professoras envolveram registros escritos que se denominaram de atividades de portfólios e *slides* de apresentação no Seminário Final. Entende-se o portfólio, fundamentado na avaliação formativa, definida por Perrenoud (1999) e Hernandez (2000), como processo investigativo no qual o professor pode considerar o que foi e não foi produtivo; inclui reflexão, compromisso e reformulação numa dinâmica de ir e vir constantes para a definição de novas metas, podendo tornar-se, o professor, cada vez mais apto a questionar os caminhos que percorre e auxiliar as dificuldades coletivas e individuais de seus alunos.

Para Fernandes (2009), o portfólio é:

[...] uma coleção organizada e devidamente planejada de trabalhos produzidos por um aluno durante certo período de tempo. Sua organização deve ser tal que permita uma visão tão ampliada, tão detalhada e tão profunda quanto possível das aprendizagens conseguidas (FERNANDES, 2009. p.102).

É nesse sentido que o portfólio aparece como um privilegiado instrumento da função de apresentar a trajetória na construção dos saberes pelos professores, sujeitos da pesquisa, e sua prática mediadora. Ele evidencia a dimensão formativa da avaliação da aprendizagem, pois funciona como um espaço de diálogo ao ser construído, elaborado e reelaborado, compartilhado e interpretado no decorrer do período indicado. Além disso, a ordem cronológica de sua produção aponta o ritmo e o sentido de seu desenvolvimento (SILVA e SOUZA, 2007).

Villas Boas (2004) atribui três princípios no uso do portfólio:

- a) a avaliação é um processo em desenvolvimento;
- b) os professores são participantes ativos desse processo, porque aprendem a identificar e revelar o que sabem e o que ainda não sabem;
- c) a reflexão sobre a própria aprendizagem é parte importante do processo (VILLAS BOAS, 2004, p.39).

Nesta pesquisa, o portfólio trouxe para o centro do processo a perspectiva das professoras, sujeitos da pesquisa, destacando as funções diagnósticas da proposta. Apesar de seus registros em grande parte elencarem os materiais disponibilizados durante os encontros do grupo de estudos (textos, CDs e *slides*), elas registraram alguns documentos que retrataram suas trajetórias e, por isso, esses documentos foram considerados como dados para análises.

Ainda segundo Creswell (2010), os documentos têm como uma de suas vantagens serem criativos, pois captam a atenção visualmente e em tempo real de cada professora.

A consideração das atividades e análises no grupo de estudos e o Seminário individual foram procedimentos para apresentar e discutir a respeito da percepção individual, original e criativa das docentes, a fim de discutir essa compreensão coletivamente com outras professoras. Buscou-se a análise sistemática de fatos, estruturando-os adequadamente para a sua apresentação clara e documentada (NERICI, 1989). O seminário, que finalizou a coleta de dados desta pesquisa, deu oportunidade às professoras de explicarem suas perspectivas na utilização da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal, a partir de suas trajetórias e realizações, de forma livre e espontânea. Nele, o grupo que serviu de apoio interagiu e opinou segundo seus pontos de vista e experiências.

6.1 Sujeitos e Descrição da Pesquisa

A pesquisa teve aprovação no Comitê de Ética PUC/SP conforme a Resolução CNS 196/96 em abril de 2015, com o Termo de Consentimento Livre Esclarecido e o Termo de Consentimento do uso de Imagens e Depoimentos (ANEXO A). Após a consulta e autorização das responsáveis pelas instituições onde as professoras, sujeitos da pesquisa, atuam, foram determinados cronograma de encontros, local e funcionalidade.

Foram convidadas professoras procedentes do ensino regular e da educação especial, das redes municipal e particular de Barra Mansa-RJ, pelos critérios: estar atuando na educação infantil ou nos dois primeiros anos do ensino fundamental, desejar participar e ter disponibilidade para 10 (dez) encontros de 4 horas e meia cada um, em turnos alternados, manhã ou tarde, aos sábados, e dedicar tempo para leituras e produção de documentos durante a semana no período de cinco meses (agosto a dezembro de 2016).

A pesquisa realizou-se nas salas 211 e 212, do segundo andar prédio 03, do audiovisual, no Centro Universitário de Barra Mansa – UBM, devido à disponibilidade nos horários da manhã e tarde, nos dias de sábado.

Participaram da pesquisa sete professoras da rede municipal e particular do município, sendo 01 professora da Sala de Recursos para crianças com dificuldades de aprendizagem (sem laudos), 01 professora da Sala Multifuncional, que só atua com alunos com autismo, 03 professoras da educação infantil com alunos de 4 e 5 anos, do ensino regular, 01 professora do 1º ano do ensino fundamental do ensino regular e 01 professora do 2º ano do ensino fundamental do ensino regular. Esse grupo de participantes denominou-se “grupo de estudos”. Os sujeitos analisados na pesquisa foram 2 (duas) professoras, uma do 1º ano do ensino fundamental e uma do 2º ano do ensino fundamental. Dessa forma, o grupo atuou como apoio e auxílio de reflexão, análise, discussões e ponderações, contribuindo com diferentes pontos de vista educacionais.

Importante salientar que as contribuições diferenciadas, isto é, as distintas perspectivas inclusivas que contemplaram as contribuições coletivas do grupo de estudos, vieram da perspectiva: 1) da educação infantil, etapa anterior ao primeiro ano do ensino fundamental; 2) do 1º ano do ensino fundamental com um aluno autista; 3) do 2º ano do ensino fundamental com um aluno com TDAH e um aluno com baixa visão; 4) da Sala Multifuncional (com uma professora especialista, que só atende alunos autistas de várias idades); e 5) da Sala de Recursos para dificuldade de aprendizagem (que atende crianças com TDAH - Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade e outras situações de dificuldade).

Caracterização dos Sujeitos em evidência para análise (coletado no Questionário inicial):

- **Professora 1º ano do Ensino Fundamental**

A professora M.A., de 37 anos de idade, está cursando o 2º semestre de licenciatura em Pedagogia, tendo experiência de 6 anos na educação. Leciona para classe com 20 alunos do primeiro ano do ensino fundamental com idades entre 5 e 6 anos (devido à lei municipal estabelecendo data corte de idade até 31 de dezembro).

Possui 01 aluno com necessidade educativa especial, diagnosticado com Síndrome de Asperger.

Afirmou ter grande probabilidade de trabalhar com alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE) e que não participou de nenhuma formação de NEE.

É favorável à inclusão de alunos com NEE nas classes regulares, e conhece alguns materiais didáticos apropriados para o ensino de matemática. Sua escola não possui nenhum

material didático adequado a nenhuma das deficiências. Já solicitou várias vezes a compra desses materiais, tendo resposta negativa.

A docente possui experiência no ensino da matemática com alunos com NEE e utilizou materiais reciclados.

Dos materiais específicos para o ensino da matemática listados na Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com NEE, afirmou que sempre utiliza o ábaco e, às vezes, as caixas de diferentes tamanhos e cores. Acrescentou a utilização do material dourado, calculadora e fita métrica.

A professora afirmou não haver nenhum tipo de tecnologia assistiva na escola e ratificou sua utilidade e importância. Em sua formação acadêmica e profissional, não teve nenhuma disciplina que abordasse a inclusão, participando apenas de alguns encontros pedagógicos promovidos pela secretaria municipal de educação. Sugere, como processo de formação, aulas práticas nas turmas com alunos com NEE.

Não possui conhecimento específico de música e utiliza-a em suas aulas como motivação e nas brincadeiras de roda.

- **Professora 2º ano do Ensino Fundamental**

A professora K., de 28 anos de idade, possui o curso de magistério nível médio, licenciatura em Pedagogia e Especialização em gestão escolar: administrativa e pedagógica. Possui 10 anos de experiência como docente na educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental. Leciona para classe com 20 alunos do segundo ano do ensino fundamental com idades entre 6, 7 e 8 anos.

Possui 02 alunos com necessidade educativa especial, sendo diagnosticados um, com baixa visão e o outro, com TDAH.

Afirmou ter grande probabilidade de trabalhar com alunos com NEE e que já participou de formação de NEE (curso, palestra e oficina sobre autismo). Possui experiência no ensino da matemática com alunos com NEE (baixa visão, deficiência intelectual, espectro autista e dislexia). É favorável à inclusão de alunos com NEE nas classes regulares e conhece alguns materiais didáticos apropriados para o ensino de matemática. Sua escola não possui nenhum material didático apropriado a nenhuma das deficiências, não tendo ainda a docente solicitado a compra de materiais.

Dos materiais específicos para o ensino da matemática listados na Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com NEE, afirmou que às vezes utiliza o ábaco e o tangran. Acrescentou a utilização do material dourado e blocos lógicos.

A professora afirmou não haver nenhum tipo de tecnologia assistiva na escola e ratificou sua utilidade e importância.

Em sua formação acadêmica profissional teve uma disciplina na graduação, e uma disciplina na especialização, acerca da educação especial. Sugere, como processo de formação, cursos e oficinas que abordem aulas práticas de matemática para alunos com NEE.

Não possui conhecimento específico de música e utiliza músicas de rotina como lazer.

6.2 Instrumentos

1) Questionário – Utilizou-se com fins diagnósticos a *Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE) em Aulas de Matemática* (MOREIRA *et al.*, 2016), acrescida de questões de números 49, 50, 51 e 52, realizado pela pesquisadora na página 5 (ANEXO B) referentes à utilização da música.

O objetivo desse instrumento foi conhecer os sujeitos evidenciados na pesquisa, por meios das seguintes informações: a) identificação docente; b) nível de atuação; c) identificação de seus alunos com deficiência; d) percepção sobre a inclusão de alunos com necessidades educativas especiais; e) compreensão dos professores sobre o ensino de matemática a alunos com necessidades educativas especiais; f) entendimento dos professores sobre a sua formação para o trabalho com a inclusão de alunos com necessidades educativas especiais na classe regular; g) conhecimentos sobre música; e g) utilização da música nas aulas.

2) Observação – Foi utilizada durante toda a pesquisa, nos encontros do grupo de estudos, nas apresentações de documentos e no seminário de perspectiva individual, que finalizou a pesquisa. A observação contribuiu para a percepção da autoavaliação das professoras e de suas considerações a respeito dos elementos da Musicalidade e dos conteúdos matemáticos ensinados e aprendidos.

3) Documentos – Foram produzidos pelas professoras ao longo da pesquisa e demonstraram atividades desenvolvidas com os alunos (objetivo e formatação). Também como documentos, foram considerados os *slides* que as professoras produziram e utilizaram

para a apresentação individual do Seminário, contendo itens de informação e algumas imagens das práticas, registradas pelas professoras para enriquecimento de seus relatos.

6.3 Plano de Ação

O Quadro 2, a seguir, apresenta a estrutura geral da pesquisa que foi realizada em três etapas, indicando os dados, instrumentos, ações da pesquisadora e o período de desenvolvimento.

Quadro 2 - Plano de Ação – Pesquisa

ETAPAS	DADOS	INSTRUMENTOS	AÇÕES PESQUISADORA	PERÍODO
1ª ETAPA	-Assinaturas dos Termos TCLE e TA para uso de imagem - Questionário inicial: Caracterização das duas professoras	- TCLE - TA uso de imagens - Questionário inicial (Escala MIANEE)	- Exposição Oral - Esclarecimentos	1 Encontro 13/08
2ª ETAPA	- Conhecimentos construídos pelos professores a partir de estudos teóricos - Descrição, Elaboração, Realização e Análise de atividades de Musicalidade desenvolvidas pelas professoras (1º e 2º ano do ensino fundamental)	- Observação - Leitura de textos, artigos e capítulos de livros - Estudo no grupo - disponibilidade de CDs musicais - Vivências de atividades de Musicalidade no grupo de estudos - Observação dos relatos das propostas de práticas criadas pelas professoras - Contribuições no ensino do SND; no currículo, na mediação docente - Observação das reflexões do grupo - Documentos - Registros das atividades criadas pelas professoras antes, durante e a partir dos estudos teóricos	- Anotações pessoais da pesquisadora - Seleção e Preparação dos Textos e CDs musicais - Direção dos três encontros iniciais de estudos dirigidos, esclarecimentos de dúvidas em grupo - Observação dos depoimentos (atividades, critérios e considerações) - Lançamento e acompanhamento da proposta: “A partir dos estudos teóricos, elaborar, desenvolver, analisar e registrar uma prática de Musicalidade para o ensino do SND”	08 Encontros 20/08 10/09 24/09 22/10 29/10 12/11 26/11 03/12
3ª ETAPA	- Apresentação das professoras do 1º e 2º ano do ensino fundamental no Seminário Final	- Observação - Descrição das atividades e desdobramentos - Contribuições no ensino do SND; no currículo, na mediação docente - Autoavaliação - Documentos Slides e atividades criadas pelas professoras	- Anotações pessoais da pesquisadora - Observação do Seminário Final - Organização da Reflexão no grupo após o Seminário	01 Encontro 10/12

Fonte: elaboração da autora, 2017

A seguir, a descrição de cada uma das etapas da pesquisa.

1ª ETAPA

1º Encontro - Realizado em 13/08/2016. A pesquisadora utilizou *slides*, esclareceu

sobre objetivos, funcionalidade, metodologia, instrumentos de coleta de dados e cronograma de encontros da pesquisa.

Após adequação do calendário e leitura coletiva dos termos com devidos esclarecimentos, as professoras assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido e o Termo de Autorização para uso das Imagens.

Em seguida, foi solicitado que preenchessem o questionário, identificado como *Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE) em Aulas de Matemática* (MOREIRA *et al.*, 2016), registrando e explicando a necessidade do acréscimo das questões de números 49, 50, 51 e 52, que se referiram especificamente à utilização da música nas aulas de matemática.

2ª ETAPA

2º Encontro - Concretizado em 20/08/2016. A pesquisadora realizou uma exposição oral utilizando *slides* com os seguintes temas:

- concepção de conhecimento no ensino;
- importância do conhecimento científico para o professor;
- o que é a perspectiva inclusiva no ensino da matemática;
- formação continuada de professores e autoformação; e
- leitura reflexiva do artigo intitulado: *Metacognição e Funções Executivas: Relações entre os Conceitos e Implicações para a Aprendizagem* (CORSO *et. al.*, 2013); do capítulo do livro: *Enfrentando Desafios do Neurodesenvolvimento, intitulado: Aprendizagem Matemática e Funções Neuropsicológicas* (MUSZKAT e RIZZUTTI, 2016, p. 125-143).

Ao final do encontro foram entregues aos participantes 03 CDs de músicas: 01 CD de Músicas do Folclore Brasileiro (Domínio Público), 01 CD com Sons de Animais (Domínio Público) e 01 CD com músicas de Roda (Instrumental) - (ANEXO C)

Foram entregues também orientações sobre a importância do cancionário infantil, a importância do ritmo adequado aos movimentos sincronizados, a importância da Escuta Atenta e da discriminação auditiva do ritmo, instrumentos executores e relação corpo-sentimento-movimento. Os objetivos da entrega dos CDs foram contribuir para a discriminação auditiva dos elementos da Musicalidade (audição, ritmo, melodia, corporeidade) das professoras e oferecer um repertório infantil para que os alunos tivessem acesso e pudessem utilizá-los nas atividades de Musicalidade.

Como proposta permanente dos encontros, foi solicitado que as professoras elaborassem, realizassem, analisassem e registrassem uma atividade de Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração, para que apresentassem no encontro seguinte.

3º Encontro – Em 20/08/2016. Iniciou-se o estudo com o primeiro de três temas: “Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática”, com o objetivo de oferecer suporte teórico e entendimento da proposta às professoras. Foram disponibilizados textos para leitura coletiva e reflexiva.

Todas as professoras do grupo de estudos apresentaram suas atividades elaboradas e realizadas com seus alunos, denominadas aqui de MOMENTO-01. Analisaram-nas e refletiram sobre elas no grupo de professores. Essas primeiras atividades foram selecionadas para as primeiras análises.

As professoras do 1º e 2º anos do ensino fundamental descreveram suas percepções iniciais ao introduzir práticas, com os CDs disponibilizados, em outras atividades de rotina e apresentaram suas atividades denominadas de “Calendário” (1º ano) e “Chamadinha” (2º ano).

4º Encontro – Realizado em 10/09/2016. Deu-se continuidade ao primeiro tema, com maior abordagem nas Funções Executivas, Modelo Explicativo Código Triplo e Senso Numérico. Foram utilizados *slides* e exposição oral, além de estudos em duplas sobre os textos disponibilizados no primeiro encontro.

Houve a realização de vivências de Musicalidade envolvendo a estimulação da Escuta Atenta, Atenção, Memória, Contagem e Cálculos Mentais. Após vivenciarem no grupo de professoras, analisaram e refletiram as práticas com os conceitos estudados e as práticas inclusivas. As reflexões geraram questões que relacionaram teoria com práticas e foram respondidas no grupo com buscas ao material bibliográfico e esclarecimentos da pesquisadora.

5º Encontro – Realizado em 22/10/2016. Iniciou-se o estudo do segundo tema sobre a “Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, Experiência de Aprendizagem Mediada e Critérios Mediadores”. As professoras apresentaram atividades que elaboraram e desenvolveram com seus alunos; o grupo de estudos contribuiu com reflexões e opiniões, integrando conteúdos dos temas estudados. Oportunizaram-se vivências de Musicalidade e reflexão sobre a integração dos conceitos teóricos com a prática. Ao final do encontro, foram

disponibilizados textos para leitura e estudo. Foram eles: capítulo intitulado: *Música, Neurociência e Desenvolvimento Humano* (MUSZKAT, 2012); *Musicalização Infantil - Apostila básica* (SERRALVA, 2012); e um texto *Instrumentalizando o ensino com a Música* (organizado pela pesquisadora).

6º Encontro – Realizado em 29/10/2016. Iniciou-se o estudo sobre o terceiro tema “Musicalidade” e foram aprofundadas as relações de conceitos como: Experiência de Aprendizagem Mediada e critérios da Mediação Humanizada com a Musicalidade. A partir das apresentações das atividades elaboradas e realizadas pelas professoras, foram identificados os conceitos do Senso Numérico, Rota Numérica e Efeito SNARC, que permitiram maior compreensão da dinâmica da Musicalidade associada ao ensino de matemática. Oportunizaram-se vivências de Musicalidade e o relato das percepções, conforme as experiências realizadas no grupo e a integração dos temas estudados. Ao final do encontro, foram entregues cópias dos artigos: *A Musicalização (Ritmo-Som-Corporeidade) como Intervenção Neurocognitiva de Habilidades Matemáticas* (GOMES e MANRIQUE, 2015); e *Portfólio: Limites e Possibilidades em uma Avaliação Formativa* (SILVA e SOUZA, 2007).

7º Encontro – Realizado em 12/11/2016. O grupo de estudos efetivou leituras reflexivas dos artigos científicos e vivenciou as sequências de atividades da Musicalidade criadas pelas professoras. A partir desse encontro, as vivências de Musicalidade foram direcionadas pelas professoras e não mais pela pesquisadora. O grupo de estudos, ao final de cada apresentação, analisou e refletiu as práticas das colegas, alterando, modificando e acrescentando ideias e desdobramentos. Nesse encontro, as professoras apresentaram estudos individuais que realizaram espontaneamente a partir da necessidade que sentiram ao elaborar seus planejamentos.

As atividades das professoras do 1º e 2º anos do ensino fundamental, que foram apresentadas no 7º encontro, foram selecionadas para análise e denominadas de MOMENTO-02, pois representaram as elaborações após os três temas de estudos teóricos.

A atividade da professora do 1º ano foi denominada de “Somando os Sons dos Instrumentos”, e a atividade do 2º ano de “Passe a Bola”.

8º e 9º Encontro – Realizado em 26/11/2016 e 03/12/2016, respectivamente. Seguiram a mesma dinâmica dos anteriores. As professoras apresentaram suas práticas

(atividades de Musicalidade que elaboraram e realizaram com seus alunos) e o grupo de professoras contribuiu com apontamentos a partir dos temas estudados.

3ª ETAPA

10º Encontro – Foi realizado o Seminário Final em 10/12/2016, com apresentação das professoras do 1º e 2º ano do ensino fundamental. A apresentação consistiu na descrição de atividades denominadas de “A Boneca e o Relógio” (1º ano) e “A Trilha do Sapo” (2ºano), elaboradas e realizadas pelas professoras sem auxílio ou intervenção. As docentes realizaram a autoavaliação e emitiram suas percepções sobre a Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração, finalizando o percurso da pesquisa.

Ao final, a pesquisadora agradeceu o empenho de todas e fez as últimas colocações buscando articular as atividades apresentadas com os temas estudados. Essas atividades foram consideradas para análise como MOMENTO – 03. Representando a culminância do objetivo da pesquisa.

A seguir, têm início as análises do MOMENTO-01, MOMENTO-02 e MOMENTO-03, contendo a descrição das atividades e as contribuições da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, para o Currículo e para a Mediação Docente. No MOMENTO-03, registrou-se a Autoavaliação das professoras conforme apresentação no Seminário.

Ao final de cada MOMENTO, realizou-se uma conclusão, objetivando a síntese comparativa das duas turmas e o registro das evoluções observadas. A tabela a seguir mostra esta organização (Quadro 3).

Quadro 3 - Organização das Análises de Dados

MOMENTO – 01						
Professora 1º ano do ensino fundamental	Descrição da Atividade	Contribuição para o ensino do Sistema de Numeração Decimal	Contribuição para o Currículo	Contribuição para a Mediação Docente		Conclusão do Momento 01
Professora 2º ano do ensino fundamental						
MOMENTO – 02						
Professora 1º ano do ensino fundamental	Descrição da Atividade	Contribuição para o ensino do Sistema de Numeração Decimal	Contribuição para o Currículo	Contribuição para a Mediação Docente		Conclusão do Momento 02
Professora 2º ano do ensino fundamental						
MOMENTO – 03						
Professora 1º ano do ensino fundamental	Descrição da Atividade	Contribuição para o ensino do Sistema de Numeração Decimal	Contribuição para o Currículo	Contribuição para a Mediação Docente	Autoavaliação	Conclusão do Momento 03
Professora 2º ano do ensino fundamental						

Fonte: elaboração da autora, 2017

7 ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, são analisados três sequências de atividades, chamados de Momentos de ensino do Sistema de Numeração Decimal por meio da Musicalidade, de duas professoras, uma do 1º ano e a outra do 2º ano do ensino fundamental.

Esses momentos são identificados por “Momento-01; Momento-02 e Momento-03” e consideram não somente as atividades apresentadas pelas professoras, mas todo o constructo de situações integradas e interconectadas que vivenciaram desde sua elaboração, desenvolvimento e exposição durante a apresentação para o grupo de estudos. Em cada Momento foram analisadas as contribuições da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, da Musicalidade para o Currículo e da Musicalidade para a Mediação Docente.

Os Momentos 01, 02 e 03 apresentam: a descrição da atividade, as contribuições apontadas pelas professoras por meio de relatos de áudios, vídeos e registros escritos e os indicadores práticos que relacionaram estudos teóricos com a percepção das professoras.

O Momento-01 ocorreu no início da 2ª etapa, logo após o primeiro estudo sobre Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática. Foi a primeira apresentação no grupo seguindo a orientação comum a todas as etapas, ou seja, a partir dos estudos teóricos, as professoras deveriam elaborar uma prática de ensino com a Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, realizá-las com seus alunos e registrar seu desenvolvimento.

O Momento-02 ocorreu na 2ª etapa, após os três estudos de fundamentação teórica, e o Momento-03 na 3ª e última etapa da pesquisa, em forma de Seminário.

Para a análise das contribuições foram selecionados critérios embasados nos três estudos teóricos. Na Musicalidade considerou-se a associação dos elementos: a) **Corporeidade** – entendida como a presença da “Escuta Atenta” e do movimento do corpo como referencial de unidade, sendo sugerida a movimentação do corpo inteiro (movimentos amplos de marcha e palmas) e depois, movimento como procedimento/estratégia de contagem utilizando os dedos; b) **Ritmo** – considerado como a presença da relação do pulso com a unidade de marcação cronometrados, sincronizados e determinados por meio da escuta e/ou movimento como procedimento/estratégia de contagem; c) **Som** – concebido como a presença de melodia e/ou identificação das qualidades do som: Intensidade (forte e fraco), Andamento (rápido e lento), Timbre (tipo da fonte sonora) e Altura (grave e agudo).

Para a Musicalidade ter sido considerada na aplicação desta proposta, ela deveria ser caracterizada como a associação de elementos da Corporeidade com elementos do Ritmo (**a** e **b**); ou como a Corporeidade associada a elementos do Som (**b** e **c**); ou como a Corporeidade associada com ambos, Ritmo e Som (**a, b, c**).

Na contribuição – 01, a Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, foi considerada a associação de elementos da Musicalidade com os seguintes elementos do Sistema de Numeração Decimal: 1) o **Efeito SNARC** (*Spatial Numerical Association of Response Codes*), referente à linha numérica organizada de 1 a 5 elementos/unidades mentalmente; 2) a **Rota Numérica**: código analógico, código verbal auditivo e código simbólico visual; e 3) as três habilidades centrais do **Senso Numérico**: conhecimento de contagem, procedimentos e estratégias de contagem e recuperação da memória operacional.

Assim, para a utilização da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal considerou-se a presença integrada de elementos constituintes dos dois termos (**a, b, c**, com **1, 2, 3**).

Na contribuição – 02, referente à Musicalidade no Currículo, foram selecionados elementos da Musicalidade (**a, b, c**) que influenciaram o ensino de conceitos matemáticos. Observou-se a modificabilidade do currículo, tanto no “currículo moldado pelo professor” quanto no “currículo em ação”. Isso se deu quando conteúdos que as professoras buscaram foram ressignificados com estudos dirigidos e autônomos, e quando os conceitos matemáticos de etapas posteriores foram antecipados, devido à presença de fenômenos matemáticos na prática da Musicalidade.

Como essa contribuição emergiu dos dados coletados, buscaram-se os estudos de Sacristán (2000), que define currículo como centro da ação educativa, influenciando diretamente a qualidade do ensino, tendo como função delimitar atividades e conteúdos a serem desenvolvidos pela escola somados às experiências, isto é, às vivências significativas para o aluno.

Sacristán (2000) destaca a importância da função do professor e sua atividade pedagógica na configuração do currículo.

O currículo é uma prática desenvolvida através de múltiplos processos e na qual se entrecruzam diversos subsistemas ou práticas diferentes. É óbvio que, na atividade pedagógica relacionada com o currículo, o professor é um elemento de primeira ordem na concretização desse processo. Ao reconhecer o currículo como algo que configura uma prática e é, por sua vez, configurado no processo de seu desenvolvimento, nos vemos obrigados a analisar os agentes ativos no processo.

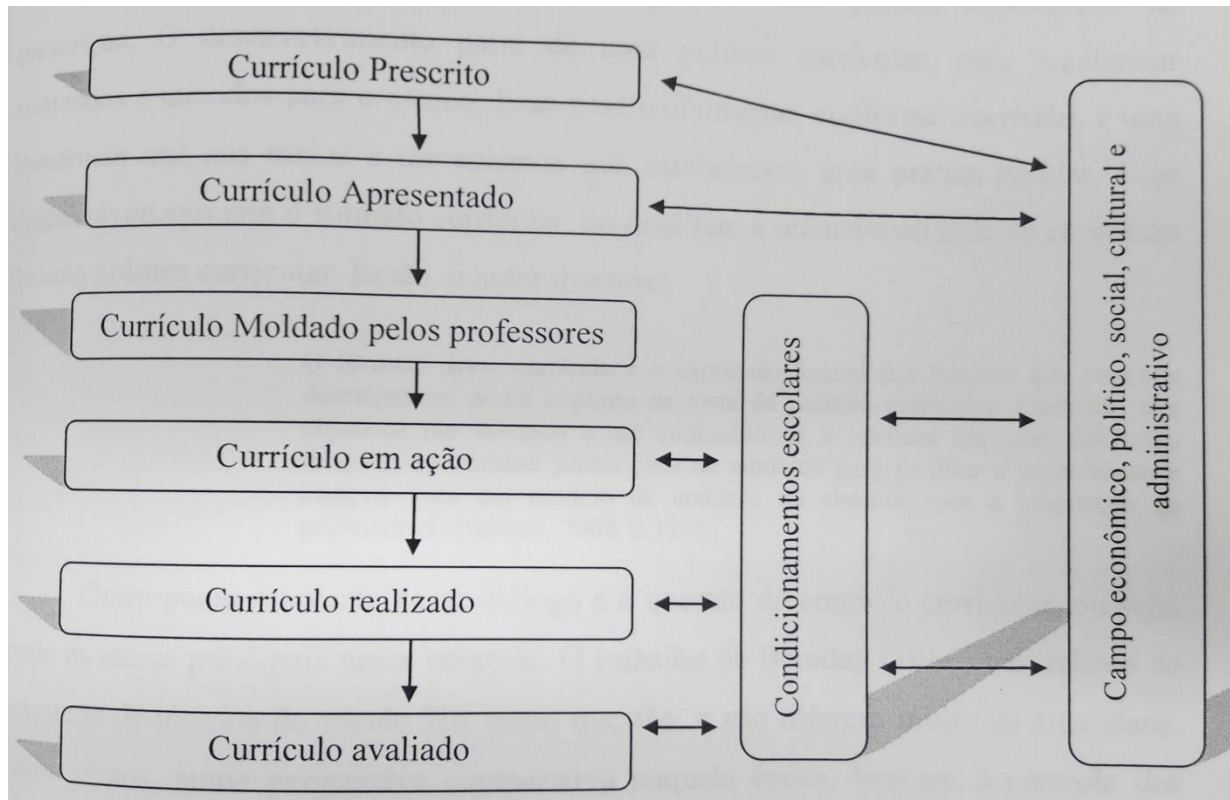
Este é o caso dos professores; o currículo molda os docentes, mas é traduzido na prática por eles mesmos – a influência é recíproca. (SACRISTÁN, 2000, p. 165).

O professor é o elemento fundamental na concretização desse processo, desempenha o papel de realizador pleno do currículo, consciente da sua função na execução e desenvolvimento de práticas que tornarão o currículo realizado. Nesse contexto, ressalta o papel docente:

O professor transforma o conteúdo do currículo de acordo com suas próprias concepções epistemológicas e também o elabora em ‘conhecimento pedagogicamente elaborado’ de algum tipo e nível de formalização enquanto a formação estritamente pedagógica lhe faça organizar e acondicionar os conteúdos da matéria, adequando-os para os alunos. (SACRISTÁN, 2000, p. 185).

Conforme Figura 12, Sacristán (2000) classifica o currículo em: “currículo prescrito”, o determinado pelos sistemas educacionais, aquele em que o professor não tem autonomia para modificar. Denomina de “currículo apresentado aos professores” o que se refere à listagem de conteúdos que devem ser ensinados, apresentado como meta a ser alcançada na etapa em que o professor atua.

Figura 12 - Classificação de Currículo



Fonte: SACRISTÁN, 2000, p. 105.

Define como “currículo modelado pelos professores” as representações sobre os diversos níveis de decisão curricular dos professores na elaboração dos planos de ensino, definição de ementas e dos componentes curriculares. Nesse momento, o professor é um agente decisivo ao moldar, a partir da sua cultura profissional, qualquer proposta curricular.

Apresenta o “currículo em ação” como o momento da aula no qual o currículo se transforma em método a partir da prática docente e define como “currículo realizado” os efeitos produzidos pela prática refletidos no processo de aprendizagem dos alunos e professores.

Define ainda como “currículo avaliado” o momento da avaliação, considerando os instrumentos pedagógicos utilizados. A avaliação ressalta aspectos do currículo que podem ser incongruentes com os propósitos de quem prescreveu o currículo, de quem o elaborou, ou com os objetivos do próprio professor.

Afirma que cada uma dessas fases intervém na determinação do currículo e que elas possuem certo grau de autonomia, embora mantenham relações de determinação recíproca ou hierárquica com as outras.

No âmbito do “currículo prescrito” e do “currículo apresentado aos professores”, sua definição e determinação estão no campo econômico, político, social, cultural e administrativo em que a instituição está inserida, isto é, sua configuração é determinada por instâncias superiores à instituição escolar, que abrangem esferas municipais, estaduais e federais.

Para a autonomia da instituição escolar, Sacristán (2000) indicou o “currículo modelado pelos professores”, “currículo em ação”, “currículo realizado” e o “currículo avaliado”. Serão utilizados aqui os conceitos de “currículo modelado pelos professores” e o “currículo em ação” durante os Momentos 01, 02 e 03.

Na contribuição – 03, pertencente à Musicalidade na Mediação docente, foram selecionados: 1) elementos referentes à inclusão de alunos com deficiência, isto é, às considerações e atitudes inclusivas das professoras ao elaborar e realizar atividades de Musicalidade; 2) os critérios da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (Intencionalidade e Reciprocidade, Significado e Transcendência); e 3) à Autoavaliação.

Os critérios mediadores de Intencionalidade e Reciprocidade são indissociáveis. A Intencionalidade ocorre quando o mediador procura intencionalmente instrumentos, estratégias, situações que facilitem à aprendizagem; e a Reciprocidade se dá quando os alunos correspondem e participam de forma dinâmica do processo. O Significado é a valoração para

o aluno do entendimento e aplicação da proposta. Já a Transcendência refere-se à busca da promoção de princípios e conceitos que levem o estudante a generalizações.

Na Autoavaliação é possível observar a percepção das professoras sobre a própria trajetória, investigar possíveis inter-relações entre os estudos, as vivências e suas reflexões. É a partir dela que as professoras imprimiram sentido ao seu trabalho, referindo-se ao modo como se apropriaram do seu patrimônio vivencial através de uma dinâmica de compreensão retrospectiva (NÓVOA, 1997).

A seguir, tem início a análise do Momento-01, constituída por: a) descrição da atividade, b) contribuições para o ensino de Sistema de Numeração Decimal, c) contribuições para o Currículo e d) contribuições para a Mediação Docente.

As análises dos indicadores práticos que relacionaram estudos teóricos com a percepção das professoras são apresentadas ao final de cada Momento, intituladas de Conclusão.

7.1 MOMENTO – 01

a) Descrição da Atividade – 1º ano ensino fundamental

O Momento-01 da professora do 1º ano ensino fundamental, denominado “Calendário”, foi realizado diariamente no início da aula. As crianças sentaram em roda e o aluno monitor do dia escolheu a música para a audição a partir do CD de Músicas do Folclore Brasileiro e do CD de Roda Instrumental, disponibilizados no início da pesquisa. Escutaram em silêncio e depois cantaram.

Após cantarem, a música selecionada do CD continuava em volume baixo, e o aluno monitor se movimentou até o quadro, que possuía o calendário do mês. O quadro foi confeccionado pela professora em cartolina, contendo caixinhas com numerais indicando cada dia do mês. Ao lado, estavam disponibilizados canudinhos de refrigerante. O aluno lia o número relativo ao dia do mês no quadro e, após contar a mesma quantidade de canudinhos, colocava-os na caixinha do numeral correspondente (Figura-15).

Figura 13 - Quadro da atividade 1: **Calendário**



Fonte: Documento da professora do 1º ano do ensino fundamental (2016)

b) Contribuição - ensino do Sistema de Numeração Decimal – 1º ano ensino fundamental

Na Atividade elaborada na 1ª etapa da Pesquisa, após o primeiro encontro de estudo sobre Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática, observou-se na atividade a presença do efeito SNARC (*Spatial Numerical Association of Response Codes*), referente a números inferiores a 5 unidades/elementos, que ocorre no processamento do lado direito do cérebro humano, indicando que as magnitudes numéricas estão representadas na imaginação espacial em números de pequenas quantidades. Apesar de a professora não ter indicado em sua apresentação os estudos do Efeito SNARC, percebeu maior velocidade no cálculo mental dos alunos nos primeiros dias do mês, ao manipularem pequenas quantidades.

[...] Eles observaram que na primeira semana do mês não tiveram dificuldades, porque com as quantidades menores de canudinhos, eles são mais rápidos.
(Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Ela comparou o desempenho dos alunos nas semanas posteriores e percebeu a diferença de maior e menor velocidade ao associarem o numeral do dia (escrito) com a quantidade e com a contagem (de canudinhos) na apresentação do resultado em números/quantidade de canudinhos colocados nas caixinhas.

Apesar de a professora em sua apresentação não se reportar ao processamento numérico referente ao conceito de Rota Numérica (DEHAENE; COHEN, 1995), ela estimulou o código simbólico visual ao levar os alunos a: 1) observar os números escritos nas caixinhas, 2) associar o dia do mês (organização temporal referente ao ontem, hoje e amanhã), 3) perceber a formatação da escrita numérica, sua organização, e seu posicionamento espacial na escrita.

A professora estimulou, também, o código verbal auditivo quando falou o “nome” do número do dia e realizou a correspondência da quantidade de canudinhos com o número falado. Estimulou o processamento do código analógico quando relacionou as quantidades com os numerais, por meio de questionamentos, fazendo-os comparar e refletir sobre as diferenças entre aumentar um elemento (dia posterior) ou mais (feriados, finais de semana).

[...] ao final da atividade realizei questionamentos como: Vamos contar junto com o (a) amigo (a)? Que número do dia é hoje? Que dia da semana? Vamos contar os canudinhos que o amigo colocou? A quantidade de canudinhos está correspondendo ao número escrito no calendário, se não está: Se ele (a) pegou menos canudinhos, quantos faltam para eu completar? Se pegou a mais, quantos precisam ser retirados?

(Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar o procedimento da adição ao manipular os canudinhos, realizando a correspondência termo a termo, em que cada número indicou uma unidade a ser acrescentada.

A professora, na apresentação da atividade para o grupo de estudos, não se referiu a termos constituintes do conceito de Senso Numérico, mas demonstrou realizar com os alunos os procedimentos de contagem, ao vocalizar todo o processo ou quando lhes perguntou: “Que dia é hoje?”, e a resposta foi apresentada em forma de numeral.

Quanto à Memória Operacional (Funções Executivas), levou-os a perceber sua importância no momento de realizarem o cálculo mental, quando priorizou o número antecessor para adicionar uma, duas ou três unidades.

Eu tenho um calendário na minha sala que tem caixinhas. Temos um pote com vários canudinhos. Na rodinha, um aluno ajudante do dia vai até o calendário, lê o dia do mês que estamos, conta a quantidade dos canudinhos e coloca nas caixas. Assim exercitamos a contagem todos os dias na rodinha... Algumas crianças já perguntam para a mãe que dia é hoje, geralmente nas segundas-feiras ou após feriados, porque geralmente se perdem na sequência, e já chegam dizendo que já sabem fazer o calendário do dia.

(Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Sobre os elementos da Musicalidade, a professora propôs a “Escuta Atenta” dos CDs contendo músicas folclóricas brasileiras e músicas de roda instrumental, ao priorizar tempo para os alunos ouvirem em silêncio e ao priorizar tempo para cantarem.

O canto, neste contexto, além de aumentar o repertório musical cultural, oportunizou a observação auditiva da composição musical de melodia, ritmo e voz. Os alunos observaram a diferença entre a música cantada e a música instrumental, descobrindo que a música pode ser identificada somente com a melodia sem o canto.

Como identificado no capítulo 3, o canto realizou a comunicação sonora ao exigir a percepção da pulsação, da sincronia rítmica e respiratória e da expressão de estados afetivos. Isso proporcionou um favorecimento de humor positivo para a etapa do cálculo. Ademais, o conceito de *audiação* (GORDON, 2000; 2008) explica a importância de ouvir com compreensão e atribuição de significados, oportunizados nessa atividade.

Sobre a Corporeidade, a professora não mencionou a dança nem a exploração de movimentos amplos. Utilizou canudinhos indicando que os alunos empregaram somente as mãos para a contagem. Porém, observou efeitos de curto prazo na contenção corpórea do comportamento dos alunos.

A música relaxou. Eles são muito agitados, mas durante a escuta dos CDs ficaram quietinhos. É a primeira vez que eles ficam quietos para escutar. Tenho três alunos muito agitados que apresentaram escuta atenta, na rodinha. Eles têm muita dificuldade de ficar quietos, e neste dia, não, ficaram quietinhos...
[...] Na segunda vez que coloquei o CD, eles já começaram a cantar as letras das músicas. Nas músicas calmas eles disseram que dava pra dormir...
(Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

A professora afirmou que a escuta e o canto desencadearam silêncio e concentração, favorecendo a atenção de todos para com o aluno que deveria ir ao quadro realizar o cálculo.

Ela percebeu o benefício da música em relação à socialização (principalmente para o aluno autista, que gostava muito de música) ao relatar que todos juntos escutaram as músicas; e observou, nos próprios alunos, o comentário “dava pra dormir”, referindo-se ao bem estar e relaxamento que estavam sentindo.

A escuta, neste caso, é a habilidade condicional da Musicalidade. Há a necessidade de silêncio e concentração para o empenho da Atenção Voluntária e Memória Operacional (Funções Executivas), imprescindíveis para a realização do cálculo mental.

A utilização da Corporeidade associada ao movimento como referencial de unidade não esteve presente em nenhum momento da atividade. Além disso, as músicas não foram exploradas em suas características rítmicas nem em suas qualidades sonoras. Tal fato ausentou a utilização da proposta de Musicalidade como estratégia de ensino do Sistema de Numeração Decimal nessa primeira atividade.

c) Contribuição - Currículo - 1º ano ensino fundamental

A professora compreendeu a importância do repertório musical cultural a ser ensinado e ampliado na escola: os benefícios de sua estrutura, da variação de ritmos em compassos binários, ternários e quaternários; os benefícios do andamento mais lento das músicas na contagem dos pulsos e o benefício da Escuta Atenta para a percepção de arranjos musicais e detalhes sonoros.

É possível verificar, como “currículo modelado” (SACRISTÁN, 2000), que ela explorou o material (CDs com músicas do Folclore brasileiro e Roda Instrumental), ouvindo-o antes de utilizá-lo, o que afirmou não fazer antes, e o acrescentou em sua aula como conteúdo da cultura popular brasileira, contribuindo para o conhecimento e a apropriação da identidade cultural dos alunos.

Apesar da lei de obrigatoriedade do ensino de música na educação básica (BRASIL, Lei nº 11.769/2008), a professora apontou que os alunos não tinham músicas do repertório do cancioneiro

do folclore infantil nas aulas de música. Relatou que algumas colegas, professoras regentes de sala de aula, utilizam músicas que as crianças conhecem, como *funk*, sertanejo universitário, músicas de novelas e pagodes, para atrair a atenção e motivá-las com cantos e danças.

Em discussão no grupo de estudos, esse depoimento foi apontado como prática negativa, por alegarem que há um conflito de ideias sobre o aproveitamento do que os alunos trazem para a escola como cultura e a maneira como a professora utiliza e incentiva danças sensuais, letras de músicas agressivas e inadequadas para a idade dos alunos como cultura tradicional e formal a ser ensinada.

[...] Na verdade, eu acho que a música deveria estar na formação de professores, nós não sabemos nada de história da música, da parte técnica, nem didática, “de quê” e “como” ensinar de música. Então, colocamos para as crianças ouvirem o que cada uma acha que é bom, sem essa fundamentação que você está nos dando. Eu, no primeiro ano do ensino fundamental, ainda aproveito “galinha pintadinha”, “cocoricó” e “palavra cantada”, mas e as colegas que não podem comprar esses CDs, porque são caros para o nosso salário? Então, fica lá a aula de música que eu não tenho a mínima ideia do que está ensinando e eu aqui com a “galinha pintadinha” achando que estou fazendo certo. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

A discussão do grupo demonstrou que a música, tanto na educação infantil quanto nos anos iniciais do ensino fundamental, possui várias funções. Na verdade, ela tem. Porém, a falta de conhecimento do professor não permite o uso didático em propostas educativas, nem como repertório cultural e muito menos como estratégia didática de ensino que possui benefícios para o processo de aprendizagem, devido à estimulação neurocognitiva e psicomotora.

A professora também assinalou o alto custo de CDs apropriados e educativos. O que demanda, além da formação continuada para o conhecimento, a disponibilização de materiais audíveis por parte da escola, para o ensino de qualidade proposto.

Um destaque importante para a elaboração da atividade foi a identificação da Atenção Voluntária (Funções Executivas) pela professora. Após os estudos sobre a Atenção (Voluntária, Seletiva, Dividida, Sustentada e Involuntária) e sua importância nos processos de aprendizagem, principalmente na Matemática, a professora indicou a etapa da atividade em que os alunos relacionaram o número de quantidade dos canudinhos com o número escrito do dia no calendário, isto é, de realização do cálculo mental como exigência de seu empenho.

Além disso, no grupo de estudos, foi identificada também a presença da Atenção Voluntária na habilidade de seriação e organização das sequências numéricas dos dias da semana, relacionando ao anterior (ontem) e posterior (amanhã), tendo o hoje como referencial de números antecessores e posteriores.

Apesar de a professora ter destacado como Memória Operacional (ou Memória de Trabalho) o momento em que as crianças procuraram lembrar qual o número do dia anterior para fazer a relação com o dia presente, essa memória não equivale à Memória Operacional (Funções Executivas). Neste caso, trata-se da Memória Explícita, classificada como Memória de Longa Duração (BADDELEY, 2000), por ter tomado maior tempo para ser utilizada.

A Memória Operacional, ou Memória de Trabalho, refere-se às informações de armazenamentos por segundos ou minutos. Nessa atividade, pode-se considerar Memória Operacional o momento em que a professora indagou sobre a quantidade de canudinhos que o aluno deveria manter no pensamento para adicionar a quantidade referente ao dia indicado na caixinha, isto é, o procedimento instantâneo para possibilitar a contagem.

Outro elemento do “currículo modelado pela professora” (SACRISTÁN, 2000) nessa atividade é a interdisciplinaridade, quando fez referência ao ensino do movimento e do corpo humano, além de outros conteúdos da matemática, que pretendia utilizar com os CDs.

[...] Com o CD dá pra relacionar com outros conteúdos de ciências e matemática. Dá para fazer a interdisciplinaridade com todas as disciplinas. Eu vi o resultado. Como o tempo foi pouco, não deu ainda pra explorar muito, ficou um pouco superficial, mas eu gostei muito. Quero explorar com eles movimento e corpo humano em ciências.

(Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Além do aspecto da relação entre ciências e matemática, a professora demonstrou entusiasmo e generosidade ao dividir com a colega não somente o material (CDs), mas sua impressão de que os CDs podem suscitar outras ideias para criarem novas atividades. Demonstrou a interação com outros professores e motivação para elaboração de outras atividades.

Para a contribuição no “currículo em ação” (SACRISTÁN, 2000) referente à prática, utilizou o silêncio para a “Escuta Atenta”, observou e fez com que os alunos observassem que as músicas são compostas de melodias e letras, ao iniciar a atividade orientando para a escuta silenciosa. Utilizou o canto coletivo, dando oportunidade de identificarem músicas executadas só com instrumentos musicais (músicas instrumentais) e músicas cantadas (contendo letras em português). Desta forma, iniciou uma estratégia de ensino, utilizando a audição sem orientação de movimentos.

d) Contribuição - Mediação Docente - 1º ano ensino fundamental

Quanto à perspectiva da inclusão, a professora do 1º ano desenvolveu esta atividade com sua turma de alunos, sendo um deles autista. Descreveu que não houve necessidade de adaptações, porque todos se interessaram e participaram, por isso considerou a atividade como inclusiva:

[...] O aluno autista apresentou o mesmo comportamento dos outros, esteve atento e calmo. Foi igual para todos os alunos da turma, a mesma atividade com todos. Ele geralmente se isola e neste dia, não, interagiu com todo mundo. Quando a turma está agitada, ele se isola. Nesta atividade de escuta do CD, não teve diferença dos outros alunos, ele se sentiu parte do grupo.
(Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, agosto, 2016).

No encontro do grupo de estudos, houve importantes reflexões sobre o conceito de Inclusão no ensino de Matemática. Analisaram-se a necessidade e a não necessidade das diferentes atividades para alunos de inclusão, em todo o tempo da aula. Essas diferenças constantes afetam o comportamento da criança de inclusão, que por muitas vezes não se sente pertencente ao grupo, o que causa no grupo também atitudes de segregação.

Foi atribuída à escola a função de se configurar como um espaço de aprendizagem para todos, sem exceção ou privilégios. A reflexão se estendeu para a diferença entre adaptação curricular, adaptação de metodologia, alunos que têm deficiência, mas não precisam de adaptações, e avaliação, considerando a perspectiva individual de desenvolvimento.

Quanto à aprendizagem matemática, foi definida como direito subjacente da educação inclusiva, necessário para a vida presente e futura de cidadãos críticos. Portanto, são necessárias novas práticas docentes que estimulem cada aluno a aprender e exercitar capacidades úteis para o dia a dia com autonomia. A professora do 1º ano contribuiu com estas reflexões:

[...] Eu já percebi que a cada ano aumenta o número de alunos de inclusão nas turmas, antes era um ou outro. Eu mesma já recebo aluno de inclusão há uns três anos. E olhando para trás vejo o quanto eu aprendi com eles. Cada deficiência tem uma especialidade, então, todo ano eu tenho que reformular minhas aulas, adaptando e oportunizando que todos aprendam. Na verdade, a partir da inclusão não temos como repetir planejamento. Sabe aquela prática de antigamente que o professor fazia fichas pra dar aula e todo ano usava a mesma? Pois é, agora isso não é mais possível. A inclusão exige busca de informações e principalmente mudanças para haver adaptações. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, agosto, 2016).

O que é importante na visão da professora é a ênfase que ela atribuiu ao papel do professor e à sua formação. Confessou que práticas inflexíveis não têm mais funcionalidade diante das diferenças dos alunos, indicadas principalmente pelos que necessitam de adaptação. E o fundamental: garantiu o direito a todos os alunos a aprender matemática, respeitando seu tempo.

Neste sentido, outro elemento considerado pela professora foi o tempo que relaciona o ensino dos conteúdos matemáticos com o ritmo de aprendizagem dos alunos.

[...] É interessante essa questão do tempo de aprendizagem de cada aluno. Meu aluno autista aprende muito mais rápido a matemática do que os outros, já o português é bem mais lento, porque eu sei que as questões comprometedoras dele estão na linguagem [...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, agosto, 2016).

A partir dessa percepção, a professora considerou a análise do tempo de aprendizagem de outros alunos que podem ter dificuldade em outras áreas, sem necessariamente terem alguma deficiência. E organizou sua prática considerando e respeitando os diferentes tempos de aprendizagens. Relatou, ainda, que não conseguiu integrar “o que ela gostaria” com o que foi possível. Acrescentou nessa reflexão o paralelo entre o “tempo de aprendizagem” e o “tempo de ensino” do professor. Ela relacionou esses tempos com procedimentos de querer e fazer, entre o ideal e o real, que muitas vezes fogem da autonomia do professor, por terem que cumprir prazos, e assim, ficam impossibilitados de “esperar” tempos diferenciados.

Referiu-se às ações futuras, ao planejar possibilidades de integrar áreas de estudos diferentes, alterando, por conseguinte, sua prática de planejamento e execução.

Sobre a influência da sensação de prazer e bem estar nos processos neurocognitivos que a música pode causar ao cérebro humano (efeitos de curto prazo do tempo e efeitos de longo prazo de tempo) (THOMPSON, 2015), não há dúvida de que a música vivenciada nos encontros de estudos oportunizaram sentimentos de descontração, alegria e entusiasmo às práticas docentes.

Esses sentimentos foram observados pelos relatos das próprias professoras, mas também pela leitura corporal dos vídeos e interesses nos estudos e elaboração das próximas atividades.

A partir dos estudos sobre a mediação da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, foram analisados, neste momento, os quatro critérios mediadores (FEURSTEIN *et.al*, 2014) que estão presentes em todas as culturas, independente de suas diversidades. São eles: Intencionalidade, Reciprocidade, Significado e Transcendência.

Os critérios de Intencionalidade e Reciprocidade, que são indissociáveis, estiveram presentes nesta atividade, porém, há que se observar que a contagem dos canudinhos de acordo com o número do dia da semana não foi o objetivo principal, uma vez que a professora adaptou essa etapa numa prática já realizada anteriormente.

A Intencionalidade ocorre quando o mediador procura intencionalmente instrumentos, estratégias e situações que facilitem a aprendizagem de um objetivo claro (FEURSTEIN *et al.*, 2014). Nessa atividade, a Intencionalidade previa que os alunos contassem os canudinhos. Consequentemente, a Reciprocidade foi contemplada na participação dos alunos de forma satisfatória.

O critério mediador do Significado foi considerado aplicado na mediação docente, uma vez que um de seus atributos foi valorar para o aluno o entendimento e a aplicação da proposta. Nesta atividade, o Significado para o aluno é a forma com que culturalmente organizamos o tempo (em anos, meses, semanas e dias), e, também, a ampliação do repertório musical cultural por meio das músicas do Folclore e músicas de Roda, brasileiras.

Para esse Significado, as habilidades matemáticas foram estruturais, uma vez que se utilizaram dos numerais para a organização do calendário. Nesse critério, o mediador deve estar culturalmente comprometido para que propicie as inter-relações entre os critérios da Intencionalidade/ Reciprocidade/Transcendência.

A Transcendência não foi declarada pela professora durante a atividade, que não buscou diretamente a promoção de princípios e conceitos que levem a generalizações. Porém, ela tomou consciência do fato, quando revisitou a atividade após os estudos sobre a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural no grupo de estudos, e afirmou que a atividade colaborou para o ensino: 1) da organização do Sistema de Numeração Decimal; 2) de estratégias para a realização do Cálculo Mental; 3) do ensino da estruturação convencional de contagem do calendário (anual, mensal, semanal e diário); 4) da apreciação musical do cancionário infantil; 5) bem como levou os alunos a descobrirem relações que poderão atribuir autonomia às aprendizagens posteriores.

A seguir, a análise do Momento-01 da professora do 2º ano do ensino fundamental.

MOMENTO – 01

a) Descrição da Atividade – 2º ano ensino fundamental

A primeira atividade, apresentada no grupo de estudos pela professora do 2º ano ensino fundamental, foi intitulada de “Chamadinha”. Ela esclareceu que a realizava diariamente no início da aula com as crianças sentadas em duplas. A professora se posicionava na frente da sala, ao lado do quadro confeccionado por ela de papel colorido, composto de duas colunas, indicando meninos e meninas⁵ (Figura 14), para direcionar as etapas da atividade.

Ela iniciou a atividade cantando com os alunos as músicas do Folclore Brasileiro e depois as Músicas de Roda Instrumental. No decorrer das músicas, ia fazendo interrupções, manipulando o CD que estava tocando; combinou com os alunos que, quando a música parasse de tocar, todos deveriam imediatamente parar de cantar e olhar para ela.

Naquele momento, mostrou uma ficha contendo a escrita do nome de uma das crianças. Ao identificar-se, o aluno cujo nome estava escrito na ficha se levantou e foi caminhando até a professora, pegou a ficha e a levou para encaixar em uma das duas colunas do quadro “Chamadinha”. Os outros alunos, mesmo identificando o nome do colega, permaneceram em silêncio, esperando a identificação do indicado. Ao finalizar esta etapa, ela reiniciava a atividade com a audição das músicas, até que todos os alunos presentes tivessem colocado seus nomes no quadro da “Chamadinha”.

Após todos os alunos participarem com suas fichas de nomes, observaram o quadro e relataram se faltou alguma ficha de aluno presente, ou se faltou algum aluno cuja ficha não foi apresentada.

⁵ Neste trabalho não serão discutidas as questões de gênero elaborado pela professora, será considerado o número de colunas (duas) estabelecido para a categorização realizada pelo aluno.

Figura 14 - Quadro atividade 1: Chamadinha



Fonte: Documento da professora do 2º ano do ensino fundamental (2016)

b) Contribuição - ensino do Sistema de Numeração Decimal - 2º ano ensino fundamental

A professora do 2º ano elaborou esta atividade após o primeiro encontro de estudo sobre Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática. Não foram observados nenhum dos elementos dos critérios da proposta da Musicalidade com a intencionalidade do ensino da matemática, uma vez que o objetivo da atividade foi a identificação dos nomes próprios, conteúdo da área da língua portuguesa, o que ocorreu também com outras professoras ao apresentarem suas atividades.

Ao refletir junto ao grupo de estudos, ela afirmou que não havia compreendido a proposta, que pensou estar utilizando a Musicalidade somente com a presença da música quando pausava o CD e os alunos se identificavam. Na percepção da professora, as músicas instrumentais só tinham a função de produzir o silêncio e controle corpóreo.

Pesquisadora: ... - Muito bom, mas me explica, na Chamadinha: qual foi a função da música? Qual era a música?

Professora: - Aquela que não tem letra, é tipo *play back*. Não tinha função na atividade em si, coloquei como fundo para eles se acalmarem ... [risos] e deu muito certo! [risos]. (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Foi possível observar que, apesar de não haver função didática para o ensino de matemática, a professora utilizou a Musicalidade ao estimular a “Escuta Atenta”, por meio das músicas de roda instrumental e do canto de músicas folclóricas letradas, e ao inserir o elemento “silêncio” como divisor de etapas. O silêncio representado na “pausa” faz parte da configuração musical, pois organiza os tempos entre um pulso e outro.

A professora não inseriu movimentos corporais amplos (Praxia Global) ao apresentar as músicas na atividade que já desenvolvia com as crianças, o que indica que as músicas foram acrescentadas sem observação do elemento da corporeidade em proposta.

A professora acrescentou o canto após a audição das melodias. Uma prática que, segundo ela, não havia experimentado. Esta atividade exigiu a sincronização de voz e melodia, em que a audição indicou os tempos do canto na música. Além disso, tiveram que obedecer ao pulso da música, memorizando os tempos de arranjos, intervalos e pausas (silêncio) para não anteciparem ou retardarem a entrada do canto na métrica musical adequada.

Quanto aos elementos do Sistema de Numeração Decimal, a atividade exigiu o empenho da habilidade de categorização quando os alunos posicionaram seus nomes entre a primeira e segunda coluna. Foi identificada a prática de contagem (Efeito SNARC) no final da atividade, ao observarem o quadro e relatarem se faltou a ficha de algum aluno presente, ou se faltou algum aluno cuja ficha fora apresentada. Não houve a estimulação dos códigos da Rota Numérica nem dos elementos do Senso Numérico.

c) Contribuição - Currículo - 2º ano ensino fundamental

A professora modificou o “currículo em ação” (SACRISTÁN, 2000) ao alterar sua proposta com a introdução do fundo musical em uma atividade que ela já realizava com seus alunos, desde o início do ano. Ela acrescentou práticas com elementos da Musicalidade em uma atividade de rotina, modificando sua trajetória de ensino e da aprendizagem, pois, a partir das músicas, adicionou uma etapa na atividade, que envolveu escuta, atenção, canto e silêncio.

Como contribuição do estudo de Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática no “currículo moldado pela professora” (SACRISTÁN, 2000), percebeu-se a estimulação da Atenção Dividida (Funções Executivas), quando os alunos, ao cantarem acompanhando o CD, dividiram a atenção entre cantar e escutar pausas, isto é, perceberam as interrupções da música para cessar o canto e identificarem o nome.

Outro tipo de atenção exigida pela atividade foi a Atenção Voluntária (Função Executiva), que se deu quando o aluno teve que se concentrar para identificar seu próprio nome na escrita, e quando, ao final, os alunos deveriam observar, refletir e mencionar quem faltou à aula, ou se faltou a ficha de algum aluno presente.

Ainda como contribuição do “currículo modelado pelo professor” (SACRISTÁN, 2000), observou-se a indicação de interdisciplinaridade, quando a professora mencionou a utilização das músicas com outros conteúdos e outra etapa da educação básica.

[...] meus alunos adoram música, e na Chamadinha eu trabalho bastante com música. O aluno ajudante do dia escolhe a música que vamos cantar. E, aí, fomos escutando o CD, que até usei com a outra turma que eu dou aula da educação infantil... Falei assim: - A gente pode trabalhar a questão dos animais. Agora vou começar com o segundo ano ...

[...] no ensino fundamental se perde muito a questão da música, porque na educação infantil a gente canta o tempo todo, tudo o que a gente vai fazer a gente está cantando e quando eles vão para o ensino fundamental perde-se muito ... (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

A professora realizou uma crítica ao currículo praticado no ensino fundamental, comparando-o ao da educação infantil. Ela afirmou atuar nas duas etapas de ensino e utilizar músicas com maior frequência na educação infantil, com objetivos diversos, principalmente, nas festas de datas comemorativas e na indicação de comportamentos da rotina. Após a atividade, ressaltou a importância da música nas duas etapas, visando a novos objetivos de estimulação dos processos de aprendizagens específicos de cada fase do desenvolvimento.

Para a contribuição do “currículo em ação” (SACRISTÁN, 2000) desta atividade, identificou-se a utilização das músicas do folclore e de roda instrumental, com a percepção pela professora do entusiasmo causado ao cantarem letras conhecidas adaptadas a diferentes melodias instrumentais, o que demonstrou ampliação da estratégia curricular na sala de aula.

[...] Coloquei o CD e eles ficaram fazendo atividades de português escutando. Eu escutei o CD antes. Falei que iria aumentar nosso repertório de músicas para a Chamadinha[...] Foi diferente, tudo que é diferente eles gostam[...] As músicas instrumentais, eu, professora, gostei bastante, Eu Gostei! Porque depois a gente pode cantar[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Percebeu-se pelo relato da professora que ela: 1) planejou antecipadamente a atividade, quando escutou os CDs antes de realizar a atividade com alunos; 2) aumentou o repertório musical; ampliando o conhecimento da cultura de música popular; e 3) propôs uma estratégia de “Escuta Atenta” quando orientou anteriormente sobre “como” e “o quê” escutariam e, também, sobre os objetivos dessa “forma diferente” de escutar.

Ainda como “currículo em ação” (SACRISTÁN, 2000), observou-se o posicionamento dos alunos em duplas para que uns ajudassem os outros, o que revelou sua intenção na socialização dos pares, passando a oferecer possibilidade de contato visual e tátil entre os pares, o que não era possível sob a disposição em carteiras enfileiradas, individualmente. Além disso, acrescentou a contagem de alunos ou fichas que faltaram a partir dos elementos termo a termo, quando cada nome correspondia a um numeral.

d) Contribuição - Mediação Docente - 2º ano ensino fundamental

A professora do 2º ano do ensino fundamental desenvolveu a atividade na sua turma com dois alunos de inclusão: um com baixa visão e outro com TDAH. Descreveu que não houve necessidade de adaptações porque o aluno com baixa visão conseguiu visualizar o tamanho da letra dos nomes escritos nas fichas, sem a necessidade de serem ampliadas, pois ela já havia confeccionado o material em tamanho maior, pensando nele.

Ela relatou que, no início do ano letivo, fez uma pesquisa sobre as adaptações de alunos com TDAH e alunos com baixa visão e que, até a data da pesquisa, o que mais diferenciava esses alunos eram as adaptações dos tamanhos de letras e figuras (ampliação) para o aluno com baixa visão, e as estratégias de monitoria e permanentes trocas de atividades para o aluno com TDAH.

Para o aluno com baixa visão, ela confeccionava atividades escritas com uma quantidade menor de enunciados. Nos trabalhos diversificados, sentava ao seu lado e, nas leituras, sempre acompanhava as linhas do texto, apontando com o dedo para que ele não se perdesse. Percebia que a leitura em voz alta era bem mais lenta, por isso, quando podia adaptar os tamanhos de letra, já o fazia para a turma toda, a fim de não chamar atenção em tempo real para a necessidade deste.

Com o aluno de TDAH, ela relatou que as adaptações foram mais lentas, porque somente no meio do ano os efeitos das medicações foram equilibrados. Antes disso, às vezes ele ficava muito agitado e distraído, às vezes muito lento e apático. Ela percebeu que, após a adequação da medicação, ele conseguiu aprender e se conter em momentos que exigiam

maior atenção para a aprendizagem. Porém, na maioria das vezes, ainda percebia que qualquer coisa o distraia.

A professora afirmou que já trabalhava utilizando músicas com a turma sempre em preparação a datas comemorativas; que não pensava nos detalhes apresentados nos elementos da Musicalidade, porque não sabia. Disse que escolhia as músicas que mais a agradavam, que tinham letras referentes a datas (Dia das Mães, Dia dos Pais etc.) e que colocava para os alunos ouvirem e repetirem até decorar a letra. Descreveu que, nas comemorações, pedia para os alunos cantarem “bem alto”: equivocadamente pensava que, quanto mais alto cantassem, mais afinado e mais bonito ficaria.

Ao relatar sua prática na atividade para o grupo de estudos, a professora concebeu a possibilidade da Musicalidade como estratégia de ensino da matemática, principalmente por já ter constatado os efeitos da motivação nos alunos ao escutarem e cantarem as músicas dos CDs. Ressaltou o comportamento do aluno com TDAH, que apresentou contenção corpórea, paciência e interesse, não necessitando que ela chamasse sua atenção ou propusesse outras ações somente para ele.

Ela percebeu que o tempo posterior ao encontro do grupo de estudos foi pouco para refletir sobre a proposta da Musicalidade e justificou sua ação de utilizar os CDs para escuta em segundo plano durante a atividade.

Na rodinha, depois de ouvir, eles identificaram as músicas. Por causa da greve, de paralisações, do conselho de classe e do fechamento de notas de avaliação, deixei bem livre e chamando atenção para a escuta e identificação das músicas[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, atividade 1, da 1ª etapa pesquisa, outubro, 2016).

Quanto aos critérios da Intencionalidade, Reciprocidade, Significado e Transcendência, não foram considerados presentes na mediação dessa atividade, pela desconexão das áreas das disciplinas e objetivo da proposta.

Conclusão do Momento-01

Ao considerar o momento inicial, o mediano e o final, o motivo da análise deste estudo foi identificar percepções das professoras dos dois primeiros anos do ensino fundamental na utilização da Musicalidade para o ensino de Sistema de Numeração Decimal nos diferentes períodos da pesquisa.

É importante registrar que, nestes anos iniciais do ensino fundamental, o currículo escolar privilegia a aquisição da linguagem escrita. Ao realizar o questionário inicial, a Escala

Multidimensional de Inclusão de Alunos com Necessidades Educativas Especiais em Aulas de Matemática foram observados, em uma das questões complementares, os horários semanais de aulas de matemática nos planejamentos.

No plano semanal das duas professoras, havia oito aulas de Português e seis de matemática semanalmente. Todas as aulas de matemática eram após o recreio, o que indica que as crianças já haviam empenhado tempos de Atenção Voluntária com maior potencial de aprendizagem nas primeiras horas do período escolar. Além disso, as crianças, após o intervalo, estão mais agitadas por conta da movimentação das brincadeiras de correr. Este dado serviu de discussão sobre o espaço da matemática nos anos iniciais do ensino fundamental e foi usado como parâmetro para as discussões que envolveram inclusão a partir da questão: De qual matemática estamos falando?

Vários pontos foram abordados, tais como: a importância do conhecimento matemático no currículo escolar; as diferenças entre conteúdos matemáticos e habilidades do pensamento matemático; o papel da matemática na vida cotidiana; a escola como promotora de conteúdo formal a ser ensinado; o preconceito que se perpetua contra a matemática, por ser supostamente muito difícil e restrita a alguns; e, finalmente, as habilidades neurocognitivas específicas do pensamento matemático, por sua abrangência, não consideradas nos cursos de formação de professores.

A partir destas reflexões, percebeu-se a dinâmica consciente e esclarecedora de teorias, práticas e possibilidades acerca de limitações e aspirações docentes durante todos os encontros do grupo de estudos. Portanto, é intenção aqui acompanhar esse entrelaçamento de ações ao longo do tempo para que se possam acompanhar e registrar contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal.

Sobre a contribuição no Momento-01 da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal visando ao desenvolvimento de estratégias de Cálculo Mental das duas professoras, observou-se o desconhecimento da proposta refletido nos próprios objetivos principais das atividades apresentadas. Na primeira atividade, o objetivo principal foi o ensino da funcionalidade do calendário mensal e, na segunda, foi o ensino dos nomes dos alunos. O fato é que essas atividades foram apresentadas na primeira etapa da pesquisa, após o primeiro estudo sobre Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática, o que justifica o não entendimento da amplitude da questão norteadora pelo desconhecimento dos elementos tanto da Musicalidade quanto do Sistema de Numeração Decimal. Porém, o Momento-01 possibilitou a indicação de que as professoras pensaram, elaboraram e

desenvolveram uma atividade inicial envolvendo Musicalidade e o Sistema de Numeração Decimal.

Conforme relataram nas apresentações, elas tiveram muitas dúvidas sobre como elaborar a atividade associando funções executivas com o ensino da matemática, sobre como associar códigos da Rota numérica e elementos do Senso Numérico e, evidentemente, não sabiam ainda sobre os elementos constituintes da Musicalidade, que foi tema de estudo após aquele encontro. Elas haviam vivenciado apenas a “Escuta Atenta” e o canto nos primeiros encontros.

É evidente que o desconhecimento foi devido ao momento inicial, porém, as atividades demonstraram que habilidades do pensamento matemático não estão presentes exclusivamente nas atividades do ensino da área da matemática. Ao mesmo tempo, puderam observar o empenho das funções executivas: atenção e memória, categorização, flexibilidade cognitiva e a realização da contagem e organização do Sistema de Numeração Decimal.

Outras observações referem-se a utilizações de músicas em práticas recentes das professoras. Elas utilizaram a “Escuta Atenta”, os tipos de música (cantadas e instrumentais), perceberam alguns efeitos na contenção da corporeidade, no relaxamento e no favorecimento da atenção. E declararam, ainda, que a música contribuiu para o relaxamento que resultou na “disciplina” da turma durante as atividades, tanto nas ações de ouvir e cantar, quanto nos comportamentos de atenção e silêncio de cada atividade.

A professora do 1º ano colocou as músicas como sonoridade de fundo, propôs que escutassem primeiro, oportunizou o sentir, o pensar e o escutar antes de dar os direcionamentos da atividade. A professora do 2º ano não mencionou esta preparação de escuta. Cantaram durante a atividade com interrupções, demonstrando processos isolados entre músicas e atividades com reconhecimento dos nomes, porém ela utilizou a pausa como elemento de referência.

Quanto à utilização dos CDs de músicas disponibilizados, as duas professoras os utilizaram durante o período de um mês, que foi o intervalo dos encontros, o que demonstrou interesse e motivação, apesar de ambas relatarem o pouco tempo devido à greve, paralisações da categoria, fechamento de notas e conselhos de classe.

Uma observação importante, feita pela professora do 2º ano, refere-se ao não entendimento da proposta do uso da música com a matemática, já que havíamos estudado sobre funções executivas (atenção, memória, flexibilidade cognitiva etc.). O fato de a professora reconhecer a aparente desconexão dos temas possibilitou maiores reflexões, principalmente quando todas chegaram à mesma conclusão: somente com os estudos

posteriores e o conhecimento de todos os elementos seria possível utilizar a Musicalidade no ensino da matemática.

Outro destaque apontado pelas professoras foi a estimulação da socialização, a partir de mudança na posição corporal dos alunos, que antes permaneciam sentados nas carteiras individuais, um atrás do outro, sem conexão de olhar ou toques. Com a alteração, no 1º ano sentados em roda, e no 2º ano sentados em duplas, relataram que todos os alunos interagiram e participaram com entusiasmo, sem distinção.

As habilidades matemáticas presentes nas duas atividades foram a seriação e a categorização de elementos: na atividade do 1º ano, quando os alunos separaram elementos por mês, semanas e dias; e no 2º ano, quando separaram elementos em feminino e masculino.

Podemos sugerir, em momento futuro, para as professoras, a possibilidade de realizarem contagem de elementos e registros de numerais correspondentes às quantidades. Por exemplo, a professora do 1º ano: Quantas faltas e quantas presenças tiveram na primeira, segunda, terceira e quarta semana do mês? Realizar um registro mensal de faltas e presenças. E à professora do 2º ano, podemos sugerir a contagem de quantos alunos foram à aula, por dia, por semana e por mês, transformando estas contagens em registros permanentes de faltas e presenças.

Percebe-se, portanto, que os conhecimentos relativos ao primeiro encontro de estudos não foram suficientes para que as professoras se apropriassem de elementos constituintes da Musicalidade e nem do ensino de Sistema de Numeração Decimal, uma vez que ainda possuíam poucos conhecimentos da natureza da proposta. Porém, a concepção de inclusão e a utilização dos CDs disponibilizados demonstrou interesse e reflexão.

Na primeira atividade, as professoras buscaram na prática o entendimento dos conceitos estudados sobre Funções Executivas. É nítido o cruzamento desses conceitos apresentados nos textos e a exposição oral com a prática considerada na atividade. Ora as professoras pensavam nas habilidades em si próprias, ora pensavam nas habilidades nas atividades ou nos procedimentos dos alunos. Os conceitos, portanto, ainda estavam obscuros quando relacionados à prática.

A presença da música por meio dos CDs tomou novo formato, quando não mais utilizavam as músicas somente com o objetivo de controlar comportamentos. Destacaram a formação musical com outras amplitudes, modificaram o posicionamento dos alunos de fileiras para roda e em pares, passaram a explorar o material com possibilidades de interdisciplinaridade, ampliaram a relação com colegas professores e a percepção do entusiasmo e alegria no desenvolvimento das atividades. Outro elemento importante que

inseriram como prática metodológica é a “Escuta Atenta”, concomitantemente ao silêncio. Promoveram junto com os alunos a importância do ouvir, esperar a vez do outro, controlar os impulsos de falar e mover-se, refletir de forma silenciosa e concentrada. Assim, trouxeram novo sentido para o “silêncio”, o que antes era atitude de contenção, passa a ser atitude também de observação, atenção e reflexão.

A Musicalidade oportunizou a troca de papéis: de professoras para alunas, devido ao pouco conhecimento, principalmente, da área musical. Possibilitou vivenciarem emoções de alunos com diferentes tempos de aprendizagem, o que, para o ensino de inclusão, diferencia a expectativa docente. Apesar de as professoras não demonstrarem aplicar os critérios da mediação (Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural) devido ao pouco conhecimento da proposta, observaram-se modificações em suas práticas nessas primeiras atividades, como: a) a utilização de músicas do cancionário infantil popular brasileiro; b) a conscientização própria e dos alunos da importância do silêncio (Escuta Atenta) e canto (socialização); c) a percepção do tempo (quantidade de conteúdos, interdisciplinaridade e qualidade no tempo silencioso); d) as emoções positivas suscitadas pelas vivências lúdicas da Musicalidade; d) a percepção das mesmas emoções positivas nos alunos e no ambiente da sala de aula; e) a percepção da importância da mediação docente no processo de inclusão.

Esses efeitos iniciais na mediação docente tiveram permanência durante todos os encontros por meio da assiduidade e participação constante, e também em contatos com a pesquisadora nos momentos individuais, via e-mails e *WhatsApp*, com o envio de dúvidas, observações, registros de fotos e vídeos, muitos ocorridos em tempo real.

A seguir tem início a análise do Momento-02, constituído por: a) descrição da atividade; b) contribuição para o ensino do Sistema de Numeração Decimal; c) contribuição para o Currículo; e d) Contribuição para a Mediação Docente das professoras do 1º e 2º anos do ensino fundamental.

As análises dos indicadores das evoluções que relacionam estudos teóricos com a percepção e prática das professoras serão apresentadas ao final, nas considerações finais.

7.2 MOMENTO – 02

a) Descrição da Atividade – 1º ano ensino fundamental

O Momento-02 da professora do 1º ano do ensino fundamental, nomeado de “Somando os Sons dos Instrumentos - Triângulo e Clava” ocorreu após os estudos teóricos realizados no grupo de estudos, na 2ª etapa da pesquisa. A professora apresentou sua prática ao grupo de estudos e recebeu as contribuições das colegas em forma de comentários durante sua apresentação.

Inicialmente, a professora relatou que apresentou os instrumentos: triângulo e clavas (Figuras 15 e 16) e pediu que todos os alunos os manuseassem, ouvissem os sons livremente, um de cada vez. Chamou atenção para os sons de cada instrumento, ressaltando suas qualidades (intensidade, altura, timbre e andamento).

A professora e os alunos tocaram de maneira forte e fraca; rápida e lentamente. Ela chamou atenção para os tipos das fontes sonora (madeira e metal) e fez questionamentos às crianças, como: O que é igual e o que é diferente nos dois instrumentos? Vamos comparar? Quantos objetos possui o triângulo? Quantos objetos possui um par de clavas? Vamos expressar a forma desses instrumentos, modelando o nosso corpo?

Em seguida, orientou que os alunos, em duplas, deitassem no chão e organizassem seus movimentos conforme suas orientações: “Se passar um helicóptero, lá de cima ele poderá visualizar vários triângulos aqui na sala.” Os alunos em duplas e deitados no chão, formaram gestos representando um triângulo com seus corpos. Para isso, a professora pediu que imaginassem como a pessoa do “helicóptero” olharia para baixo e visualizaria os triângulos. Os alunos criaram várias representações, segundo a professora, muito criativas e diferentes. Depois lhes indagou: “E as clavas? Em pares, bem esticados e “magrinhos”, vamos imaginar que tem uma corda puxando vocês pelos braços para cima, e outra nos pés puxando para baixo. Para representar as clavas, vocês poderiam se dar as mãos? Por quê?”. Os alunos se alongaram ao máximo e responderam não poder se dar as mãos, porque as clavas não se tocavam quando separadas. Segundo eles, um ao lado do outro seria suficiente para representá-las.

Em pé, livremente, ela pediu que acompanhassem os pulsos dos instrumentos, tocou alternadamente triângulo e clavas, e os alunos movimentaram-se com palmas, marchas, estalando dedos, mãos na barriga etc. Conforme a professora ia percebendo os movimentos dos alunos, sugeria maior complexidade (ficar em pé em uma perna só sem cair, levantar o

braço direito com o joelho direito, levantar o braço esquerdo com o joelho esquerdo, colocar as mãos no dedão do pé, o dedo indicador no nariz, o dedo polegar no calcanhar etc.).

Figura 15 - Figura da atividade 3: **Instrumento Musical Triângulo**



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (2016)

Figura 16 - Figura da atividade 3: **Instrumento Musical Clava**



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (2016)

No desdobramento-01⁶, a professora pediu aos alunos que ouvissem os toques dos instrumentos musicais e os contassem mentalmente, podendo utilizar os dedos para auxílio de memória. Iniciou com 3 toques e ampliou progressivamente até 5 toques, primeiro com o triângulo, depois com a clava. Ressaltou, chamando a atenção das crianças, a importância da Escuta Atenta durante a contagem. Ao final da execução de cada instrumento, as crianças falavam o número da quantidade de pulsos percebidos. Ela ampliou a complexidade da atividade pedindo que eles ficassem de costas para ela, retirando assim, o campo visual da

⁶ Denominado “desdobramento” a transformação da atividade conforme a professora reflete sua prática diante do planejamento que realizou, e altera esta prática a luz dos conhecimentos construídos nos estudos. O aprofundamento deste fenômeno será explorado na Contribuição “c” referente ao Currículo.

contagem. Repetiu a sequência alternando os instrumentos, e as crianças deveriam identificar a quantidade de pulsos e o nome deles somente pelo som.

No desdobramento-02, posicionados de frente para ela, combinou que marcassem os dedos da mão esquerda quando tocassem o triângulo, e marcassem com os dedos da mão direita quando tocassem a clava. Deveriam falar a quantidade de pulsos marcados assim que terminassem de ouvir a execução de cada instrumento.

No desdobramento-03, a professora propôs que, após a mesma atividade, somassem a quantidade de pulsos mentalmente dos dois instrumentos. Nesse momento, solicitou a ajuda do aluno autista (monitoria), que manipulou um instrumento, e ela, o outro. Após várias repetições da atividade com quantidades diferentes, ela combinou com o monitor que tocassem simultaneamente 5 pulsos. Os alunos perceberam a dualidade da proposta, com risos e comentários do tipo “assim não vale!”. Após observar a reação dos alunos, a professora estimulou a discussão, na busca de qual seria a resposta correta.

No desdobramento-04, as respostas não foram expressas oralmente por todos os alunos. Desta vez, fizeram a soma com o auxílio dos dedos, individualmente, e o aluno apontado pela professora deu a resposta batendo palmas (se a soma dos pulsos do triângulo com as clavas resultassem em 6, em vez de falar, o aluno apontado deveria bater palmas seis vezes).

No desdobramento-05, um aluno ficou com a calculadora e deveria acompanhar todo o processo para conferir a resposta e comparar o número de palmas com o número resultante na calculadora.

No desdobramento-06, a professora explicou o conceito de números antecessores e sucessores e os alunos identificaram os números relacionando-os à quantidade de pulsos dos instrumentos. O aluno determinado pela professora falou o número de pulsos que o instrumento produziu com seu antecessor e sucessor. Após todos os alunos terem entendido a proposta, ela alterou a atividade para que um aluno tocasse o triângulo, outro dissesse o número da quantidade de pulsos produzidos, outro falasse o número antecessor correspondente e um último falasse o número sucessor correspondente.

No desdobramento-07, a professora explicou o conceito de números pares e ímpares, exemplificando o número de objetos que compunham cada instrumento, chamando a atenção dos alunos sobre os pares iguais (clavas) e pares diferentes (partes do triângulo). Mostrou-lhes que um número pode ser classificado ao mesmo tempo como sucessor ou antecessor, dependendo de quem ele é comparado, e que objetos iguais e diferentes podem ter um número associado, par ou ímpar, dependendo do critério utilizado.

Concluiu, com as crianças, a partir de suas respostas, que um número pode variar na categoria de sucessor ou antecessor, dependendo de com qual número é comparado, mas que em par ou ímpar não há variações, porque o critério é quantitativo.

No desdobramento-08, ela apresentou as formas geométricas (triângulo, círculo e cilindro) dos instrumentos musicais, solicitando, para exemplificar, a procura de objetos da mesma forma geométrica presentes na sala de aula, e pediu, como tarefa de casa, que produzissem uma listagem com objetos de cada forma geométrica que encontrassem em suas casas, primeiro na forma de desenho, depois de maneira escrita. Os alunos contaram quantos objetos identificaram em casa, listaram separando por cada forma geométrica, e contaram o resultado de números de objetos de cada forma e o número resultante de objetos identificados ao todo.

b) Contribuição - ensino do Sistema de Numeração Decimal – 1º ano ensino fundamental

A professora participou da análise, reflexão e discussão no grupo das primeiras e segundas atividades de todas as demais professoras, o que implica dizer que, neste Momento-02, ela já poderia ter se apropriado não somente dos conhecimentos dos textos estudados, mas também participado das discussões da interface entre conhecimentos e prática das outras atividades elaboradas pelas colegas participantes da pesquisa e vivenciado, junto à pesquisadora e ao grupo, reflexões e análises de várias atividades de Musicalidade.

A atividade “Somando os Sons dos Instrumentos – Triângulo e Clava” foi realizada durante uma semana e meia, diariamente com os 20 alunos.

Observou-se que, nessa atividade, a professora organizou sua prática partindo dos movimentos do corpo inteiro para depois chegar à exploração dos instrumentos (Praxia Global para a Praxia Fina), demonstrando conhecimento sobre a necessidade de iniciar a tarefa com vivências de Corporeidade (entrada auditiva sensorial para aprendizagem, visando ativar memórias associadas a emoções) considerando a idade de seus alunos, entre 5 e 6 anos, que ainda estão em formação de estruturas mentais (simbolismo, representação e abstração de conceitos) visando ao desenvolvimento neurocognitivo.

Posteriormente, ela estimulou a observação das formas geométricas, primeiro pela identificação dos diferentes timbres (fontes sonoras) sem o campo visual, e depois chamando atenção para as características visuais de cada forma, associando aos objetos semelhantes, presentes na sala de aula. Portanto, sua elaboração didática partiu da estimulação da audição

(entrada sensorial) para depois chegar à estimulação visual e tátil, o que a diferenciou de elaborações tradicionais, sugerindo o percurso de diferentes conexões neurais.

Assim, a Escuta Atenta é destaque nos primeiros momentos de manuseio dos instrumentos, atentando para as qualidades dos sons: timbre, intensidade e andamento, por meio da comparação.

Primeiro, eu apresentei os instrumentos pedindo que os alunos prestassem atenção nos sons, falei sobre as qualidades do som e eles fizeram em pé com palmas e marchas: forte e fraco, longo e curto, rápido e lento. Todos tiveram a oportunidade de tocar e explorar com olhos e mãos os instrumentos. Apresentei dois triângulos e dois pares de clavas, fiz perguntas sobre igual e diferente, pedindo que comparassem [...] (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

A professora estimulou o cálculo mental progressivamente, iniciando-o na formatação das parcelas por meio dos pulsos sonoros, nos quais os alunos responderam quantos pulsos ouviram, ora de um timbre (triângulo), ora do outro timbre (clavas). Essa variação, além de propiciar um rompimento do ritmo, permitiu uma mudança de fonte do timbre, que pode ser entendida como estímulo positivo da Atenção Voluntária, da Memória Operacional e Flexibilidade Cognitiva (Funções Executivas), devido a suas especificidades e diferenças. São habilidades das funções executivas imprescindíveis à realização do cálculo mental, porque possibilitam diferentes operações numéricas com o Sistema de Numeração Decimal.

Segundo a teoria sociocultural da inteligência (VYGOTSKY, 1987), quando a criança aprende a contar, ela poderá começar a usar a contagem como instrumento do pensamento a fim de auxiliar sua habilidade de registrar e lembrar-se de quantidades e, assim, amplificar sua capacidade de resolver problemas. A criança pode, por exemplo, utilizar a contagem para se lembrar do número de bolinhas de gude que trocou com seu amigo, e não necessariamente “quais” as bolinhas que trocou (características físicas do objeto).

Considerando o conteúdo dos números naturais, não é suficiente saber contar para compreender as ideias matemáticas que existem implícitas no sistema de numeração, pois a sequência numérica não é uma simples lista: ela supõe uma organização, chamada de composição aditiva do número (CARRAHER, 1986).

Piaget, segundo Carraher (1986), esclarece que contar e compreender a utilidade dos números são processos diferenciados, que exigem elaboração cognitiva. Para isso, propõe que a criança construa a compreensão da ideia de número a partir das noções que desenvolve de adição e subtração, pois com a operacionalização será concretizado o conceito numeral/quantidade. Dessa forma, relaciona três esquemas de ação: juntar, retirar e colocar em correspondência um a um.

A ideia de número deve ser adquirida primeiramente através de sua própria experiência sensorial, significando que a percepção e a compreensão devem vir anteriormente à memorização (NUNES, 2009).

Conforme conhecimentos advindos da neurociência, os Períodos Sensíveis entre 5 e 7 anos são oportunos para o pensamento lógico-matemático e habilidades musicais (GARDNER, 1995; ANTUNES, 2002; MUSZKAT *et al.*, 2005; HERCULANO-HOUZEL, 2010). Com essa fundamentação, as atividades relacionadas às ações de juntar, retirar e contar um a um (composição aditiva/sistema de numeração) são viabilizadas e estimuladas por meio da identificação sonora. Cognitivamente, a oportunidade de aprender através da audição pode ser facilitadora, uma vez que o sentido tátil e o audível podem ser desenvolvidos, tais como o visual.

A professora utilizou os conhecimentos sobre o efeito SNARC, ao determinar até 5 elementos/unidades nos processos de formatação das parcelas (desdobramentos de 1 ao 4) e quando propôs que, ao ouvirem os toques dos instrumentos, utilizassem os dedos como apoio à Memória Operacional por meio dos movimentos e contagem.

[...] No outro momento, combinei que deveriam ouvir e contar quantas vezes eu tocasse. Primeiro fiz com a clava e depois com o triângulo. Comecei com 3, depois com 4, até 5 pulsos, eles usavam os dedos para auxiliar. (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

Isso implica dizer que ela estimulou os dois lados do hemisfério cerebral, quando estipulou a lateralidade das mãos para representar os elementos/unidades das parcelas de acordo com os instrumentos tocados (clava/mão esquerda e triângulo/mão direita). Além disso, reforçou a direção de movimentos para, posteriormente, iniciar o ensino da escrita dos números (da esquerda para direita/de cima para baixo). Ela estimulou, também, a Estruturação Espaço-Temporal, com a determinação da lateralidade no desempenho, bem como determinou a Sincronia do tempo para esses movimentos. Isto é, estabeleceu uma métrica temporal para que movimentos e cálculos fossem realizados.

[...] Combinamos que marcaríamos a clava em uma mão e o triângulo, em outra mão. Depois determinei a clava só com a mão esquerda e o triângulo só com a mão direita[...] (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

A repetição da atividade propiciou que todos os alunos, em seus devidos tempos, treinassem a memória de numerais a partir da entrada sensorial auditiva, favorecendo a apresentação do código verbal auditivo da Rota numérica, quando diziam quantas vezes o instrumento havia tocado. Além disso, o código analógico esteve sendo utilizado no processo

quando eles deveriam somar os elementos/unidades sonoras, realizando mentalmente a adição.

[...] No desdobramento, eu toquei e eles falavam a quantidade. Propus somar a quantidade de pulsos[...] (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

A professora, ao perceber que todos os alunos (atitude inclusiva de esperar por todos os alunos em seus diferentes tempos) realizaram os cálculos da soma, estimulou o pensamento reflexivo matemático ao realizar o desafio com referencial duplo de sons dos instrumentos:

[...] Pedi que o meu aluno autista, neste momento, me ajudasse. Combinei com ele em segredo que tocássemos cinco pulsos juntos... Os alunos riram e disseram que “não deu pra ouvir separado porque tocamos juntos”, outros que “assim não vale!” e outro ainda: “é para falar junto ou separado?”, se referindo ao número de toques de cada instrumento ou número dos pulsos que ouviu. Eu disse que quem falou cinco estava certo e quem falou dez também falou certo, porque eu não havia determinado antes qual era a regra[...] Eles acharam uma novidade ter duas respostas certas. (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

Ela ensinou novas perspectivas e possibilidades a partir de uma mesma situação, na qual os alunos se surpreenderam ao vivenciar a atividade de dupla interpretação da resposta correta. A professora ampliou o vocabulário, quando explicou o sentido da palavra “critério” demonstrado na sua orientação. Sua intervenção mostrou para os alunos a possibilidade da professora “errar” ou se “enganar” numa determinada situação. Um possível “equivoco” em sua orientação possibilitou ter mais de uma solução para um problema, e que ela pode “errar” como professora, “reconhecer” seu erro, e “considerar” mais de uma resposta correta. Ou ainda, que na matemática é necessário saber claramente os critérios para se pensar nas soluções. Se o critério for de dupla interpretação, podem-se considerar dois caminhos, logo, duas respostas certas. No ensino da matemática, essa atitude se torna importante para a concepção de erro, acerto e variações. Mais tarde ela poderá se reportar a essa atividade para exemplificar a adição por parcelas ($1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$; ou $2 + 2 + 2 = 6$; ou $3 + 3 = 6$; ou $4 + 2 = 6$; ou $2 + 4 = 6$) ou por multiplicação ($2 \times 3 = 6$; ou $3 \times 2 = 6$).

A atividade estimulou o desenvolvimento do Senso Numérico ao envolver: 1) o conhecimento de contagem (associação número/quantidade de pulsos realizados pelos instrumentos); 2) o procedimento/estratégia de contagem (quando os alunos perceberam como devem proceder mentalmente para a soma dos grupos de elementos/unidades dos dois conjuntos, isto é, o conjunto de pulsos do triângulo mais o conjunto de pulsos da clava, enumerando de forma progressiva os dois conjuntos e não mais separadamente); e 3) a recuperação de Memória Operacional quando solicitado que guardassem mentalmente o

número de pulsos produzidos do primeiro instrumento, e posteriormente utilizassem-no para o cálculo mental no segundo instrumento.

Nessa atividade, elementos da Musicalidade foram utilizados em todo o processo. Desde a Corporeidade na Escuta Atenta, estabelecida como critério para realizar todos os desdobramentos da atividade, até os movimentos associados aos conceitos matemáticos.

A professora partiu de movimentos amplos (Praxia Global), ao pedir que representassem no chão, individualmente, as formas geométricas utilizando gestos com o corpo, e depois, em pares. Logo após, incentivou a contagem com o apoio dos dedos (Praxia Fina) e ainda, a expressão das quantidades com as palmas (Representação de dois Códigos para Contagem).

A Musicalidade associada à Corporeidade, Ritmo e Som esteve presente na marcação dos pulsos utilizando movimentos de palmas, marchas e outros, exigindo a coordenação psicomotora ampla e restrita, e na associação das qualidades do som (intensidade, altura, timbre e andamento). A professora demonstrou ter explorado o diferencial dos timbres por meio da comparação e associou os elementos da Musicalidade para o exercício do cálculo mental.

No desdobramento 04, ela estimulou a adição com procedimentos abstratos que envolveram a Memória Operacional e a Flexibilidade Cognitiva, ao ter que observar a regra estabelecida na atividade para realizar a soma, e ampliou o processamento quando propôs que os alunos transformassem e representassem os resultados em quantidades de palmas.

Percebeu-se que a professora oportunizou atividades de dualidade, que constroem e desconstroem expressões corpóreas e pensamentos abstratos. Uma vez que no desdobramento anterior as respostas eram faladas, dessa vez, deveriam ser pensadas e expressadas por meio de movimento-pulso-unidade (palmas).

O Jogo ficou assim: eu tocava uma parcela indicando a quantidade com pulsos no triângulo, meu aluno fazia a mesma coisa com as clavas. Ele escolheu o número de pulsos até 5. Todos deveriam prestar atenção e quem eu indicasse responderia a soma em forma do número de palmas. (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

A professora, após perceber a velocidade do cálculo mental e deduzir a aprendizagem dos procedimentos para o Sistema de Numeração Decimal nesta atividade, propiciou vivências para o entendimento de ideias da apropriação de conceitos matemáticos, ampliando assim, a extensão do currículo de matemática.

No desdobramento-05, a atividade elegeu outro referencial, que exigiu um aluno observador, provido com a calculadora para o acompanhamento em silêncio, exigente de

Atenção Voluntária (Funções Executivas), com outra perspectiva de processo (digital) e confirmação de resposta correta. Mais uma vez, a professora desconstruiu a ideia de que há somente um caminho para um processo matemático. O cálculo poderia ser mental, mas poderia também ser feito na calculadora. Ela utilizou os dois processos simultaneamente e emergiu, daí, a ideia da possibilidade de validação do resultado.

Um aluno que realizou a conta na calculadora deveria conferir a resposta comparando o número da calculadora com o número de palmas que o amigo bateu. (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, agosto, 2016).

A professora ampliou o conteúdo matemático quando inseriu não somente os significados, mas o vocabulário típico da linguagem matemática, como “critérios”, “números antecessores e sucessores, números pares e ímpares”.

Na terceira vez que repetimos o Jogo, chamei a atenção para os conceitos de números antecessores e sucessores, pares, ímpares. (Transcrição do áudio, final da 1ª etapa pesquisa, novembro, 2016).

Posteriormente, ela relatou, no encontro de estudos com o grupo de professoras, que apresentou a clava como instrumento musical composto de dois objetos idênticos, estimulou a habilidade de comparação se referindo ao número par e apresentou o triângulo como instrumento musical composto por dois objetos diferentes também, referindo-se ao conceito de número par. Ela comentou que pessoalmente sentiu-se insegura e buscou na literatura os conceitos matemáticos de pares idênticos e pares diferentes, a partir da dúvida de um dos alunos sobre os filhos gêmeos idênticos e não idênticos que são considerados “um par de filhos”. Disse que mais tarde iria conversar, com as crianças, sobre essa situação. No momento, temia que pudesse confundi-los.

[...] Introduzimos os termos triângulo e cilindro das formas geométricas, procuramos na sala outros objetos com a mesma forma. (Transcrição do áudio, atividade 3, final da 1ª etapa pesquisa, agosto, 2016).

A docente ampliou o conteúdo matemático quando antecipou a observação e a vivência do corpo com as diferentes formas geométricas e quando contribuiu para a representação mental das formas pedindo que os alunos imaginassem a perspectiva de olhar do alto. Expandiu o vocabulário de formas geométricas: “triângulo, círculo e cilindro”. Percebeu, ainda, que alguns alunos não reconheciam as formas geométricas por não terem cursado a educação infantil, sendo o primeiro ano deles na escola. Os alunos que cursaram a educação infantil reconheciam círculo e triângulo, mas não conheciam cilindro.

Ela utilizou o ambiente da sala de aula para incentivar a tarefa de casa, fazendo com que exemplificassem as formas geométricas no espaço por meio dos objetos identificados com a utilização da memória e visualização (do plano real para a representação no papel), em forma de desenhos e depois de escrita. Para a aprendizagem de formas geométricas, esses referenciais poderão favorecer a Memória Semântica (entendida como aquela responsável pelo armazenamento de conhecimento geral organizado no mundo concreto e letrado) (BADDELEY, 2000) e a aprendizagem de ideias que poderão favorecer os conceitos em desenho e geometria.

Além disso, diversificou a proposta de contagem quando solicitou como tarefa de casa desenhos dos objetos de cada forma geométrica, e como tarefa em aula que alunos contassem quantos objetos cada criança desenhou. Assim, organizou a representação numérica em forma de listas, numerando-as e pedindo que contassem e comparassem se o mesmo número de objetos desenhados correspondia ao mesmo número de objetos escritos.

c) Contribuição - Currículo - 1º ano ensino fundamental

Observou-se grande diferença no planejamento e prática da professora do Momento-01 para o Momento-02. No primeiro, a atividade foi desenvolvida como atividade complementar, após o tempo do recreio. No Momento-02, a professora já classificou a atividade como “aula de matemática”, indicando que assumiu a estratégia para o ensino de Sistema de Numeração Decimal.

Esta atitude está baseada nos conhecimentos dos estudos articulados às reflexões coletivas dos encontros de pesquisa. A professora participou intensamente nos desdobramentos de atividades de colegas, sugeriu, refletiu, buscou conhecimentos e comprovou-os, qualitativamente, na ampliação das propostas dos desdobramentos.

Segundo a professora, os conceitos de pares/ímpares e antecessor/sucessor já haviam sido apresentados aos alunos, mas sua percepção é a de que não haviam compreendido. Além disso, relacionou os conceitos em tempo real, o que oportunizou o entendimento da relação numeral/quantidade e as classificações em matemática.

A partir dessa atividade, com o auxílio da associação corporeidade-instrumentos musicais-contagem, todos os alunos compreenderam os conceitos. Em seu relato, na apresentação da atividade no grupo, ela afirmou que nunca havia pensado na “matemática” dessa forma:

[...] Assim, na verdade, nem eu mesma havia pensado na matemática assim, tão perto de mim... (*risos*), quer dizer, a gente estuda Piaget, pensa e faz o uso de objetos para pensar matemática. Mas não de forma invisível, com o próprio corpo, imaginando e abstraindo [...] Na verdade, assim, eu vi os conceitos nas relações da atividade, sabe como? [...] Minha sensação é de descoberta [...] (*risos*) parece que eu é que estou aprendendo pela primeira vez [...] (*risos*). (Transcrição do áudio, profª do 1º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Sua fala indica que provavelmente ela nunca havia pensado nos conceitos de pares, ímpares, antecessor e sucessor sem o apoio visual, ou com códigos auditivos como sistema sensorial de entrada para a aprendizagem e elaboração de conceitos. O cálculo mental utilizou o código analógico, isto é, de conceitos abstratos que já deveriam estar automatizados. Para a realização do cálculo mental, é condição o domínio da estrutura do Sistema de Numeração Decimal. As características dos números (o que vem antes e depois, sua natureza quantitativa) estão subentendidas nessa elaboração. A matemática, na maioria das vezes, nos anos iniciais do ensino fundamental, é apresentada e desenvolvida somente na escrita, ou seja, utilizada como entrada sensorial de informações, predominantemente a visão, limitando o cérebro na utilização de redes neurais específicas (DEHAENE e COHEN, 1995).

Na concepção do “currículo modelado pelos professores”, ao planejar e executar esta atividade, a professora alterou não somente procedimentos didáticos, mas sua própria concepção dos conceitos a serem ensinados.

Relatou que seu planejamento inicial fora até o desdobramento-04. A partir das vivências com os alunos, e com seu próprio corpo, as ideias para os próximos desdobramentos foram lhe ocorrendo. Algumas ela já colocava em prática em tempo real, movida por entusiasmo e alegria, outras, anotava no papel para o planejamento da aula seguinte e para outras, ainda, o tempo que havia estabelecido era insuficiente e, assim, as esquecia. Disse que, em todos os desdobramentos, ela e os alunos sempre queriam mais.

[...] Foi tão gostoso que, se deixasse, eu ficava com a matemática a tarde toda[...] Os alunos não queriam parar, nem eu (*risos*) ... Cada vez que surgia uma ideia nova, muitas a partir das colocações dos próprios alunos, dava vontade de experimentar... [...] Sabe de uma coisa? Agora eu realmente entendi porque a criança nessa idade não deve mesmo ficar fazendo cinco folhas de atividade escrita por dia[...] (Transcrição do áudio, profª do 1º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

A partir da sua experiência com a Musicalidade, ela percebeu a importância de não se restringir somente a atividades escritas com seus alunos de 5 e 6 anos de idade, respeitando as fases do desenvolvimento e as etapas do simbolismo, ainda não estabelecidas devido ao desenvolvimento do sistema nervoso (LE BOUCHE, 1987; HERCULANO-HOUZEL, 2010; MUSZKAT; RIZZUTTI, 2016).

Ao elaborar as atividades, a professora considerou os conhecimentos acerca das funções executivas, quando mencionou identificá-las e estimulá-las nas habilidades matemáticas intencionalmente. Identificou a Atenção Voluntária, quando os alunos deveriam prestar atenção no número de pulsos de cada instrumento, pois deveriam contá-los mentalmente, realizando o cálculo mental para chegarem ao resultado da contagem. Citou a Memória Operacional, quando deveriam manter na memória o número de pulsos para agrupá-lo e realizar a soma.

Ela observou a diferença em relação ao Momento-01, quando apontou na prática dos desdobramentos a avaliação permanente dos alunos, o que evidenciou ampliar sua percepção do ensino dos conteúdos matemáticos, não somente no planejamento, mas no favorecimento do ciclo completo de realização, modificação, avaliação e ressignificação.

Uma observação importante nessa atividade é a de que a professora incluiu a calculadora como instrumento que gerou o prolongamento do ensino dos conceitos de critérios (regras) e comprovação (validação). Abordou em sua reflexão a função da tecnologia para as práticas sociais da vida dos alunos, quando apontou a calculadora como um instrumento acessível a todos e possível de ser explorado em sala de aula. Relatou depoimentos dos alunos ao pedir que trouxessem calculadoras de casa, demonstrando entusiasmo:

- Minha mãe tem calculadora no celular, tia!
- A minha também!
- A minha também!
- Oba! Eu quero [...] (Transcrição do áudio, prof^a do 1^o ano, final da 1^a etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Ao utilizar a calculadora e conversar com os alunos, ela refletiu sobre a importância e diferença entre o conhecimento humano e o artificial. Propôs a calculadora não como objeto inconveniente, desviante da proposta da escola, ou mesmo que poderia competir tirando a atenção das crianças, mas como instrumento colaborador e necessário nas atividades da vida social. Mencionou que incentivou os alunos a utilizar as calculadoras de suas mães ao ir ao supermercado com elas e, antecipadamente ao passar no caixa, adiantar o resultado e calcular o troco, quando for o caso.

Assim, apesar de a professora ainda não reconhecer, pode-se afirmar a presença da educação matemática financeira no currículo modelado (SACRISTÁN, 2000), pois a educação matemática imprime a responsabilidade de comprar o que se pode pagar, equilibrar

o consumo e planejar os gastos. A docente antecipou ideias de currículo do 3º ano do ensino fundamental de maneira natural e informal.

d) Contribuição - Mediação Docente - 1º ano ensino fundamental

O termo Transtorno do Espectro Autista (TEA) é usado para definir um conjunto específico de alterações complexas de graus considerados leve, moderado e grave, conforme as características das comorbidades⁷, que ocorrem no desenvolvimento infantil. Esses transtornos são caracterizados como alterações qualitativas das interações sociais recíprocas e das modalidades de comunicação associadas a um repertório de interesses e de atividades restritas, estereotipadas e repetitivas (CID-10, 1997, p.840).

Na quinta edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-V, 2013) da Associação Psiquiátrica Americana (APA), enquadram-se no autismo, além da Síndrome de Asperger, o transtorno Desintegrativo da Infância e o Transtorno Invasivo do Desenvolvimento sem outra especificação.

Como proposta inclusiva de alunos com TEA, cabe à escola garantir não só o acesso, mas também a oportunidade do convívio social e a possibilidade de aprendizagens (inclusive da Matemática) de conteúdos prescritos. Fonteles (2012) afirma que estudos na área indicam que indivíduos com Síndrome de Asperger e Autismo de Alto Funcionamento possuem habilidades matemáticas acima da média.

De acordo com o relato da professora, não houve necessidade de realizar adaptações específicas, porque o aluno autista realizou os cálculos mentais com maior velocidade que os demais, de forma positiva e interativa, quando em alguns momentos fez silêncio e permitiu a resposta do amigo, ou quando ajudou os que estavam com dificuldade.

Apesar de a professora do 1º ano ter relatado os obstáculos de relacionamentos do seu aluno autista com os colegas antes de iniciar o Momento-01, ela sempre percebeu a facilidade da criança para o entendimento da matemática. Neste caso, mais do que a preocupação com a disciplina de matemática em si, ela procurou integrá-lo por meio da Musicalidade ao propor atividades em pares, em cooperação no grupo, monitoria e pedindo sua opinião no momento de planejamento coletivo de alguns desdobramentos.

⁷ Comorbidade patogênica ocorre quando duas ou mais doenças estão etiologicamente relacionadas; comorbidade diagnóstica ocorre quando as manifestações da doença associada forem similares às da doença primária; e comorbidade prognóstica ocorre quando houver doenças que predisõem o paciente a desenvolver outras doenças.

Como descreveu no desdobramento-03, a professora o convidou para assumir a monitoria e auxiliá-la na atividade, tocando o segundo instrumento musical simultaneamente ao dela. Estimulou positivamente sua participação no grupo e demonstrou cumplicidade e confiança no exercício da mediação.

[...] No desdobramento, eu toquei e eles falavam a quantidade. Propus somar a quantidade de pulsos, pedi que o meu aluno autista neste momento me ajudasse. Combinei com ele em segredo que tocássemos cinco pulsos juntos, os dois instrumentos juntos[...] (Transcrição do áudio, prof^a do 1º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Percebe-se que o aluno sentiu prazer e interesse em ajudar a professora ao ser convocado para a monitoria, assim se sentiu valorizado e motivado a observar e interagir com a professora e seus colegas.

Ao relatar suas práticas, a professora demonstrou ter utilizado a mediação adequada ao modelo de Experiência de Aprendizagem Mediatizada (FONSECA, 1995, p.89), com a qual realizou a interação direta de todos os alunos com a atividade indicada e seus desdobramentos, produzindo respostas na realização de cálculos mentais matemáticos. Cada elemento impulsionador do próximo desdobramento foi um “agente mediador”, considerado mais apropriado porque produziu esquemas cognitivos, ampliou e transformou os conflitos cognitivos (desafios problematizados) em novas oportunidades de aprendizagem.

Dessa forma, a Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) deu relevância ao papel da professora, que agiu com a intenção de interceder com tais estímulos, adequando-os às necessidades específicas.

Na Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM), os estímulos não existem por si só, eles são planejados, modulados, organizados e modificados, conforme as necessidades reguladas pela professora mediadora em relação aos processos e características dos alunos.

Isso foi observado no Momento-02, quando a professora determinou as propostas dos desdobramentos utilizando elementos da Musicalidade, a Corporeidade, o Ritmo e as qualidades do Som. Ela transformou os desdobramentos (estímulos), reorganizando sua prática e, a partir da avaliação, selecionou estratégias mais adequadas a cada situação.

É por meio desse processo de mediação que a estrutura cognitiva dos alunos pode adquirir padrões de comportamentos que determinarão sua capacidade de calcular. Fonseca (1995) ressalta que a autoplaticidade humana não é explicada somente pela neurogênese ou sinaptogênese (aspectos biológicos), mas também pelo fato de tais estruturas corticais terem sido submetidas à Experiência de Aprendizagem Mediada, entendida como estímulos intencionais dos aspectos ambiental e cultural da mediação (FEUERSTEIN, *et al.*, 2014).

Quanto aos critérios da mediação docente (Intencionalidade e Reciprocidade), percebeu-se que a professora determinou seus objetivos ao reformular cada desdobramento com versatilidade e flexibilidade a partir de questionamentos e reflexões com os alunos. Levou-os a analisar os processos e vivências e, a partir deles, contar e calcular, conforme nosso Sistema de Numeração Decimal.

Estruturou as situações de aprendizagens organizando (de forma fundamentada teoricamente) os estímulos e identificou em sua própria mediação elementos que considerou ao organizar sua prática para o cálculo mental.

A professora classificou como critério de Transcendência a percepção sonora envolvida na atividade em todos os desdobramentos. Relatou que, por não saber, nunca havia estimulado por meio da audição a contagem. Consequentemente, não havia estimulado o cálculo mental por meio de sons e, por esse motivo, indicou a percepção sonora como mecanismo de manipulação do código analógico, ao associarem números e quantidades que deverão ser utilizados em outras situações.

É possível ainda relacionar como Transcendência ideias de números antecessores e sucessores, números pares e ímpares, operação matemática de adição e cálculo mental, que poderão ser aplicados em outras situações no decorrer da vida escolar.

A professora imprimiu, como critério mediador, Significado à construção do conceito de número e no processo de adição. Como Significado é possível indicar os conhecimentos acerca dos instrumentos musicais, que foram também tema de pesquisas para tarefas de casa, dando significado cultural sobre a utilização desses artefatos na sociedade.

Porém, esse critério de mediação tem maior destaque quando, no desdobramento-03, ela desafiou seus alunos com outro problema e afirmou haver duas respostas certas. Ela alterou, portanto, o paradigma anteriormente estabelecido da Matemática como ciência que detém verdades absolutamente únicas e imutáveis, levando os alunos a relativizarem suas hipóteses, refletirem e considerarem a flexibilidade como forma de observação factual.

Além disso, confirmou a presença da possibilidade de mais de uma solução correta para um determinado problema, podendo ela se apropriar de argumentações com fundamentos pautados em conhecimentos e lógica.

Percebeu-se maior agilidade nas ações da professora durante sua prática, o que, segundo ela, são efeitos da Musicalidade em suas próprias funções executivas.

[...] Vou contar uma coisa para vocês: Estou mais rápida! (*risos*). Parece que a Musicalidade está me deixando mais esperta (*risos*), é sério! Vocês estão rindo, mas nessa atividade eu demorei menos para criar novos desdobramentos, as ideias são mais espontâneas, tenho que fazer menos força para elas surgirem, entenderam?

(*risos*). (Transcrição do áudio, profª do 1º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Outro destaque na mediação docente é sobre a paciência com o tempo de desempenho dos alunos: os desdobramentos foram realizados com todos e só se encerraram quando a professora observou a compreensão dos 20 alunos, sem exceção.

Observou-se, como efeito importante da Musicalidade na mediação, a busca de conhecimentos por iniciativa própria da professora, quanto aos conceitos matemáticos envolvidos na atividade diante de sua insegurança. Durante os momentos de dúvidas para relacionar a expressão das ideias conceituais com as vivências da Musicalidade, a professora recorreu à pesquisadora e aos livros. Segundo seu relato, buscou conhecimentos típicos dos conceitos sobre pares idênticos e diferentes, a partir de uma dúvida surgida por alunos quando compararam gêmeos idênticos e não idênticos com o conceito de um par de filhos.

Por fim, nessa atividade, a professora evidenciou vínculos de cumplicidade e confiança com seus alunos ao considerá-los sujeitos pensantes, participantes, e capazes de influenciar de maneira direta todo o processo de elaboração, desenvolvimento e análise na projeção dos desdobramentos posteriores.

A seguir, a análise do Momento-02 da professora do 2º ano do ensino fundamental.

MOMENTO – 02

a) Descrição da Atividade – 2º ano ensino fundamental

O Momento-02 da professora do 2º ano do ensino fundamental, nomeado de “Passa a Bola”, ocorreu após os estudos teóricos realizados no grupo de estudos, durante a 2ª etapa da pesquisa. A professora apresentou sua prática ao grupo de estudos e recebeu as contribuições das colegas em forma de comentários e observações durante sua apresentação.

No primeiro momento, os alunos se posicionaram sentados em roda e ouviram a música “Passa a Bola”, marcando seu ritmo com palmas, mãos nos joelhos, mãos no chão em frente do corpo e mãos na cabeça. Levantaram-se, marcharam e realizaram vários movimentos livremente, com o objetivo de escutar com atenção e reconhecer ritmo, melodia e letra da música. A letra da música com os pulsos sublinhados é a seguinte:

Passa a bola, **Passa a bola,**

Passa a bola sem parar

Se você ficar com a bola,

O seu nome vai falar: (quem estivesse com a bola nas mãos, deveria segurá-la e dizer seu nome encaixando seu número de sílabas em dois pulsos)

A professora colocou a música na versão instrumental e pediu que escutassem em silêncio. Os alunos logo identificaram que era a “mesma” música só que “sem cantar”. Realizaram as mesmas movimentações (palmas, marchas e movimentos livres) com a música instrumental, sem cantar.

No desdobramento – 01, a professora mostrou a bola e falou sobre a sua forma geométrica: esférica. Sentados em roda, cantaram a música, a primeira vez com a letra, e a segunda vez, acompanhando o ritmo da música instrumental. Quando a música completou a última frase, quem estava com a bola falou seu nome adequando as sílabas aos dois pulsos.

A professora relatou que, depois desse desdobramento, realizou várias atividades utilizando palmas e marchas, idênticas às que havia vivenciado com a pesquisadora e o grupo de professoras durante os encontros na pesquisa, que consistiram em adequar os nomes a dois pulsos.

Para este complemento, ela levou dois dias, porque algumas crianças levaram mais tempo para entender e realizar a proposta no ritmo cadenciado. Principalmente aquelas cujo

nome era composto por três sílabas, porque deveriam escolher um pulso para abrigar duas sílabas, e essa divisão não foi de fácil entendimento.

Depois que todos os alunos estavam adequando as sílabas de seus nomes em dois tempos, retornou à atividade inicial: “Passa a Bola”.

No desdobramento-02, os alunos repararam que a bola, quando começava com um determinado aluno, sempre terminava com outro determinado aluno. A professora questionou a turma: “Por que será que todas as vezes que a bola iniciou com alguém termina com outra pessoa? Vamos fazer mais uma vez? Quais são as hipóteses de vocês?” Os alunos levantaram suas hipóteses. Concluíram que os 16 tempos não se modificavam em termos de quantidade, por isso, se os alunos não trocassem de lugar, o resultado seria o mesmo.

No desdobramento-03, a professora propôs cantarem somente até a segunda frase e parar. Viram que a criança que terminava era também a mesma, quando a outra determinada criança havia iniciado. Pediu que contassem o número de palmas. Ela colocou a música instrumental e eles contaram mentalmente o número de palmas que estavam batendo. Chegaram ao número 16 e a sua metade, 8.

No desdobramento-04, em pé, na roda, os alunos passaram a bola no ritmo das palmas sem deixá-la cair. Quem falou seu nome deu um passo à frente e sentou, para que na vez seguinte outro colega falasse o nome, de modo que todos participaram. Durante a atividade, observaram as constâncias, pois a cada colega que sentava, a finalização ocorria no próximo colega ao lado.

No desdobramento – 05, com a mesma dinâmica de passar a bola conforme o ritmo, os alunos foram convidados a contar os pulsos da música mentalmente e relatar quantos pulsos a música apresentava ao cantarem uma vez, e depois ao cantarem duas vezes. Chegaram ao numeral 32.

Um aluno deu ideia de fazerem o “Jogo do Adivinha que Número eu Sou?”, associando a letra da música à quantidade de pulsos e numerais. A música foi cantada com a passagem de uma bola de mão em mão, sentados. Quando a música era interrompida (professora controlou o CD), o último aluno apontou para um colega de sua escolha, que deveria escolher o próximo para perguntar: “Adivinha que número eu sou?”. O aluno responderia o número que correspondesse à letra da música pensada mentalmente. Dessa forma, esse aluno deveria ter prestado atenção à música instrumental, cantado e/ou contado mentalmente, e associado ao número do pulso correspondente. A professora relatou que a maioria dos alunos acompanhava com os olhos o movimento da bola, ao mesmo tempo em que marcava a contagem nos dedos, como apoio de memória.

No desdobramento-06, após dominarem esta variação, a professora propôs que o aluno deveria somar o seu número (posicional na letra da música) ao número do aluno que estava na última posição (16^a). Como a turma tinha 20 alunos, os números e os alunos sempre estavam sendo diferenciados, provocando a atenção ao som da música instrumental (pulsos rítmicos e música), mentalmente. A contagem era conferida oralmente com a participação de toda a turma, que iniciava a contagem a partir do número 16.

No desdobramento-07, a professora apresentou o instrumento musical caxixi (Figura-19). Exibiu o tambor, que os alunos já conheciam. Combinou que cada instrumento seria um naipe, isto é, representaria uma das operações a ser realizada com o número indicado (ao ouvirem o caxixi, teriam de indicar a metade, e ao ouvirem o tambor, deveriam indicar o dobro). Nesse desdobramento, a professora primeiro indicou parcelas até 5 cada uma e depois, gradualmente, foi até 8 unidades em cada parcela. Ela indicou diferentes alunos para iniciar a atividade a fim de que todos pudessem participar da atividade realizando cálculos diferentes.

Figura 17 - Figura da atividade 3: **Instrumento Musical Caxixi**



Fonte: Documento da Professora 2º ano ensino fundamental (2016)

A docente colocou à disposição na mesa, ao lado da roda dos alunos, os materiais: palitos de picolé, canudinhos de refrigerante e a caneta para o quadro branco da sala. Cantaram a música, o aluno indicado disse o seu número de ordem na música (associou a letra com pulso e com o número correspondente da música) e, após escutar o instrumento, deveria realizar a operação matemática indicada (metade ou dobro), considerando essa estrutura⁸:

⁸ A estrutura apresentada visa identificar para o leitor a sílaba marcada com o pulso rítmico. Esta estrutura não foi apresentada na forma escrita para os alunos, que realizaram essas representações e associações mentalmente, para a realização do cálculo mental.

Passa a bola, Passa bola, Passa a bola sem parar, Se você ficar com a bola, O seu nome vai falar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(palma) (palma)															
X		X													

A professora escolheu, então, dois alunos para ficarem ao seu lado, cada um com um instrumento. Combinaram quem deveria tocar o instrumento. O aluno que falou seu número de ordem da música escutou um dos instrumentos e foi até a mesa com objetos concretos. Após identificar qual operação deveria realizar com o “seu número”, escolheu e utilizou um dos materiais para realizar o cálculo mental (palitos, canudos ou quadro). A professora relatou que alguns quiseram usar os dedos das mãos e que ela não havia previsto essa possibilidade. Após o cálculo, o aluno se posicionou no centro da roda e disse o resultado encontrado. A professora percebeu que alguns alunos “decoraram” certos resultados quando, sem utilizar nenhum dos recursos, dispensavam a mesa com objetos concretos e o quadro. E se dirigiam para o centro da roda para responder o resultado.

No desdobramento-08, a professora introduziu o uso da calculadora e um aluno ficou com a responsabilidade de realizar o cálculo para conferir o resultado mencionado pelo colega posicionado no centro da roda. No momento posterior, pediu que todos trouxessem calculadora de casa e, ao repetir esse desdobramento, o aluno que já havia dado o resultado, posicionado no centro, poderia pegar sua calculadora e conferir o cálculo do colega seguinte. Assim, todos tiveram a oportunidade de realizar os cálculos sem e com o uso da calculadora.

b) Contribuição – ensino do Sistema de Numeração Decimal - 2º ano ensino fundamental

O Momento-02 foi apresentado pela professora do 2º ano do ensino fundamental na 2ª etapa da pesquisa após encontros de estudos com análise, reflexão e discussão junto ao grupo de professoras. Neste Momento-02, a professora do 2º ano já havia estudado os textos, assistido a exposição teórica da pesquisadora e participado de discussões de várias atividades elaboradas pelas colegas.

Ela iniciou o Momento-02 estimulando a Escuta Atenta, levando os alunos a ouvir com atenção a melodia e marcando o ritmo com palmas e mãos no joelho, na cabeça, sentados. Propôs que realizassem sentados esse primeiro movimento, para que a Escuta Atenta fosse viabilizada com maior concentração. No segundo movimento, pediu que os

alunos se levantassem para marcar os pulsos com marchas e outros movimentos amplos (Praxia Global), assim oportunizando liberdade nos movimentos com a sincronia do ritmo da música. Muito importante foi a estimulação da atividade para o desenvolvimento da percepção rítmica na organização da psicomotricidade. No terceiro movimento, colocou a música na versão instrumental, eliminando o referencial da letra cantada, e no quarto movimento, propôs a dinâmica da movimentação da bola sugerida pela música instrumental, só ouvindo, sem cantar.

Luria (1981) classificou os fatores psicomotores em tonicidade, equilíbrio, lateralidade, estruturação espaço-temporal, somatognosia, praxia global, praxia fina e ritmo. Segundo ele, os seres humanos são dotados de uma estrutura organizacional que mantém padrões constantes de movimentos, os quais obedecem a esquemas rítmicos gerados endogenamente. Essas estruturas são sugeridas pela música quando estamos expostos à audição, ou à percepção tátil no caso dos deficientes auditivos.

Tal constatação levou Le Bouche (1987) a afirmar que a educação psicomotora é formadora da base funcional indispensável a toda a criança, pois tem o objetivo de assegurar o desenvolvimento integral, possibilitando a organização do sistema nervoso com movimentos associados à afetividade e à cognição. Para a fase do desenvolvimento típico de crianças de 6 a 8 anos, Le Bouche (1987) denomina como “corpo percebido” a correspondência da organização do esquema corporal com a função perceptiva que envolve a possibilidade de deslocar a atenção do meio exterior para o seu próprio corpo, visando à tomada de consciência. Nessa fase, a criança toma consciência de sua diferença, sendo indispensável o olhar dos outros para chegar a uma imagem de seu corpo funcional, isto é, o ajuste da sua motricidade às ações do pensamento e à capacidade de programá-la e expressar-se.

Por isso a necessidade das brincadeiras e jogos musicais na infância, com as quais, por meio da espontaneidade e alegria (emoções), geradas pela ludicidade musical, as crianças são estimuladas a coordenar respostas complexas que incluem diferentes componentes fisiológicos, perceptivos, motivacionais, expressivos e cognitivos (LE BOUCHE, 1987).

Do ponto de vista filogenético, as emoções são enfatizadas pelo seu caráter adaptativo durante a evolução dos humanos. De acordo com Thompson (1994), reconhecer e expressar emoções não é importante somente para a adaptação, mas se trata de uma habilidade inata fundamental para o processo de socialização do indivíduo. O modo de viver, escolher e exprimir as emoções é a base da personalidade humana. Para o professor, é fundamental compreender as relações entre emoção e cognição para que possa apoiar seus alunos de forma mais adequada em seu processo de aprendizagem.

Especialmente nos estudos de matemática, é importante que o professor propicie momentos de satisfação e afetividade, para que não só a sua relação emocional com os alunos seja favorável à aprendizagem, mas também a positividade de emoções dos próprios alunos sobre a impressão que a Matemática causa em seus domínios afetivos e que, muito provavelmente, terá grande influência em sua vida escolar futura.

Neste sentido, a Musicalidade é configurada por emoções de efeitos positivos que a música é capaz de suscitar e promover (THOMPSON, 2015). Ritmos adequados e melodias organizadas ritmicamente apropriadas à fase do desenvolvimento infantil tendem a favorecer especialmente a relação psicomotora e afetiva na aprendizagem.

A professora provou considerar os aspectos emocionais ao favorecer gestos afetuosos entre os alunos e entre eles e ela própria, especialmente ao ponderar as colocações deles para a reelaboração dos desdobramentos e no favorecimento da inclusão de seu aluno autista. Esse favorecimento atingiu diretamente as ocasiões de aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal. Como na atividade inicial, a professora relatou que os alunos perceberam que todas as vezes que se repetia um número e o mesmo instrumento musical (primeira e segunda parcela da soma), o resultado era o mesmo. Ela aproveitou esses comentários dos alunos para levá-los à reflexão sobre a relação de quantidades e numerais.

Segundo o relato, após indicar o aluno e tocar o instrumento, a professora esperou-o realizar o cálculo sozinho e dizer o resultado. Depois disso, ela realizou a validação, retomando passo a passo a operação em voz alta, para que todos acompanhassem seu raciocínio. Levou-os a contar as parcelas (números de pulsos), cantando e contando junto com eles. Marcaram nos dedos o número de pulsos correspondentes, abaixaram os dedos quando metade, e levantaram os dedos, quando dobro. Todos os outros alunos prestaram atenção e acompanharam a contagem utilizando seus dedos, em silêncio.

[...] Lógico que eu escolhi só os números pares para o caxixi, porque era a metade, e os ímpares para o tambor, porque assim eu pegava os pares e os ímpares... aí a turma ficou quietinha e depois que o aluno que eu havia indicado falou o resultado eu fazia a contagem novamente com ele. Utilizamos os dedos como apoio da memória. Fui até o 5 várias vezes, depois até o 8. Sempre começava a música com criança diferente, para que todos participassem. Eles são muito inteligentes, perceberam que eu só pegava os alunos das duas primeiras frases por causa da quantidade ser menor (Transcrição do áudio, prof^a do 2º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

A professora relatou ainda que os alunos expressaram interesse, motivação e entusiasmo, observando com atenção os procedimentos do cálculo. Alguns alunos torciam pelo tambor, outros para o caxixi, pois já haviam memorizado as operações correspondentes.

Ela destacou que em seu diário de classe registrou como conteúdo matemático trabalhado nessa aula a contagem e o cálculo mental de adição, utilizando os termos “metade e dobro”.

Considerou a atividade excelente pelo fato de os alunos evidenciarem interesse, motivação e entusiasmo, atentos às explicações das novas propostas em cada desdobramento e pedindo para repetir cada atividade. Após a compreensão das variações, os alunos não expressaram dificuldades nos processos de numeração dos pulsos. Na percepção da docente, os alunos estavam mais disciplinados, e o relaxamento ocasionado pelas músicas calmas já havia sido adotado em várias aulas anteriores, não somente de matemática. Ela já via os efeitos positivos na prática. Quanto ao efeito SNARC, a professora estimulou o entendimento e exercício de contagem até o numeral 5, e depois que os alunos o entenderam, alterou gradativamente a complexidade dos cálculos. Observou-se que ela exercitou a contagem até 32, com a visualização das quantidades por meio de palmas e pulsos, e no desdobramento-07 propôs o cálculo mental com duas parcelas até 5, indicadas pelos sons dos instrumentos.

Quanto à Rota Numérica, a atividade apresentou em todos os momentos a presença dos códigos analógicos, por meio da manipulação de quantidades e numerais para a realização das propostas. A professora partiu de elementos da Musicalidade com Ritmo e Som para as vivências e formação dos conceitos do Sistema de Numeração Decimal. Oportunizou a realização do cálculo mental por meio de abstração, símbolos e representações. Foi identificada a presença do código simbólico visual na calculadora, quando os alunos tiveram que manipular números e sinais de operações matemáticas para representar os cálculos, especialmente de soma.

A professora trabalhou com duas categorias de representações: 1) os pulsos da música por meio do referencial da letra da música e 2) de numeração e contagem desses pulsos. Essas representações exigiram Atenção Voluntária permanente (Funções Executivas), que é a atenção multidimensional, com esforço, que envolve processos de ativação de circuitos excitatórios e inibitórios concorrentes, principalmente a contenção corpórea, que requer o controle inibitório (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2010), tanto na posição em pé, quanto sentados.

A utilização da Memória Operacional ocorreu quando precisaram manter uma informação durante alguns segundos ou minutos para o processamento de forma consciente. Essa estimulação ocorreu no desdobramento-01, ao passar a bola no tempo espaço do pulso da música obedecendo à métrica estabelecida exigiu a referência temporal do movimento. No desdobramento-02, ao associar a letra, com pulso, ao número correspondente da música, exigindo a manutenção do tempo correspondente para, ao ser apontado, dizer o número. No desdobramento-03, ao ser apontado pela professora, o aluno deveria ter mantido na memória o

número que lhe coube durante o canto para realizar o cálculo. E no desdobramento-04, ao manter na memória qual operação matemática deveria realizar ao escutar cada instrumento e identificá-las pelo som produzido.

A atividade alterou a perspectiva no ensino da matemática da professora do 2º ano, que inaugurou um novo jeito de pensar a prática, garantindo uma intervenção psicomotora e neurocognitiva eficaz, anterior à escrita matemática. O Senso Numérico foi estimulado com a exigência de conhecimento de contagem e elaboração do procedimento para o cálculo da operação matemática de metade e dobro.

Quanto à Musicalidade, a professora utilizou toda a estrutura proposta de Corporeidade, Som e Ritmo. A Corporeidade foi empregada no próprio corpo, para passar a bola no ritmo estabelecido e visualizar os colegas, e na associação do corpo com o pulso, simultaneamente ao canto e à Escuta Atenta.

As crianças identificaram as qualidades do Som, porque, além da melodia que incentivou a atividade, foram explorados os timbres do tambor e do caxixi ao representarem especificamente a operação matemática que deveriam realizar mentalmente. E do Ritmo, porque os 16 pulsos significaram referenciais de limite na quantidade utilizada nas operações matemáticas, o que ampliou a utilização de novos numerais e novas quantidades (metade - 8 e dobro - 32).

A professora introduziu o recurso tecnológico da calculadora para conferir os cálculos, com o qual oportunizou a ideia de validação de resultados na linguagem matemática. Demonstrou haver outros caminhos para conferir os resultados de operações matemáticas: utilizando os dedos, os materiais concretos, a escrita com desenhos de palitos, o cálculo mental e a calculadora. Registrou que todos os alunos levaram celulares com calculadora, ou calculadoras de seus pais, no dia combinado. Ela levou três tipos de calculadora, mostrando e explorando visualmente, em tempo real, o material. Relatou ainda que alguns alunos nunca haviam acessado a calculadora até a ocasião, o que também aprenderam com seus pares por estarem com modelos de calculadora diferentes.

Ela afirmou que buscou conhecimentos acerca de progressão aritmética e relações de conjuntos, dos quais não se lembrava de quando havia estudado. Declarou que a segurança que o conhecimento lhe trouxe foi fundamental para sua prática com autonomia e criatividade.

Pesquisadora: - Olha que interessante, no Momento-01 eles questionaram se você estava brincando ou ensinando[..].

Professora: - Isso. Importante explicar que são conceitos matemáticos que estão vivenciando com o corpo, importante falar isso para os alunos[...] na reunião de pais

passei o vídeo e expliquei os conhecimentos que estão sendo construídos. É importante para evitar o equívoco entre bagunça e atividade com alegria. No vídeo isso está bem claro, o barulho não é de bagunça, é de alegria. Não é falta de disciplina, isso pode evitar problemas no futuro [...] Segundo ano? A professora fica fazendo brincadeira? Como assim? E o Conteúdo? Eu falo que estou fazendo as atividades e mostro tudo o que a gente fez. Esses conhecimentos me dão segurança para que eu possa fazer diferente e tenha liberdade de mudar (Transcrição do áudio, profª do 2º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Nesse momento, a professora trouxe para a reflexão do grupo de estudos dois tópicos importantes que acrescentaram muitas reflexões interessantes.

O primeiro, em relação aos pais dos alunos. Em especial ao ensino da matemática, as professoras comentaram sobre: a) a prioridade dada pela escola à alfabetização em língua portuguesa e como isso reflete na visão dos pais, quando exigem tarefas de casa mecanizadas, formando a ideia de que, quanto maior quantidade de tarefa de casa, mais eficaz o trabalho da escola; b) a ausência de manifestações e queixas dos pais, em relação aos conteúdos e habilidades matemáticas que a escola deveria priorizar, provando o desconhecimento; c) a precária formação docente, que faz com que os professores cumpram o currículo que as instâncias superiores prescrevem (neste caso, a secretaria municipal de educação, e na escola privada, o que a direção escolar impõe), que geralmente parte da escrita para a memorização de numerais e de desenhos de figuras para contagem, desprezando o corpo e movimentos; d) o pouco uso efetivo de construção/atualização de conhecimentos dos quais as professoras podem se valer, para além das reuniões expositivas que se resumem em informes e entregas de boletins, que poderiam realizar com os pais em forma de oficinas práticas de matemática, enfatizando a importância do lúdico na aprendizagem da criança, seu efeito no desenvolvimento psicomotor e neurocognitivo, em especial sobre a Musicalidade, que os pais poderiam estimular repetindo e criando vivências de Musicalidade em casa.

E o segundo tópico foi a discussão sobre os limites e características das atividades lúdicas com intencionalidade e das que ocorrem sem nenhum objetivo didático, e também sobre a diferença de aulas com disciplina e sem nenhuma organização. A Musicalidade produz uma confusão nos colegas e demais profissionais da escola, que desconhecem a proposta, julgando que a professora estaria “enrolando”, e não ensinando, ou mesmo confundindo a alegria e expressão espontânea das crianças, que geralmente não são silenciosas pela intensidade emocional, e a tradicional indisciplina ou não autoridade do professor.

As professoras acrescentaram na discussão a necessidade de registros (escritos) diários para que não se esqueçam das ocorrências durante os desdobramentos. Isso aconteceu várias vezes com várias professoras. Elas descreveram que alguns comentários ou ideias sugeridas

pelos alunos durante a Musicalidade são ótimas dicas para a seleção de novos conteúdos matemáticos a serem elaborados em desdobramentos posteriores. Descreveram suas formas de apontamentos e sugeriram à pesquisadora que criasse um formato de registro prático com elementos do Sistema de Numeração Decimal acoplados aos elementos da Musicalidade, para facilitar as memórias dos desdobramentos.

Ainda sobre a ludicidade, trouxeram à discussão os currículos dos cursos de formação inicial de professores e os cursos de formação continuada que, segundo elas, não oferecem suporte para uma prática realmente autônoma e consciente, pois não mostram as teorias na prática, tal como ocorreu com a Musicalidade. Sendo assim, acreditam que novos paradigmas teóricos e práticos são mais que urgentes para o ensino da matemática inclusiva pois, muitas vezes, os professores subestimam a capacidade de aprendizagem dos alunos porque não consideram seus depoimentos, principalmente durante as atividades. Elas afirmaram que o processo educacional a partir da perspectiva da Experiência de Aprendizagem Mediada oportunizou a participação efetiva dos alunos que expressaram suas aprendizagens refletindo suas funções e objetivos.

c) Contribuição - Currículo - 2º ano ensino fundamental

Quanto aos conteúdos do currículo de matemática, a professora, em seu planejamento, listou os tópicos: metade e dobro. Ela organizou os conteúdos de forma gradual, do simples para o complexo, tanto com elementos anteriores (sistema de numeração e contagem, relação numeral e quantidade, procedimento de contagem do menor para o maior, de forma oral, e depois só mentalmente), como na elaboração dos procedimentos para as vivências dos conceitos (princípios aditivos e multiplicativos) e ampliou a ideia de divisão/fração, quando propôs que todos adequassem a sílaba de seus nomes em dois pulsos (tempos sincronizados).

Organizou as categorias com os nomes, individualmente, depois de estabelecer dois pulsos como tempo padrão. Inicialmente, cada aluno falou do seu nome, identificando com palmas o número de sílabas do seu nome (quantificando e identificando o numeral correspondente). Sem alterar o ritmo estabelecido, eles adequaram as sílabas do seu nome a dois pulsos/tempos. Logo após, a docente garantiu que todos os alunos contassem a repetissem os nomes dos colegas.

Nos nomes de três sílabas, adotou a estratégia de manutenção ou alteração da sílaba forte para que fosse cantada (adequada) em dois pulsos. Como relatou:

[...] os nomes com uma sílaba foram tranquilos, no segundo pulso foi só palma, nos nomes com duas sílabas também foi fácil, chamei todos os alunos e marcamos os pulsos em conjunto, utilizando palmas, fiz isso umas duas vezes com cada um e depois com toda turma. Ficaram separados perto da janela. Depois chamei os alunos com nome de três sílabas, combinamos de fazer as duas primeiras sílabas no primeiro pulso, tipo assim: “Kami” (no primeiro pulso, falando mais rápido) e “la” (no segundo pulso, no tempo normal). Mesma coisa... primeiro com eles depois com a turma toda. Eles ficaram perto do quadro, e por fim os nomes de quatro sílabas, que combinamos de falar duas sílabas no primeiro pulso e duas no segundo pulso. Eles perceberam que tivemos que acelerar a fala de partes [sílabas] dos nomes, perceberam a diferença da velocidade da fala dos nomes que tinham duas sílabas para os nomes dos que tinham quatro sílabas. (Transcrição do áudio, prof^a do 2º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

O que ocorreu é que, nos nomes com uma sílaba, o segundo pulso era composto de pausa da voz. Com os nomes de duas sílabas, tiveram que pronunciar uma sílaba em cada pulso. Com os nomes de três sílabas, tiveram que pronunciar duas sílabas no primeiro pulso e uma sílaba no segundo pulso. E com os nomes de quatro sílabas, pronunciaram duas sílabas no primeiro pulso e duas sílabas no segundo pulso.

Houve maior facilidade para nomes de duas e quatro sílabas com a mesma proporção, porém, com os nomes de três sílabas, a professora teve que explicar o movimento de “condensar” (diminuir) o tempo da pronúncia das duas primeiras sílabas do nome para “caber” no pulso. Ela pronunciou duas sílabas em um tempo, por isso perceberam que deveriam falar sílabas mais rapidamente, isto é, diminuindo o tempo da pronúncia de cada sílaba. Neste momento, os alunos vivenciaram um processo fracionário, acrescentando uma prática de divisão no primeiro pulso. Importante destacar que geralmente os professores iniciam o conteúdo matemático de fração “dividindo” partes, isto é, do todo para partes menores. Nessa vivência, o movimento da divisão foi inverso, pois os alunos foram desafiados a acrescentar duas sílabas do nome em um pulso. Esta caracterização é percebida porque até para o nome de duas sílabas o tempo de execução comportava uma sílaba para um pulso. A partir desse desafio (duas sílabas para um pulso) há de se dividir o tempo da pronúncia falada das sílabas respeitando o tempo métrico do pulso da (s) palma (s).

A escrita musical é basicamente um relato de frações de tempos, em que se representa qual a nota musical e seu tempo dentro de pulsos padronizados (ritmo padrão). A pauta musical é dividida em compassos que limitam e descrevem o tempo de execução, e as notas musicais são representadas por figuras que representam seus tempos fracionários dentro do compasso. Por esse motivo, a ideia de ensinar fração a partir de vivências de Musicalidade pode ser muito promissora. Principalmente porque é possível representar esses tempos rítmicos com permanências e variações utilizando percussão corporal e voz.

Nos desdobramentos-02 e 03, a professora propôs vivências que levaram os alunos a refletir sobre a manutenção do número de alunos e a mesma quantidade de pulsos. Experimentaram variações confirmando a relação quantidade-numeral como conceito da organização do Sistema de Numeração Decimal. A professora preparou os alunos para o desdobramento seguinte, no qual vivenciaram a metade. Para esse conceito, partiu da ideia de “interromper” a música em uma frase (meio da música), para depois realizar a contagem. Percebe-se que utilizou o elemento rítmico da música para a contagem e observação do fenômeno musical.

A professora ampliou o conceito matemático quando, no desdobramento-04 levou os alunos a refletirem sobre a ideia de constante, pois perceberam que o último aluno, ao sentar, sempre antecedia o próximo aluno finalizador, referente do próximo trecho musical. Para o ensino de adição, ela aproveitou a ideia sugerida por um aluno e estabeleceu um padrão de contagem: alunos com números conforme a ordem posicional de pulsos na música.

Percebeu-se a estimulação da Memória Operacional (Funções Executivas) no desdobramento-06, quando deveriam manter na memória a segunda parcela do cálculo (16), para realizar a soma proposta. E no desdobramento-07, quando não puderam falar, mas tiveram que contar e memorizar o valor da ordem posicional, esperar o instrumento musical (elemento expectativa com atenção e motivação) e finalmente realizar o cálculo mental do dobro ou metade, com o número memorizado.

O currículo em ação afirma estar na prática, guiado pelos esquemas teóricos que o professor revela, na existência do significado real das propostas curriculares (SACRISTÀN, 2000), o que se pode relacionar com essas elaborações realizadas pela professora, que a partir dos estudos e teorias estudadas observou a possibilidade de levar os alunos a refletirem sobre a divisão fracionária ao acrescentar sílabas em um pulso.

Ainda no desdobramento-06, após ter considerado a sugestão de um aluno no desdobramento anterior, a professora propôs maior complexidade aos cálculos, já que nesse momento as crianças teriam que somar sempre com 16 unidades, ampliando os numerais até então utilizados. Disponibilizou material concreto para apoio e respeitou escolhas e tempo de cada escolhido. Os cálculos a partir desse desdobramento continham dezenas e unidades maiores.

No desdobramento-07, a professora introduziu a ideia de divisão e multiplicação, ao estabelecer categorias para as referências dos cálculos. Identificou cada som de instrumento com um cálculo mental: metade e dobro. E estimulou os alunos a realizarem silêncio para a

escuta e realização da operação (adição). Ao refletir com alunos sobre os procedimentos, apontou o campo multiplicativo como procedimento de cálculos.

[...] eu não tinha falado a palavra “vezes”, só falei “mais”, só que depois de brincar várias vezes, meu aluno G. falou assim: “Ô tia, você reparou que no tambor a gente tem que repetir duas vezes o mesmo número?” Respondi que sim, e logo respondi a pergunta: “Muito bem G., e se agente pegasse outro instrumento para ser 3 vezes? Como faríamos?” Assim, na verdade, eu já havia falado sobre quatro operações matemáticas mas não tinha imaginado que neste momento eu iria introduzir a multiplicação como conteúdo de ensino. Foi a partir da observação de G. que eu aproveitei a palavra “vezes” e conversei com eles sobre a relação soma das mesmas parcelas, que sempre são iguais[...]

A professora relatou que não havia planejado ensinar a multiplicação, só a adição. Porém, ao ouvir seu aluno inserir a palavra “vezes”, típica da multiplicação, aproveitou para falar do processo de soma das parcelas iguais. E acrescentou um novo desafio quando propôs a possibilidade de realizar o triplo.

Importante ressaltar que a professora determinou, em seu currículo moldado, a contagem e a operação de adição. A partir da reflexão do seu aluno, ela realizou o currículo em ação (SACRISTÁN, 2000), inserindo elemento indicador de outros conteúdos matemáticos: multiplicação e triplo.

Ela mostrou-se impressionada com as relações matemáticas que as crianças estabeleceram e planejou antecipações de conteúdos do 3º ano do ensino fundamental.

[...] Ontem, foi o último dia que realizei a atividade e aí a L. me falou assim: “Tia eu também pensei uma ‘coisa matemática’.. Olha só, quando é metade e toca o caxixi, se você não falar nada e tocar o tambor, vai ser o número mesmo, porque divide e depois junta o mesmo número[...] aí não muda[...]” Fiquei espantada com a “*sacada*” da L. Poxa, ela havia feito dois cálculos para chegar nessa conclusão, sozinha, sem eu provocar entende? Fiquei até com medo! (*risos...*). Sem dúvida vou lembrá-los da “coisa matemática” que ela falou para avançar com a multiplicação. Lógico que a atividade vai ter outros desdobramentos, mas como hoje é o dia da pesquisa, eu trouxe até aí [...] (Transcrição do áudio, profª do 2º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Sua aluna raciocinou matematicamente e realizou operações inversas, indicando o cálculo mental realizado: dividiu por dois para chegar à metade e somou novamente para chegar ao número inicial. É interessante o fato de a aluna dizer “coisa matemática”, sugerindo sua percepção das características do cálculo e dizer “se você não falar nada”, indicando a necessidade de memorizar o resultado do primeiro cálculo, para iniciar o segundo. Esta aluna, além da validação do resultado, que a professora inseriu em sua prática desde os desdobramentos iniciais, realizou outra operação, refletindo sobre suas características: que metade é o movimento contrário do dobro. A professora percebeu a importância dessa descoberta e afirmou utilizar essa descoberta para avançar no currículo. Inclusive adotando no

vocabulário de rotina da aula a expressão “coisa matemática”, que foi utilizada todas as vezes que percebiam relação do contexto com a área da matemática.

É pertinente observar que, para cada desdobramento, a professora conectou conteúdos matemáticos para serem ampliados a partir dos avanços dos alunos. Sua observação esteve sempre voltada para o comportamento e reflexão dos alunos. Diferentemente do desdobramento-09, quando partiu da professora a introdução do uso da calculadora.

Ela enriqueceu o currículo moldado e o currículo em ação, ao apresentar e utilizar a calculadora como tecnologia educacional com função social na atividade. Primeiro com um aluno, para demonstrar procedimentos com as teclas que determinam as parcelas, os sinais específicos de operações (adição, subtração, multiplicação e divisão), o sinal para indicação do resultado, e a leitura do resultado em formato de números e de identificação e comparação para conferência com o resultado do colega. E depois, ampliou o ensino desses conhecimentos com todos os alunos, ao manipularem a calculadora e experimentarem os procedimentos. Na matemática, a professora adiantou a ideia de validação do cálculo, ampliando mais uma vez o currículo proposto.

Nesse momento, a professora destacou a presença de habilidades das Funções Executivas, relatando os momentos que previu sua estimulação ao elaborar o Momento-02. Citou a habilidade de Planejamento (Funções Executivas), quando o aluno teve que prestar atenção em quem iria começar a música para identificar a primeira unidade da contagem, portanto, exigiu que planejassem mentalmente ações e movimentos para realizar a contagem. Ainda, atribuiu à utilização do Planejamento o fato de terem que manipular a operação matemática a partir da escuta do som do instrumento. E um terceiro momento desta habilidade, ao terem que escolher um dos materiais concretos para manipulá-los e cumprir a tarefa.

A professora identificou a habilidade do Controle Inibitório na própria participação do aluno com TDAH, apresentando autorregulação, o que confirmou a presença dessa estimulação a partir do silêncio que a Musicalidade exigiu para as elaborações mentais, o que proporcionou o controle individual de respostas impulsivas. E, ainda, relatou sua percepção sobre a indissociabilidade da Memória Operacional com Atenção Voluntária ao realizarem o cálculo mental no desdobramento-08. A professora concluiu que sem essas duas habilidades seria impossível realizá-los e também que, sem o conhecimento do Sistema de Numeração Decimal, não poderia ensinar os conceitos de metade e dobro.

[...] Eu fiquei muito impressionada com os nossos estudos sobre as funções executivas, porque a gente fala o tempo todo em atenção, memória, planejamento e controle inibitório, mas não sabíamos realmente o que é[...] depois que estudamos fiquei prestando atenção em tudo que eu propus e como os alunos aprendiam, e realmente é muito importante saber sobre as habilidades. Vejam, nessa atividade do Passa a Bola (*referindo-se ao desdobramento-08*), quando o aluno cantava, ele não sabia se ia ser o escolhido, como cada hora a música começava com um, eles “tinham” (*ênfase na voz*) que prestar atenção qual seria o seu número daquela vez, e memorizar. Sem essas habilidades não iriam conseguir cumprir o restante da tarefa [...] (Transcrição do áudio, prof^a do 2º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

A professora subordinou a realização do cálculo mental à presença das habilidades de Memória Operacional, Atenção Voluntária, Planejamento e Controle Inibitório (Funções Executivas) e ao conhecimento do Senso Numérico, isto é, dos procedimentos típicos do Sistema de Numeração Decimal, no momento em que apontou que os alunos, mesmo antes de saberem qual a operação que deveriam realizar (som do tambor ou do caxixi), precisaram prestar atenção e manter na memória os números que lhes coubessem na música; caso contrário, não iriam iniciar o cálculo e cumprir a proposta da atividade.

d) Contribuição - Mediação Docente - 2º ano ensino fundamental

A atividade foi realizada durante três semanas com os 20 alunos, sendo um deles com baixa visão e outro com TDAH. De acordo com o relato, a professora não fez adaptações específicas porque dedicou, em média, duas horas para a atividade e seus desdobramentos, diariamente, após os momentos iniciais das aulas (Chamada e Calendário, Relaxamento com audição de olhos fechados), o que considerou tempo adequado para manter a atenção de todos, sem problemas com indisciplina ou dispersão.

A professora realizou a Escuta Atenta da música como preparação para o desenvolvimento da atividade. Essa preparação foi destaque no encontro de Musicalidade da pesquisa quando a respiração, contenção da corporeidade e bem estar, podem colaborar para a ativação da Atenção Voluntária na aprendizagem de conteúdos matemáticos. Ela criou oportunidades para o exercício da escuta da música com letra, e da mesma música só com instrumentos; chamou a atenção dos alunos para os arranjos de instrumentos melódicos, ritmos e pausas. Dessa forma, colaborou para que todos os alunos se preparassem com tranquilidade para a efetiva aprendizagem do conteúdo matemático. Colaborou, também, de forma especial para o favorecimento da aprendizagem do aluno com TDAH, que em estado de agitação e inquietude poderia comprometer a aprendizagem dele e dos colegas.

A professora relatou que seu aluno com TDAH inicialmente não se conteve até o final da atividade, ficando agitado, se movimentando, inquieto. Porém, à medida que ia compreendendo as propostas, percebendo que as dinâmicas mudavam, participou com interesse, naturalmente motivado por criar novas possibilidades de desdobramentos. Ao final, já esperava os outros colegas realizarem a proposta em cada fase. Foi convidado a tocar instrumentos e manipular a calculadora, conseguiu se concentrar e participar de maneira natural, alegre e entusiasta todo o tempo.

Quanto ao seu aluno com baixa visão, não houve necessidade de nenhuma alteração ou adaptação nas atividades, visto que sua dificuldade é restrita ao campo visual. Ao ser interrogada pelas professoras participantes do grupo de estudos sobre o tamanho dos números e sinais da calculadora, ela explicou que levou para a escola uma calculadora de tamanho grande, adequado, com números maiores, o que possibilitou ao aluno utilizá-la sem nenhum problema.

Importante registrar os conhecimentos acerca de características de crianças com baixa visão, para que se possa compreender que a deficiência visual engloba uma variedade de condições orgânicas e sensoriais que têm consequências diferentes no desempenho visual dos sujeitos com desenvolvimento típico.

A deficiência visual compreende desde pequenas alterações na acuidade visual até a ausência de percepção de luz, mas as alterações que têm implicações mais sérias são chamadas de baixa visão e a cegueira (BRASIL, 1999, 2001, 2006). Segundo a Organização Mundial de Saúde (CID-10 – H.54, 1997), existe um amplo espectro de perdas de visão, situadas ao longo de um *continuum*, correspondendo a baixa visão a acuidades visuais compreendidas entre os 0.3 e os 0.05 graus, e a cegueira a acuidades visuais inferiores a 0.05 graus ou a um campo visual inferior a 10 graus em torno do ponto de fixação. A baixa visão integra duas categorias, a baixa visão moderada (relativa a acuidades visuais compreendidas entre 0.3 e 0.1) e a baixa visão severa (relativa a acuidades visuais entre 0.1 e 0.05). Essa definição baseia-se, pois, em medidas clínicas relativas a duas funções visuais, a acuidade visual 1 e o campo visual 2. A existência de alterações ao nível dessas funções tem diferentes repercussões no funcionamento visual.

Quando a acuidade visual se encontra afetada, as imagens são vistas de forma turva e com baixo contraste, o que dificulta a percepção dos detalhes. Na visão para perto, os alunos confrontam-se com enormes dificuldades nas atividades que exigem uma visão de detalhe, como a leitura de um livro. No caso da visão para longe, as dificuldades ocorrem, por exemplo, quando é necessário ler a placa de um carro ou as legendas de um filme.

Em se tratando do aluno com baixa visão, da professora do 2º ano do ensino fundamental, seu comprometimento exigia letras maiores tanto para perto quanto para longe, o que a levava a aumentar a fonte da exposição escrita quando utilizada. Nesse caso, não havia nenhum comprometimento cognitivo, pelo contrário, a professora relatou várias vezes que o aluno foi um dos primeiros a responder, sempre de forma muito inteligente, sempre atento às suas orientações e explicações, comprovando que ele estava socializado e integrado à dinâmica da sala de aula.

A professora utilizou seus conhecimentos na elaboração do Momento-02 que, por meio da Musicalidade, apresentou os critérios de mediadores de Intencionalidade, Reciprocidade, Transcendência e Significado.

A Intencionalidade esteve identificada em todos os momentos de elaboração do Momento-03, pois a professora associou conteúdos e habilidades matemáticas com os elementos da Musicalidade, ocasionando ensino e aprendizagem (Reciprocidade).

Ao propor os desdobramentos e esclarecer suas intenções matemáticas (objetivos pedagógicos), ela expressou saber o que queria e a consciência de como o processo de aprendizagem de seus alunos estava sendo realizado. Por conseguinte, os alunos responderam às suas intenções e, conforme participavam e correspondiam às expectativas pedagógicas da professora, demonstravam a presença do critério de Reciprocidade.

Nesse sentido, outra observação importante faz-se pertinente quando a professora, ao se mostrar criativa na Intencionalidade, também estimulou a criatividade dos alunos e realizou a autoavaliação, embutindo nos desdobramentos a apropriação do “fazer pedagógico” relacionado à Experiência de Aprendizagem Mediada.

Ela indicou em cada desdobramento a consciência do que estava realizando, propondo uma sequência de complexidades e ampliando os conteúdos e habilidades matemáticas, após perceber o avanço de todos os alunos, sem exceção. É possível identificar em seus relatos os sentimentos de entusiasmo e cumplicidade em sua mediação, desde quando relatou como pensou na fase da elaboração.

[...] quando eu planejei a atividade não imaginava o quanto ela iria se desdobrar[...] pensei de ir só mesmo até metade e dobro. Mas as coisas foram acontecendo, e o ambiente da aula mudou, de repente eu me vi rindo com os alunos, feliz, todos estavam envolvidos e parecia que “puxava o pensamento” da gente, aumentando os desafios e modificando a forma de brincar. Sinceramente? Eu queria voltar a ser criança e aprender matemática assim, tenho certeza que iria amá-la[...] (Transcrição do áudio, profª do 2º ano, final da 1ª etapa da pesquisa, novembro, 2016).

Nesse relato, é possível identificar o critério mediador do Significado para os alunos, classificando a proposta como lúdica. Ao desafiá-los em forma de brincadeira, justificando a

realização prática com alegria e motivação, ela condicionou essa disposição ao fato de utilizarem a mesma música para vários desdobramentos em formatações diferentes. Os alunos não reclamaram de estar aborrecidos por ser a mesma música, de repetir o canto, porque a cada etapa foi proposta uma forma distinta de “repetir” a música. Eles perceberam que, apesar da repetição, as propostas dos desdobramentos eram diferentes e completavam aprendizagens integrando novos conteúdos, daí a identificação do Significado.

É possível também apontar o critério mediador de Transcendência na contagem do Sistema de Numeração Decimal e no cálculo mental, além da adição, favorecendo o entendimento e aplicação dessas operações matemáticas em outras situações.

Apesar do objetivo da professora não ter sido ensinar as operações matemáticas, e sim a organização do Sistema de Numeração Decimal, ela teve oportunidade de utilizá-las nos fenômenos da Musicalidade, ao vivenciarem a ideia de adição, subtração, multiplicação e divisão por meio das atividades lúdicas. Isso gerou a aprendizagem dos procedimentos e estratégias para se realizar o cálculo mental de operações matemáticas que envolvem as quatro operações.

Desde a atividade inicial, esses conceitos matemáticos estavam embutidos nas propostas. Identificados: a) na organização de três sílabas em dois pulsos e na figura geométrica esfera (desdobramento-01); b) na manutenção de resultados quando as parcelas da adição são as mesmas (desdobramento-02); c) na contagem dos pulsos da música em fragmentos, isto é, música como referência de inteiro e metade (desdobramento-03); d) nos números antecessores e sucessores (desdobramento-04); e) na contagem dos pulsos da música com a soma do mesmo número de pulsos, denominada de dobro, e nas operações invertidas quando, no mesmo desdobramento-05, ela propõe o cálculo da metade e dobro; f) na contagem de mais de uma dezena (desdobramento-06; g) na adição utilizando elementos sonoros como indicadores das operações matemáticas (desdobramento-07); e h) na introdução de procedimentos específicos da Matemática na calculadora (desdobramento-08). Todas essas elaborações ocasionaram a vivência de procedimentos matemáticos, com efeitos de Transcendência na aprendizagem de outras situações matemáticas que envolveram o conhecimento do Sistema de Numeração Decimal.

Conclusão do Momento-02

Percebeu-se a utilização de todos os elementos da Musicalidade no Momento-02 das duas professoras como estratégia do ensino do Sistema de Numeração Decimal. Elas planejaram conteúdos de matemática (1º ano - pares/ ímpares e antecessor/sucessor ; 2º ano metade/dobro), e foram além de seus planejamentos.

Os desdobramentos apontaram maior autonomia em suas práticas a partir das vivências, da reelaboração das atividades, da busca por estudos complementares e da ampliação do currículo matemático. Conforme os alunos realizavam as propostas, elas organizavam novos desafios como tarefas mais complexas, utilizando novos instrumentos, como, por exemplo, a prática da validação dos cálculos e o uso da calculadora.

A professora do 1º ano ampliou o currículo, introduzindo não somente o ensino dos códigos e manuseio da calculadora, mas ideias de Matemática Financeira, quando sugeriu a reflexão sobre o consumo e o planejamento dos gastos no mercado, pelos alunos, ao acompanharem seus pais, e com a utilização da calculadora como tarefa de casa. Antes, em sala de aula, levou-os a refletir com os colegas sobre necessidade, consumo e equilíbrio de gastos, além de significado de custo, benefício e poupança, de forma simplificada e acessível ao entendimento adequado às idades.

Ficou claro, nos relatos, que as professoras ainda “estranhavam” pensar a Matemática sem o apoio visual, e confessaram sentir insegurança por vários momentos. Relataram que sempre aprenderam Matemática a partir, durante e concluindo somente com símbolos visuais, e que realizar o movimento proposto pela Musicalidade de Corporeidade (em especial, a Escuta Atenta) - Ritmo – Som, foi, efetivamente, desbravar novas formas de aprender e ensinar.

Para o currículo da educação matemática dos anos iniciais do ensino fundamental, acredita-se que essas atividades podem favorecer a internalização de ideias primordiais para a estruturação de conceitos típicos da linguagem matemática abstrata. Apesar de no Momento-02 não haver desdobramentos exclusivamente com símbolos visuais específicos da Matemática (pois a proposta foi justamente submergir as professoras em estudos e vivências com a corporeidade e entrada sensorial auditiva), foi possível identificar a representação visual de números, operações e símbolos quando as duas professoras inseriram a calculadora e ensinaram seu manuseio e utilidade, exigindo dos alunos o reconhecimento de números até 9 e sinais correspondentes de adição (+) e igualdade (=) com suas funções.

Além disso, o Momento-02 oportunizou representações muito importantes para a relação do aluno com a disciplina de matemática, quando inauguram expressões que denotam descobertas e práticas típicas das operações matemáticas. Como exemplo, no 1º ano, ao imaginarem um helicóptero do alto e elaborar com gestos a imagem do triângulo (alteração da imagem mental refletida), ou ao pensarem em filhos gêmeos como exemplos de situações de números pares iguais e pares diferentes. E, como exemplo no 2º ano do ensino fundamental, quando um dos alunos sugeriu o jogo “Adivinha que número eu sou?” (indicando o valor posicional do número referente à quantidade de pulsos da música) e no relato “tia, eu pensei uma coisa matemática” (indicando a descoberta da operação inversa pela criança, ao ter identificado que já reconhecia habilidades específicas do pensamento matemático).

Quanto à prática inclusiva, os relatos mostraram a música como parte integrante de nosso repertório cultural e por si só capaz de influenciar áreas do sistema límbico responsáveis pelas emoções, o que favoreceu a socialização e aceitação de todos os alunos pelo grupo. A partir das práticas afetivas, foi possível perceberem e vivenciarem relações numéricas por meio de vivências corporais de forma generosa, agradável, lúdica e ao mesmo tempo desafiadora.

O aluno autista superou o desempenho dos outros, devido a sua característica própria de maior velocidade do processamento nos cálculos mentais; o aluno com baixa visão também não teve diferencial em relação aos demais alunos, porque a professora adaptou em tamanho necessário os símbolos visuais; porém, faz-se pertinente refletir sobre o aluno com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), por se tratar de um dos transtornos mais abrangentes do neurodesenvolvimento, tanto pela sua prevalência, como por seu impacto em esferas do desenvolvimento e nas interações psicossociais. Em sua maioria, é associado a outros problemas, como dificuldades de aprendizagem, transtorno de humor, de conduta, de ansiedade, e a vários outros agravantes comportamentais, que ampliam de tal forma a dimensão de seu impacto em sala de aula, que devem ser abordados dentro de uma perspectiva interdisciplinar na educação matemática.

O TDAH envolve principalmente disfunções de regiões pré-frontais do cérebro, tornando-se fundamental a avaliação e o desempenho em testes neuropsicológicos e medidas fisiológicas da atenção, controle inibitório, da organização e planejamento de tarefas, típicas das Funções Executivas. No TDAH, são reconhecidas alterações de natureza neurobiológica, genética e neuroquímica, considerando que a expressão dos padrões herdados são também modulados pelo meio ambiente. Assim, o próprio ambiente é capaz de modificar a expressão de padrões endógenos, levando à grande heterogeneidade de apresentação clínica e diferentes

influências de ambientes e estressores. Daí a variabilidade dos sintomas e a natureza multidimensional do TDAH.

São reconhecidas quatro regiões distintas do córtex frontal que se relacionam diretamente com os sintomas neurobiológicos do TDAH. A dificuldade de Atenção Seletiva relaciona-se com o processamento ineficiente das informações na região do córtex do giro cingular anterior. Os sintomas de disfunção executiva se relacionam com a inabilidade de sustentar a atenção (Atenção Sustentada). Já a dificuldade de resolução de problemas relaciona-se com a região dorsolateral do córtex pré-frontal, enquanto os sintomas de hiperatividade estão ligados à área motora suplementar e ao córtex pré-motor.

A impulsividade relaciona-se com a modulação de áreas orbitofrontais, o que significa que o portador de TDAH tem grande dificuldade de se conter ou de coordenar movimentos, comprovando a afirmação de que a Musicalidade em tempo adequado ao limite do aluno, aqui descrito, é capaz de, além da estimulação cognitiva, atuar no controle emocional a ponto de motivá-lo a se controlar para participar em harmonia com seus colegas.

As duas professoras associaram elementos da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal e realização do cálculo mental. Utilizaram os conhecimentos e reflexões no grupo da pesquisa para criar, aplicar e analisar as experiências utilizando instrumentos musicais, voz e ritmo corporal para associar conteúdos matemáticos.

Percebeu-se que moldaram os currículos conforme iam percebendo e aproveitando a colaboração dos alunos, ampliando a complexidade das atividades a cada desdobramento.

Uma das grandes contribuições que a Musicalidade trouxe nessas atividades para a prática docente é a de que, embora as aprendizagens dos conceitos matemáticos se apoiem nas habilidades neurocognitivas (funções executivas, processamento numérico e psicomotor) como função simbólica típica da linguagem matemática, não há genética que determine as aprendizagens dos conhecimentos formais: elas são todas do domínio da cultura. Isto é, conteúdos e métodos precisam ser ensinados e dependem do estudo para serem aprendidos. Essa perspectiva envolve o mediador e o mediado.

As professoras tomaram consciência de que as aprendizagens dos conhecimentos matemáticos dependem de apropriação e prática de atividades específicas, que precisam ser ensinadas, descobertas ou deduzidas. Essas atividades são objeto de estudo e pesquisa permanente, já que decidem dar continuidade após terem apresentado no grupo até onde está descrito aqui.

Elas perceberam, durante os estudos, que a aprendizagem dos conhecimentos formais da matemática depende da formação de novas memórias de longa duração e de ampliação de

memórias já existentes. Sem memória não há aprendizagem. Para formar memórias de longa duração, é preciso estudar o conteúdo matemático a partir de sua compreensão relacional. E essa prática é pautada por repetições e reflexões.

Perceberam, também, durante os encontros da pesquisa, que os conhecimentos formais da matemática podem ser classificados em aqueles que podem ser aplicados diretamente à vida cotidiana, por exemplo, os cálculos mentais nas compras de supermercados, e aqueles que não têm aplicabilidade direta, mas que causam modificações na funcionalidade cerebral e modificações nos processos do pensamento, como, por exemplo, o conceito de operações inversas que desencadeiam redes neurais muito importantes (que constituem o pensamento lógico) e podem ser utilizadas na elaboração do pensamento analítico e crítico, essencial na resolução de problemas. Saber que a subtração é a operação inversa da adição não é aplicável imediatamente na soma dos preços de produtos quando se realiza uma compra no supermercado, pois naquele momento o que se torna essencial é o resultado da adição. Porém, se o resultado dessa adição ultrapassar a quantidade de dinheiro disponível, a operação inversa (subtração) torna-se essencial para que se calcule o ajuste do total do resultado da compra com o dinheiro disponibilizado. Logo, se a pessoa não souber a operação inversa, não poderá combinar seu poder de compra com seu consumo.

Nesse sentido, as professoras perceberam que alguns componentes do currículo precisam se transformar em instrumentos do pensamento, ou seja, eles precisam ser bem aprendidos de forma que sua utilização passe a ser automática. Por exemplo, o entendimento da organização e funcionalidade do Sistema de Numeração Decimal para o cálculo mental.

Essas percepções foram muito importantes não somente para a prática docente de mediador de processos educativos, mas, e principalmente, pela nova visão da matemática como objeto de estudo e de ensino, algo que, segundo elas, não estava presente dessa forma na formação inicial de professores, tampouco na formação continuada oferecida pela rede municipal.

Afirmaram que a desconfiguração da Matemática para suas trajetórias docentes foi fundamental para pensar os conceitos que haviam aprendido quando eram alunas. O que sabiam e aprenderam no curso de formação de professores (Curso Normal) e pedagogia já não mais são suficientes para sustentar uma prática atualizada e responsável. Estavam conscientes de que já era imprescindível retornar aos estudos.

Ao contrário do Momento-01, ao analisar o Momento-02 é possível identificar práticas comuns às duas professoras, que relacionaram elementos da Musicalidade com os elementos

do Sistema de Numeração Decimal para o favorecimento tanto do ensino, quanto da aprendizagem. São elas:

1. As duas professoras incluíram instrumentos musicais como recurso didático para o ensino de Matemática (1º ano – triângulo e clavas; 2º ano – caxixi e tambor);
2. As duas estabeleceram a relação do ritmo e contagem de pulsos para realizar cálculos;
3. As duas professoras partiram da Corporeidade com movimentos amplos de pernas/braços para movimentos restritos (mãos/palmas; pés/marcha) e para movimentos de motricidade fina (mãos – contagem nos dedos e manipulação específica dos instrumentos musicais de cima para baixo, para tocarem o tambor e o caxixi, e apreensão com movimento lateral para tocarem o triângulo);
4. As duas professoras ampliaram o ensino de conteúdos matemáticos que haviam planejado durante os desdobramentos:
 - 1º ano - havia planejado: Contagem; Números antecessores e sucessores; Figuras geométricas de triângulo e cilindro; Cálculo mental. Conteúdos acrescentados durante os desdobramentos: Números pares e ímpares; Números pares iguais e diferentes; Cálculo mental com dois níveis de representação: sons de instrumentos musicais e números; Validação de Resultados;
 - 2º ano - havia planejado: Contagem; Números até 32; Metade e Dobro; Figuras geométricas de esfera e fixação de círculo e cilindro, já ensinados anteriormente; Cálculo mental envolvendo adição. Conteúdos acrescentados durante os desdobramentos: Multiplicação e Divisão; Validação de Resultado;
5. As duas professoras ampliaram os números de contagem e relacionaram a quantidade de pulsos na sequência dos desdobramentos:
 - 1º ano ($5 + 5 = 10$) (desdobramentos 02 e 03)
 - 2º ano ($16 + 16 = 32$ e $16 / 2 = 8$) (desdobramentos 03, 05, 06 e 07)
6. As duas consideraram o andamento mais lento como ideal para a contagem de pulsos, favorecendo o tempo de reflexão dos alunos (no 1º ano uma determinou o andamento, tocando os instrumentos bem devagar; no 2º ano, a outra colocou uma música para determinar o andamento dos pulsos (ritmo);
7. As duas “exigiram” os elementos do Sistema de Numeração Decimal (Efeito SNARC, Rota Numérica e Senso Numérico) por meio de Cálculo Mental com a

soma dos pulsos (adição). Portanto, as duas utilizaram o Cálculo Mental como avaliação diagnóstica do Sistema de Numeração Decimal:

- 1º ano – parcelas com pulsos até 5 elementos por meio de toques dos instrumentos musicais e mãos de expressão determinadas (esquerda e direita);
 - 2º ano – Soma de qualquer número até 16 com 16 (desdobramento-06).
8. As duas professoras refletiram sobre a possibilidade, função e importância da validação em operações matemáticas, especificamente com a adição. Implantaram, inclusive, a ideia de que a ordem das parcelas não altera o resultado da soma;
 9. As duas professoras utilizaram o recurso tecnológico da calculadora, oportunizando aos alunos a compreensão da representação social e cultural dos conceitos matemáticos;
 10. As duas refletiram sobre suas práticas com a perspectiva inclusiva, na qual todos os alunos puderam participar e aprender.

A seguir, a análise do Momento-03 da professora do 1º ano do ensino fundamental.

7.3 MOMENTO – 03

a) Descrição da Atividade – 1º ano ensino fundamental

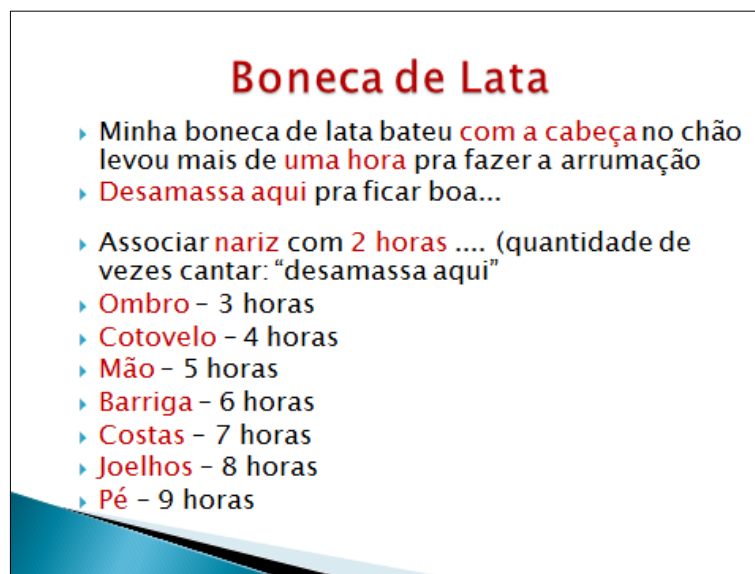
O Momento-03, elaborado, desenvolvido e analisado pela professora do 1º ano do ensino fundamental, iniciou-se com a atividade nomeada de “A Boneca e o Relógio”. Esse Momento foi apresentado no Seminário, na 5ª e última etapa da pesquisa. Ao final, a professora apresentou sua autoavaliação relatando a perspectiva da sua própria trajetória de formação durante os encontros do grupo de estudos.

A professora apresentou a música “Boneca de Lata” (Figura-18) por meio da audição do CD, no início da aula, com os alunos sentados em roda. Ouviram em silêncio e depois interpretaram a letra da música. Cantaram em pé, apontando as partes do corpo, conforme a indicação da letra, repetindo a frase “desamassa aqui”, de acordo com a quantidade de horas indicadas. As horas foram representadas pelo número de dedos das mãos que eram mostrados com gestos, a cada vez que cantavam e se movimentavam, conforme o ritmo e a letra da música.

A docente alterou a ordem dos gestos da música, iniciando pelos pés até a cabeça, a fim de estimular os movimentos de baixo para cima e de cima para baixo.

Após a movimentação, depois de várias repetições sugeridas pelos alunos, a professora retornou à calma pedindo que sentassem em roda e propôs que inventassem uma história coletiva. Deram o nome de Liz à boneca. Desenharam e montaram um vocabulário de palavras. Conversaram sobre os brinquedos de que mais gostavam e todos tiveram oportunidade de falar sobre os brinquedos que possuíam, suas características e quais brinquedos gostariam de ganhar.

Figura 18 - Slide Seminário: Letra da Música/Números/Horas. Atividade: **A Boneca e o Relógio - 1**



Boneca de Lata

- ▶ Minha boneca de lata bateu **com a cabeça** no chão
levou mais de **uma hora** pra fazer a arrumação
- ▶ **Desamassa aqui** pra ficar boa...
- ▶ Associar **nariz** com **2 horas** (quantidade de
vezes cantar: “desamassa aqui”)
- ▶ **Ombro** - 3 horas
- ▶ **Cotovelo** - 4 horas
- ▶ **Mão** - 5 horas
- ▶ **Barriga** - 6 horas
- ▶ **Costas** - 7 horas
- ▶ **Joelhos** - 8 horas
- ▶ **Pé** - 9 horas

Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

No outro dia, a professora deu continuidade às etapas que havia elaborado, relembando que cada etapa denominou-se “desdobramento”, o que significa o processo elaborado, criado e desenvolvido durante o Momento-03, isto é, as transformações da atividade conforme a professora reflete sobre sua prática diante do planejamento que realizou, de acordo com interpretações e vivências das ações pedagógicas junto com os alunos e a partir deles. Ela altera esse percurso metodológico à luz dos conhecimentos construídos no grupo de estudos com a intenção de ensinar conteúdos do Sistema de Numeração Decimal e vai inserindo novos objetivos curriculares conforme avalia, em tempo real, a participação dos alunos, o que já aprenderam e o que podem aprender. Em outras palavras, os desdobramentos representam os passos da Experiência de Aprendizagem Mediada, e as ações evidenciam os critérios da Mediação docente utilizados no ensino com a Musicalidade.

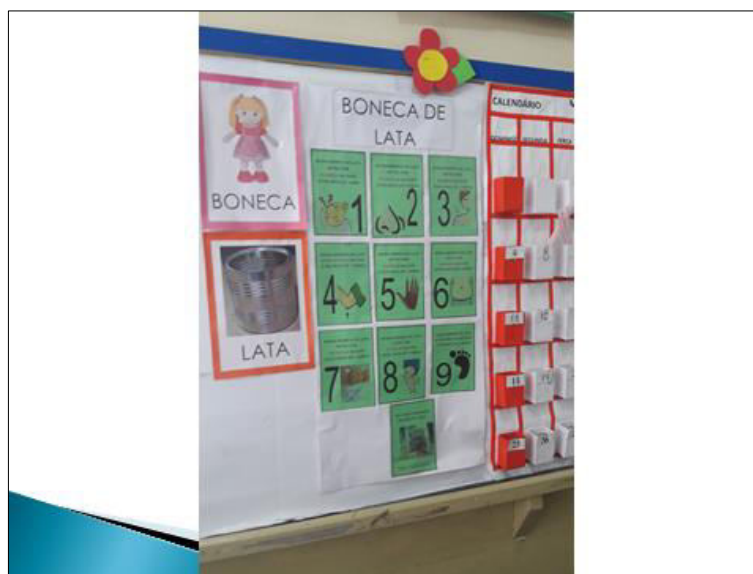
No desdobramento-01, durante os questionamentos da professora (“Qual foi a primeira parte do corpo que a boneca machucou ao cair? Qual foi a segunda parte do corpo que a boneca machucou ao cair? Qual foi a terceira parte do corpo que a boneca machucou ao cair? – Continuou com as partes 4 e 5. – Vamos escutar novamente, e confirmar? Quem sabe me dizer, sem escutar a música, as partes do corpo que acabamos de cantar?”), os alunos identificaram a sequência numérica das 5 parcelas, ordenando por meio de gestos as partes do corpo, identificando-as. Eles prestaram atenção na ordem que a música estava organizada e realizaram, junto com a professora, a contagem dos numerais ordinais (primeiro a Liz machucou a cabeça; em segundo, machucou o nariz; em terceiro lugar, ela machucou o ombro

etc.). Após várias repetições, a professora ampliou gradualmente os questionamentos até o número 9, finalizando a música.

No desdobramento-02, a professora apresentou o cartaz (Figura-19) e perguntou qual o significado dos números identificados na letra da música. Relatou que os alunos que já sabiam ler identificaram que os números se referiam às horas, e os alunos que ainda não sabiam ler pensaram que os números se referiam às partes do corpo.

Utilizando o cartaz como apoio da memória dos dois desdobramentos, a professora percebeu que, ao final do terceiro dia, após a repetição com o canto e movimentos, todos os alunos compreenderam que no desdobramento-01 os numerais ordinais se referiam à ordem das partes do corpo cantadas na música, e que no desdobramento-02 os números identificavam a quantificação do tempo que levava para a boneca ser desamassada. Ela repetiu os desdobramentos, ampliando gradualmente, até o número 9, finalizando a letra da música (Figura 19).

Figura 19 - *Slide Seminário: Letra da Música/Números/Horas. Atividade: A Boneca e o Relógio -2*



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Para o desdobramento-03, a professora levou um relógio de cozinha, contendo números grandes, e apresentou o relógio como instrumento de medida de tempo. Ela explicou seu papel social e sua funcionalidade, falou sobre os tipos de relógio, analógico e digital, e realizou o exercício de esperarem em silêncio para perceber o tempo de 1 minuto, depois de 2 minutos, até 10 minutos, consecutivamente (Figura-20).

Figura 20 - Slide Seminário: Descrição A Boneca e o Relógio

Descrição da Atividade

- ▶ Expliquei o funcionamento do relógio.
- ▶ Ouviram a música novamente e marcaram o tempo no relógio.
- ▶ Cada aluno marcou a hora no relógio.



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

No desdobramento-04, a professora pediu aos alunos que trouxessem relógios de casa e levou, para apresentar-lhes, os dois tipos de relógio, um analógico e um digital. Os alunos levaram: relógios de pulso, de corda, à bateria e de pilha; relógios de parede à pilha; relógio despertador; celular com relógio. Ela explorou oralmente as diferenças de visualização e utilidades de cada um. Identificaram relógios à prova de água e não, relógios com pulseiras de couro e de metal e relógio de cozinha (sem os números, com desenhos de frutas no lugar dos números). Solicitou que buscassem em casa informações sobre o preço e marcas de cada tipo. No outro dia, cada aluno apresentou novamente o relógio dizendo a cor predominante, o tamanho (se pequeno, médio ou grande), o formato de visualização dos números e o peso, que deveria ser comparado com o relógio do amigo que apresentou anteriormente, isto é, se mais leve ou mais pesado.

Ela percebeu, no comportamento dos alunos, que eles já previam (imaginavam) o resultado da comparação dos pesos, por isso já tinham estimado referências de peso em associação ao tamanho. Nesse dia, a professora propôs que ouvissem os sons de cada relógio e dissessem o que perceberam. Explicou que as horas são divididas em minutos, os minutos são divididos em segundos, e que alguns relógios produzem dois tipos de sons: um para marcar os segundos e outro para marcar as horas. Comentaram sobre relógios de antigamente que eram de parede e faziam um som com badaladas de acordo com o número de horas, e apenas uma badalada quando marcava meia hora. A professora apresentou para os alunos outras músicas

que remetem a horas – músicas solicitadas à pesquisadora (Quando o relógio bate; O relógio da Vovó) durante os encontros do grupo de estudos.

No desdobramento-05, a professora confeccionou a boneca “Liz” com sucatas que os alunos levaram de contribuição, como solicitação na tarefa de casa (Figura 21).

Figura 21 - Slide do Seminário: Boneca Liz de sucata doméstica



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Refletiram sobre os materiais de sucatas domésticas, sobre o lixo e meio ambiente. A boneca começou a frequentar a casa das crianças, cada dia ela “visitava” uma. A professora organizou junto com os alunos um cronograma de visitas com o apoio do calendário mensal. No final da primeira semana, os alunos observaram que a criança da sexta-feira ficava com a boneca dois dias. E então, a partir da segunda semana, a visita às demais crianças passou a ser de dois dias. Ela relatou que exercitaram a contagem de dois em dois dias, três em três dias, e de quatro em quatro dias a partir do calendário e anotaram no calendário os nomes dos alunos nos dias de “visita” da boneca até as férias.

A professora apresentou outras músicas para as crianças sobre as partes do corpo e ampliou conteúdos de ciências ao abordar a importância e recomendações sobre alimentação saudável, higiene e escovação dental, a partir dos relatos da presença da boneca nas casas dos alunos.

No desdobramento-06, a professora determinou um dia para os alunos levarem para a escola seus brinquedos preferidos. Sentados em roda, apresentaram-nos, descrevendo-os livremente conforme os atributos que elegeram.

Na segunda vez, propôs que a descrição dos brinquedos fosse parecida com a apresentação dos relógios: os alunos deveriam dizer a cor predominante; o tamanho, se pequeno, médio ou grande; se trazia números “desenhados”; e o peso, que deveria ser comparado com o brinquedo do amigo que apresentou anteriormente, isto é, se mais leve ou mais pesado.

No desdobramento-07, ela propôs atividade em duplas, na qual um aluno representava um “boneco (a)” e o outro deveria colocar seu próprio brinquedo conforme a professora indicava: Brinquedo na frente do boneco; brinquedo atrás do boneco, diversificando com direita e esquerda, dentro e fora do colo. Depois, o aluno que fizera o papel de boneco trocou com aquele que realizara os movimentos. Em seguida, cada criança movimentou seu próprio brinquedo a partir de seu corpo.

A professora fez questionamentos sobre os brinquedos, explorando o número de partes do corpo (dos bonecos), número de rodas (dos carrinhos), número de peças (dos brinquedos de montar). As crianças brincaram livremente em grupos de quatro. A docente separou os brinquedos que produziam sons dos brinquedos que não produziam sons. Explorou os sons dos brinquedos classificando em sons graves e agudos e propôs uma “Oficina de Sons”, em que as crianças inventaram sons para os brinquedos que não os produziam.

A professora escreveu no quadro o nome dos brinquedos preferidos das crianças (um dia com 10 brinquedos e no outro dia os outros 10, para contemplar os 20 alunos), organizados em forma de listas escritas e separados por colunas, desta forma: 1) lista de bonecos (as); 2) lista de carrinhos; 3) lista de brinquedos de montar; e 4) lista de outros brinquedos. Os alunos observaram a professora enquanto ela relacionava a escrita das palavras, nas listas, à contagem dos brinquedos.

No desdobramento-08, ela criou junto com os alunos uma paródia utilizando a música da Boneca de Lata (Figura 22). Os alunos perceberam a métrica e as rimas que a música exigiu, explorando as partes “amassadas” dos brinquedos, suas formas e cores.

Figura 22 - Paródia Música Boneca de Lata - Seminário

“O meu boneco de pano bateu com a cabeça no chão,
 levou mais de uma hora pra fazer a arrumação, desamassa aqui, pra
 [ficar bom,
 O meu carrinho vermelho furou os pneus no pregão,
 levou mais de duas horas pra colar o borrachão, desamassa aqui,
 [desamassa ali, pra ficar bom,
 O meu lego quadrado esparramou no chão,
 levou mais de três horas pra juntar na minha mão, desamassa aqui,
 [desamassa ali, desamassa aqui, pra ficar bom.”

Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

No desdobramento-09, a professora fez uma pesquisa sobre a história dos brinquedos e apresentou, em figuras, brinquedos antigos, relacionando as brincadeiras de antigamente às da atualidade. Levou para os alunos conhecerem: corda, peteca, ioiô e pião. Depois de observarem, sentados em roda, todos esses brinquedos, manuseá-los e cantarem músicas que mencionavam seus nomes - “O pião entrou na roda” (pião); “Senhoras e Senhores ponham a mão no chão ...” (pular corda); “Peteca Sapeca” (peteca) e “Ioiô que vai e que vem” (ioiô) - propôs uma pesquisa onde deveriam marcar no formulário (Figura 23), individualmente, o brinquedo de sua preferência.

Figura 23 - Slide do Seminário: Atividade de Verificação

QUAL DESSES BRINQUEDOS VOCÊ PREFERE?	
CORDA	
PETECA	
IOIÔ	
PIÃO	



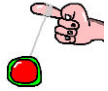

Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Após cada criança preencher seu formulário, a professora organizou a tabulação no quadro e todos verificaram os resultados. Registrou em forma de tabela (Quadro 4), relacionando o tipo de brinquedo com a quantidade de alunos de sua preferência. Explorou oralmente, refletindo sobre as informações. Os alunos, ainda em roda, ouviram e prestaram

atenção na exposição: primeiro, a professora separou os papéis (Figura 23) por tipo de brinquedo; depois, realizou a contagem junto com os alunos em voz alta e colocou o número resultante de cada brinquedo na coluna ao lado (Quadro 4).

Ela identificou os títulos das colunas e a formatação das linhas, lembrou sobre a formatação de listas que haviam feito no desdobramento-07, chamou atenção às listas que não foram separadas por linhas e, sobre a tabela, observou que as linhas serviam de parâmetro de organização, porque havia mais de um dado para ser identificado. Na lista, ficavam apenas os nomes. Na tabela, ficavam nomes e quantidades, letras e números. Na lista, havia uma coluna e, na tabela, duas colunas. A semelhança é que as duas representavam um conjunto de elementos (brinquedos). Questionou-lhes o que aqueles números ao lado dos desenhos significavam, e todos os alunos compreenderam que se tratava do resultado da quantidade de alunos que preferia cada brinquedo.

Quadro 4 - Brinquedos Preferidos

Brinquedos Preferidos	Quantidade de Alunos
CORDA 	04
PETECA 	05
IOIÔ 	04
PIÃO 	07
Quantidade de Brinquedos: 04	Quantidade de Alunos: 20

Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Em seguida, realizou a leitura vertical das linhas associando número de brinquedos e propôs que contassem os resultados, olhando de cima para baixo. Registrou os números totalizados, finalizando a tabela.

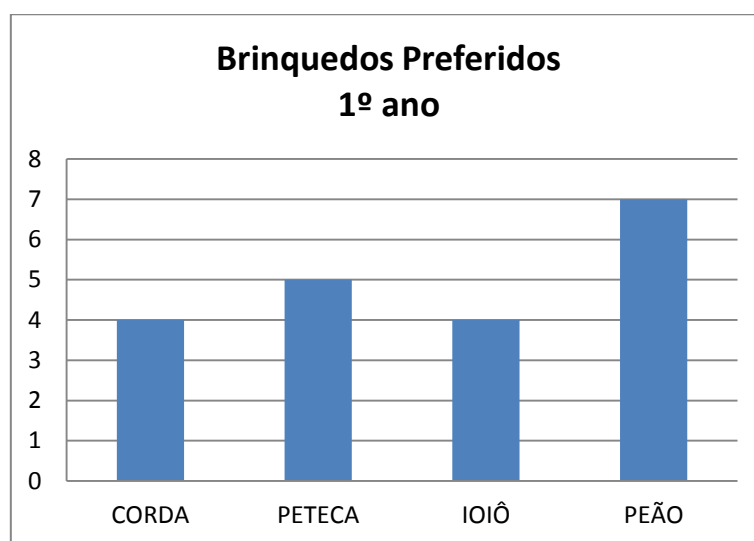
A professora questionou os alunos sobre o que os números resultantes significavam, e todos mostraram ter compreendido suas funções. Realizou outros tipos de tabelas para que as crianças percebessem a organização das informações da esquerda para direita, de cima para

baixo. Como tarefa, pediu que as crianças fizessem tabelas de brinquedos preferidos que possuísem em casa.

No desdobramento-10, ela agendou a sala de informática e apresentou a formatação de gráficos para os alunos na lousa digital, explicando que na Matemática existem vários meios de se organizarem as informações representadas por números. Propôs que fizessem juntos o Gráfico 1 referente a Quadro de Brinquedos. Ela explicou-lhes que utilizou uma só cor, para que prestassem atenção aos números do lado esquerdo e nas palavras que identificavam os brinquedos. Como era o primeiro gráfico exibido para os alunos, apresentou suas características aos poucos, com o propósito de que todos acompanhassem a explicação.

Os alunos pediram que se repetisse o processo e ela propôs que mudassem a cor. Utilizou, na primeira vez, o azul; na segunda, o vermelho, e na terceira, o amarelo. Ela relatou que escolheu as cores primárias e adiantou o conteúdo que deveria ser ensinado no final do mês de novembro, referente a essas cores.

Gráfico 1 - Gráfico de Brinquedos Preferidos



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

A professora propôs, então, que os alunos desenhassem o mesmo gráfico em seus cadernos e o pintassem em vermelho, azul ou amarelo.

No desdobramento-11, a professora apresentou um gráfico fictício envolvendo a pesquisa dos brinquedos preferidos em várias turmas, e depois respondeu com os alunos um questionário reflexivo, envolvendo as informações conceituais (Figura 24).

Figura 24 - Questionário Reflexivo sobre Gráfico “Brinquedos Preferidos”

ALUNO (A): _____ DATA: _____

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - BONECA DE LATA

Você está lembrado da pesquisa que fizemos? Mais cinco turmas também fizeram a mesma pesquisa. Os resultados gerais estão no gráfico abaixo. Vamos analisá-lo?

BRINQUEDOS PREFERIDOS

Brinquedo	Número de Alunos
PETECA	5
IOIÔ	21
PIÃO	8
CORDA	32

1- QUAL O TÍTULO DO GRÁFICO? _____

2- QUAL A CATEGORIA DOS OBJETOS PESQUISADOS? _____

3- QUEM FORAM OS ENTREVISTADOS? _____

4- QUAL FOI O BRINQUEDO MENOS VOTADO? QUANTOS VOTOS RECEBEU? _____

5- QUAL FOI O BRINQUEDO MAIS VOTADO? QUANTOS VOTOS RECEBEU? _____

6- QUANTOS ALUNOS PREFEREM O BRINQUEDO IOIÔ? _____

7- QUAL A DIFERENÇA ENTRE OS QUE PREFEREM PIÃO E OS QUE PREFEREM PETECA? _____

8 - 21 ALUNOS PREFEREM IOIÔ. QUANTOS A MAIS PREFEREM A CORDA? _____

9- QUANTOS ALUNOS PARTICIPARAM DA PESQUISA? _____

Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

No total, o Momento-03 durou três semanas e meia, havendo desdobramentos que duraram mais de uma hora por dia.

b) Contribuição - Sistema de Numeração Decimal – 1º ano ensino fundamental

A atividade foi apresentada pela professora do 1º ano do ensino fundamental, no Seminário de encerramento da pesquisa, e representou a culminância dos estudos e reflexões acerca da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal. Não foi discutida anteriormente no grupo com as outras professoras, como acontecera com as demais atividades durante a pesquisa. Portanto, tratou-se de uma atividade elaborada, desenvolvida e analisada exclusivamente pela professora do 1º ano, que apresentou sua percepção individual do Momento-03, inclusive sua autoavaliação.

Ainda no Seminário final, foram entregues para a pesquisadora os portfólios individuais de registros, que as professoras tiveram total liberdade para organizar a partir do estudo sobre sua importância e significado, realizado na 1ª etapa da pesquisa.

Portanto, os dados referentes a esse Momento foram maior em número e qualidade, pois representaram a finalização do processo. Além disso, após a apresentação da professora no Seminário, foi aberta uma discussão junto ao grupo de professoras, ampliando a reflexão acerca das práticas e desdobramentos do Momento-03.

A professora relatou que escolhera a música “Boneca de Lata” a partir das indicações realizadas no grupo de estudos. Pesquisou na internet e reparou que havia versões muito rápidas e versões mais lentas da música. Optou por uma mais lenta, porque se lembrou das indicações sobre os benefícios do ritmo mais lento em associações rítmicas e psicomotoras, estudados nos elementos da Musicalidade.

Ela iniciou a atividade estimulando a Corporeidade, por meio da Escuta Atenta e silenciosa, levando os alunos a refletir sobre a letra da música, interpretando com gestos, canto e movimentos, conforme as sugestões que identificaram cada parte do corpo. Ainda na atividade inicial, ela explorou movimentos corporais de cima para baixo e de baixo para cima, diversificando a ordem sequencial quando propôs cantarem a música começando-a pela cabeça e terminando-a nos pés, e depois ao contrário, começando nos pés e terminando na cabeça.

A professora estimulou elementos do Sistema de Numeração Decimal quando aplicou seu conhecimento referente ao efeito SNARC, identificados quando: a) explorou o canto da música na associação: partes do corpo com número de horas; b) exigiu a contagem para repetição da frase “desamassa aqui”, primeiro de 1 a 5 vezes e depois de perceber o entendimento dos alunos, prosseguiu até 9; c) identificou no cartaz os numerais de 1 a 5 associando à ordenação das partes do corpo; d) destacou os números registrados nos

diferentes tipos de relógios; e) propôs aos alunos que vivenciassem silenciosamente o tempo de 1 a 5 minutos observando os ponteiros do relógio, realizando, assim, a correspondência dos números com a marcação de quantidade do tempo; e f) realizou contagens de 2, 3 e 4 dias do calendário na agenda de visitas da Boneca.

A professora associou elementos da Corporeidade nas seguintes etapas: a) na utilização do canto, simultaneamente ao movimento de partes específicas do corpo, com o número de horas evidenciados na quantidade dos dedos; b) na ação dos alunos em que tiveram que perceber, por meio da audição, a repetição da frase e realizar sua associação com o número demonstrado nos dedos; c) na organização de seus gestos a partir da identificação do cartaz; d) na classificação, por meio da identificação visual, dos tipos de numerais; e e) na contenção corpórea, no silêncio, na atenção voluntária, e na percepção temporal associados ao movimento do ponteiro do relógio.

Por meio da Musicalidade, a professora propôs a contagem e a repetição dos procedimentos para que os alunos memorizassem a organização do Sistema de Numeração Decimal. Ela reconfigurou a dinâmica musical na criação da paródia, com a qual substituiu novos elementos em novos conjuntos e manteve a métrica associada à quantidade de vezes a ser repetida a frase: “desamassa aqui”. Ela comprovou respeitar a diversidade da nova proposta com a observação do efeito SNARC ao realizá-la com até 3 situações de criação coletiva na composição da paródia.

Em todos os desdobramentos, a professora relatou sua prática de contagem associada a vivências de movimentos e silêncio, sempre iniciando e repetindo até o número cinco, e somente após a repetição, prosseguindo até o 9, ou 12, no caso das horas. Isso indicou a consideração dos conhecimentos do efeito SNARC associados aos elementos da Musicalidade: Corporeidade, Ritmo e Som.

Essa Corporeidade fundamentou-se na indicação do corpo como unidade máxima de representação do ser humano, o grande mediador, portador de comportamentos com que a cultura, nesse caso, ensinada na escola, organiza a percepção na criança do meio exterior (MERLEAU-PONTY, 1999). Nessa concepção, a forma como as crianças percebem, imaginam ou representam o meio exterior é que organiza seus elementos interiores.

Quanto ao Ritmo, ela relatou sua escolha por andamento mais lento por ter reconhecido sua importância e a possibilidade de todos os seus alunos cantarem, movimentarem-se e refletirem sobre a letra da música. Assim, ela determinou por meio da música uma métrica comum a todos, dando oportunidade de acompanharem e compreenderem as associações da música, movimento e representações. Para Willems (1968),

o ritmo é o elemento da música que mais associa a percepção humana à duração temporal, de periodicidade. Além disso, Marques e Menna-barreto (2003) afirmam que, no ser humano, atividades fisiológicas e psicológicas favoráveis à aprendizagem manifestam-se em períodos rítmicos. Esses ritmos biológicos são resultado da interação entre mecanismos internos e sincronizadores externos. Ademais, o “relógio biológico” (MARQUES *et al.*, 2003), que são as estruturas localizadas no sistema nervoso, coordena as atividades temporais e intermedeia as sincronizações, que se organizam de acordo com os ciclos ambientais.

Neste sentido, na proposta de Musicalidade, o Ritmo adequado é um dos grandes diferenciais, porque pode oportunizar vivências em tempo suficiente para que os alunos realizem a associação audição-reflexão-movimento-automatização como estratégia de aprendizagem e fixação dos procedimentos dos elementos do Sistema de Numeração Decimal.

Quanto aos elementos do Som, identificou-se o andamento mais lento, desde a seleção musical realizada pela professora, passando pela prosódia, com a utilização da mesma melodia com alteração de nova letra; pelos timbres, quando propôs a escuta dos diferentes tipos de relógio e a classificação de seus sons em graves ou agudos (desdobramento-04); até à intensidade, quando comparou o som das badaladas das horas do relógio de parede ao som dos ponteiros dos minutos do relógio de pulso.

A professora ao considerar, por meio de elementos da Musicalidade (Corporeidade, Ritmo e Som), a estimulação da linha numérica mental referente ao efeito SNARC, estimulou padrões neurocognitivos temporais e o processamento numérico, que favoreceram a aprendizagem e a memorização do Sistema de Numeração Decimal.

Quanto à estimulação, considerando os três códigos da Rota numérica, a professora utilizou o código verbal auditivo, quando os alunos ouviram os numerais e repetiram a frase “desamassa aqui” a quantidade de vezes referente ao numeral, e em todos os desdobramentos em que cantaram, falaram ou indicaram o som dos números. Ela fez uso também do código simbólico visual, quando inicialmente apresentou a letra da música contendo a escrita e a representação nos números, associando numerais às suas quantidades no cartaz, para que facilitasse a fixação dos numerais com as partes do corpo durante o canto movimentado.

Importante registrar que foi comentado no grupo de estudos, logo após o seminário, que a maioria dos cartazes exibidos nas salas de alfabetização contém numerais ao lado de desenhos, representando a quantidade referente a cada número.

Nessa etapa da atividade, a professora exibiu no cartaz uma parte do corpo e o número ordinal, correspondente à ordem na música que a parte do corpo deveria ser “desamassada”.

Assim, o grupo de estudos, na reflexão após o Seminário, sugeriu que ela alterasse os números do cartaz para 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º e 9º, já que se referiam ao lugar de ordenação das partes do corpo na música. Observou-se o olhar das professoras na perspectiva do aluno, e não da professora. O que é exibido no ambiente da sala de aula deveria ser registrado a partir de vivências e perspectivas dos alunos. Nesse momento (desdobramento-01), a professora registrou o ensino de numerais ordinais. Então, o registro no cartaz deveria ter essa perspectiva, isto é, em formato de numerais ordinais.

A utilização do cartaz para o apoio da memória quanto aos numerais e ordenação musical funcionou como estimulação do código visual da Rota numérica, uma vez que foi resultante e, ao mesmo tempo, impulsionador do processo de repetição. A cada vez que os alunos repetiram a música, vivenciaram novamente as associações a partir da visualização do cartaz.

No vídeo da atividade apresentado no Seminário pela professora, a maioria dos alunos não olhava para o cartaz. Ela disse que eles memorizaram a ordem dos números com partes do corpo correspondentes e que já haviam decorado a música com sua movimentação, por isso não precisavam mais olhar o cartaz.

Quanto ao código analógico, quando ela questionou os alunos sobre o significado das repetições na letra da música, demonstrou exigir a reflexão a partir da quantificação.

[...] eu introduzi a música, levei pra eles, coloquei o rádio na sala, primeiro eles ouviram, depois nós cantamos, nos movimentamos de acordo com as partes do corpo. Explorei a letra, comecei a perguntar sobre o significado da música, boneca feita de lata, como se desamassa lata. Perguntei o que significavam os números na música, eles me responderam que era o tempo que levava para desamassar a boneca. Uma aluna explicou que cada parte do corpo leva tempos diferentes para desamassar. Depois desse momento, expliquei que os números marcavam a quantidade do tempo e perguntei qual instrumento serve para marcarmos o tempo. Eles disseram que era o relógio, aí eu lhes apresentei o relógio. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Esses questionamentos exigiram dos alunos a associação da quantidade de vezes que a música repetiu a frase “desamassa aqui”, com o número de horas. Para cada vez que cantaram, calcularam e contaram as repetições. A professora não relatou se os alunos utilizaram os dedos para essa contagem (da frase), porém tudo indica que sim, visto que o número de horas foi indicado com os dedos, e imediatamente a música exigiu a repetição no canto e movimento.

Ela apresentou as estratégias para estimulação do Senso Numérico quando realizou junto com os alunos a contagem, simultaneamente, de elementos das três categorias sugeridas pela música: partes do corpo, número de horas e quantidade de repetições da frase. Descreveu

especificamente os conhecimentos e procedimentos de contagem e recuperação de memória na escrita numérica.


[...] Aí depois que eu fiz essa atividade é que eu fui pra folha, eu fiz atividade escrita, para eles representarem a hora na folha. Depois eu fiz a atividade com a música outras vezes na sala, e eles não esqueceram. Eles aprenderam? Aprenderam. Eles olhavam para o relógio na folha, olhavam para o mural e identificavam pela parte do corpo da música que horas eram. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A fala da professora demonstra que ela identificou os conteúdos de matemática envolvidos na atividade e em seus desdobramentos (Figura 25). A docente descreveu cada um indicando a prática e esclareceu que antecipou ideias do conceitos matemáticos de conjuntos e medidas de tempo.

Figura 25 - *Slide* Identificação dos Conteúdos de Matemática

Conteúdos de Matemática

- ▶ Sequência numérica até 9 (numeral e quantidade);
- ▶ Conceitos de em cima e embaixo, frente e atrás, direita e esquerda, dentro e fora a partir do próprio corpo;
- ▶ Leitura de horas, comparando relógios digitais e analógicos de ponteiro;
- ▶ Gráfico e Tabela de brinquedos (desdobramento)





Fonte: Seminário da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Ela relatou, ainda, que a sequência numérica de 1 a 9 foi proposital, uma vez que a música na internet ampliava os numerais até 12. Porém, como havia estudado, sua intenção era relacionar e fixar os numerais e suas quantidades até o 9.

Além disso, ela identificou conceitos espaço-temporal de em cima e embaixo, frente e atrás, direita e esquerda, dentro e fora, utilizando como referencial o próprio corpo (do aluno) e o corpo do colega durante as movimentações da música inicial, na atividade com brinquedos com amigos (desdobramento-06) e na paródia ao se movimentarem com imitações. Relacionou, também, o conteúdo de horas com funcionalidade dos relógios e quantificação temporal.

[...] Depois desse momento, expliquei que os números marcavam a quantidade do tempo, mostrei as funções do relógio, como funciona, para que serve. Falei que existem vários tipos de relógio, que a maioria das pessoas utiliza o digital, aquele que está no celular, no computador. Algumas casas ainda têm o relógio de parede, algumas pessoas usam relógio de pulso [...] Apresentei o relógio mostrando os ponteiros, o caminho do relógio para marcar as horas e minutos [...]

[...] Quando tinham dúvida, olhavam o mural para ler os números e mostrar no relógio a marcação da música. De maneira coletiva, ajudavam a criança que tinha maior dificuldade. Coloquei de novo a música para ouvirem e cada vez que cantavam o número, um aluno ia mostrar no relógio a hora correspondente [...] Observem no vídeo (*apontando na cena, para o grupo de estudo*) a hora em que iam mostrando no relógio[...] Fiz uma atividade na folha com os relógios, e todos ao mesmo tempo desenhavam os ponteiros nos relógios quando eu parava a música. Eles começaram a identificar as horas quando olhavam o quadro no mural com os desenhos, olhavam o relógio grande na minha mão e desenhavam na folha. Tudo com a música tocando e parando. Vejam aqui no vídeo (*aponta*): é uma manipulação de “descobrimento”, esse aí é o momento que eles iam marcando no relógio, cada hora um ia fazendo a atividade. Todos eles aprenderam[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Os alunos afirmaram que 10 minutos era muito tempo. Conversaram sobre o relógio que parecia ser lento. A professora disse que o tempo de recreio era o dobro, duas vezes os 10 minutos que haviam vivenciado, e os alunos ficaram desconfiados do “equivoco”, pois disseram não ser possível no recreio perceberem “*tão pouco*” tempo e, naquela vivência, 10 minutos serem “*tão longos*”. A professora conversou sobre as diferentes percepções de tempo, mas que a marcação do relógio mantinha a exatidão pela sua característica padrão.

[...] esse dia foi difícil pra eles, até os 5 ou 6 minutos tudo bem, todos eles conseguiram esperar com paciência, mas depois disso (risos), eles se mexiam, trocavam de posição, olhavam pra mim, como quem diz: não vai acabar, não? Eles estão acostumados a falar bastante, mas a proposta era observar o tempo e o ponteiro do relógio. Sei que foi difícil pra eles. Quase que eu cancelei depois de 8 minutos, mas aí pensei: Não, eles precisam vivenciar um tempo maior para poderem comparar com tempos curtos[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A docente explicou o que significa padrão de referência, e os alunos compreenderam. Porém, ela percebeu que alguns continuaram desconfiados, pois haviam vivenciado o tempo cronometrado e percebido sua aparente lentidão. Essa percepção deu base a outras comparações em situações diversas, exemplificadas com o ensaio da festa de Natal: as crianças empenharam muito tempo ensaiando para a apresentação que aconteceu em minutos.

Nesse momento, a professora mencionou novamente a explicação sobre referenciais e padronização do desdobramento-03, refletindo com os alunos que, conforme o tipo do relógio com que fossem comparar, a classificação do peso poderia mudar.

[...] Os alunos são engraçados, os meninos principalmente querem ser mais e melhores, e aí conforme tinham que comparar com relógios mais pesados do que o deles, não levantavam o dedo para ter a próxima vez[...] se o relógio fosse de menor peso, ficavam pedindo para ser o próximo, eles queriam dizer que o deles era mais

pesado, entenderam? Esses meninos, como gostam de competir[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Ela identificou nos desdobramentos 09, 10 e 11 o ensino de tabelas e gráficos. Organizou os dados na formatação de tabelas e depois de gráficos com as categorias dos brinquedos (corda, peteca, ioiô e peão), depois ampliou com um exemplo fictício de várias turmas.

Quanto aos elementos da Musicalidade (Figura 26), a professora identificou na Corporeidade a presença de coordenação motora, acuidade visual, Memória Operacional e Criatividade (Funções Executivas). E explorou, no Som, a melodia da música Boneca de Lata e os desdobramentos que utilizaram a melodia e as qualidades de variação do andamento, do timbre, da intensidade e da altura.

Nas atividades que estimularam a percepção rítmica, principalmente ao cantarem a música Boneca de Lata, destacou-se a associação dos pulsos com as pausas da música, que funcionou como uma forma de permitir um tempo para lembrarem-se das partes do corpo. Nesse caso, o Ritmo da música pode associar os numerais e suas quantificações por meio do processo de expressão dos alunos, por meio da letra da música e por meio das associações sincrônicas de tempo-movimento.

Figura 26 - Slide Identificação Elementos da Musicalidade - 1

Elementos da Musicalidade

- ▶ **Corporeidade** – Coordenação motora, acuidade visual e auditiva, memória de trabalho, atenção e criatividade.
- ▶ **Som** – Melodia da música (desdobramento).
- ▶ **Ritmo** – Perceber, cantar e se movimentar no ritmo da música (associação das pausas da música permitiu o tempo pra memória das partes do corpo).



Fonte: Seminário da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

A professora também relacionou elementos da Musicalidade a partir dos comportamentos observados em seus alunos:

[...] quanto aos elementos da Musicalidade, eu destaquei a emoção, pela alegria, o prazer, o entusiasmo, a empolgação. Como havia dito no início da pesquisa, minha turma era muito agitada, por eles serem muito novinhos, têm aquela questão da educação infantil e eu ter que lançar um conteúdo escrito, eles são obrigados a escrever, fazer coisas, então eles ainda não estão preparados para isso e aí começa aquela agitação. E a partir do momento que eu introduzi a música na minha prática, eles se envolveram mais, tornou-se gostoso, divertido para eles, e eles participaram mais. Então deu uma “acalmada” na minha turma. Aquela agitação diminuiu, eles se envolveram mais. Aqueles alunos que têm mais dificuldade aprenderam brincando. Se eu fosse dar a atividade escrita, de maneira direta, com folhinha, eles não conseguiriam. Assim, aprenderam de maneira concreta e dinâmica. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Ela completou sua descrição na apresentação do *slide* a seguir (Figura-27), descrevendo comportamentos dos alunos observados ao utilizar a Musicalidade: emoção, afetividade, cognição e memória, que neste slide associou o favorecimento das repetições da música com emoções positivas.

Figura 27 - *Slide* Identificação Elementos da Musicalidade - 2



Fonte: Seminário da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

A professora identificou aspectos afetivos e psicomotores com ritmo e qualidades do som. Percebeu a importância do silêncio (pausas) e da repetição no ensino da contagem. Para a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, a memória de longa duração é condição imprescindível, pois a organização e os procedimentos devem ser repetidos a fim de serem automatizados na memória semântica, que se refere aos conhecimentos.

Ela destacou que os exercícios de memória realizados com a música favoreceram outros exercícios de repetições necessários à aprendizagem. E que os sentimentos vivenciados contribuíram para essa habilidade. Apresentou, no formato de vídeo, alguns trechos da

atividade e seus desdobramentos, enriquecendo a apresentação e mostrando as expressões dos alunos que confirmam sua percepção dos aspectos afetivos.

Na discussão com o grupo de professoras, após o Seminário, foram levantados pontos pertinentes ao ensino do Sistema de Numeração Decimal. Um deles foi o fato da Musicalidade, por meio da cultura popular (músicas infantis), auxiliar no ensino da matemática. As professoras, mais uma vez, comentaram sobre os tipos de música que a escola incentiva (funks, raps, sambas, internacionais, etc.) em relação à identidade da corporeidade, estimulando sensualidade, ironias e aspectos não formais da linguagem, que não levam os alunos das redes públicas de ensino a gostar de aprender, se encantar com a linguagem culta e buscar conhecimentos científicos, especificamente a Matemática.

Foi destacada a metodologia de ensino da Matemática nos primeiros anos do ensino fundamental, que tem início pelas representações escritas dos números (simbolismo), não aproveitando a fase anterior de vivências. Os comentários enriqueceram a percepção de que os ritmos auxiliam a funcionalidade cerebral, favorecendo a velocidade do processamento numérico (THOMPSON, 2015).

O grupo de estudos, após o seminário da professora do 1º ano, refletiu sobre o desenvolvimento humano típico da idade de 5 e 6 anos, que deveria ter a Corporeidade associada a ritmos e a qualidades do som como ponto de partida para operações cognitivas de ordem abstrata (LE BOUCHE, 1987). O grupo mencionou sobre a importância de essas vivências favorecerem as estruturas de representação da linguagem matemática em suas antecipações.

Outro ponto abordado foram os sentimentos que envolvem os erros em matemática. Muitas professoras relataram episódios em suas vidas nos quais o erro as fez criar “horror” à Matemática, a ponto de se convencerem de que eram incapazes de aprender. A Musicalidade foi capaz de trazer a vivência dos erros como possibilidade de novas hipóteses: o ato de repetir como tentativa de se comprovar outras hipóteses e o acerto como meta transitória. Assim, o processo didático teve características impulsionadoras e não definitivas.

c) Contribuição - Currículo - 1º ano ensino fundamental

É destaque na realização do “currículo em ação”, neste Momento-03, a segurança e a autonomia com que a professora evidencia em sua prática. Desde a escolha da música até os desdobramentos elaborados, desenvolvidos e analisados, tudo se fundamentou em estudos promovidos no grupo de estudos e buscados por iniciativa individual.

Ela nomeou sua prática como “sequência didática” a partir de sua percepção que a atividade “A Boneca e o Relógio” fora o momento inicial de uma série de procedimentos didáticos integrados e ressignificados a cada vivência de um desdobramento.

A dinâmica permitiu à professora realizar críticas às suas práticas anteriores, confirmando a efetiva mudança no planejamento, desenvolvimento e avaliação de suas aulas de Matemática. É possível afirmar que os estudos e as vivências do grupo contribuíram para a modificação na prática tanto do currículo modelado pela professora, quando na sua execução.

A professora, diferentemente do primeiro momento, não só planejou, mas realizou a interdisciplinaridade quando integrou conteúdos de várias áreas, estimulando habilidades do pensamento de forma global. Conforme relatou no Seminário:

(apontando para o vídeo) [...] Nessa hora, fiz a relação da parte do corpo com o tempo. Ao mesmo tempo em que eu estava trabalhando a matemática eu estava trabalhando o corpo, aí nisso eu já comecei a trabalhar os conteúdos de ciências, as partes do corpo, higiene, as funções, a questão de tomar cuidado com determinadas brincadeiras, para não machucar[...] todos esses conteúdos a partir da música Boneca de Lata.

[...] Na música “boneca de lata” eu não trabalhei só a matemática, eu trabalhei as outras disciplinas, na língua portuguesa introduzi os grafemas “b, t e l”, aumentei o vocabulário, envolvi ciências para falar sobre as partes do corpo, a sequência numérica, a hora, a ordem dos conjuntos, medidas de tempo (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A interdisciplinaridade foi relacionada à dinâmica da aula, que revela a cumplicidade com o processo de aprendizagem dos alunos e a autonomia da professora nas propostas dos desdobramentos. Ela apontou os alunos como colaboradores efetivos do processo, tanto nas elaborações que considerou as sugestões dos alunos, quanto no desenvolvimento das atividades, ao vivenciarem e refletirem ao mesmo tempo. Tal fato transformou as vivências e suas reflexões também em momentos de avaliação diagnóstica, que, em cadeia, impulsionaram outros desdobramentos.

Em seu relato, a professora disse que, na maioria das vezes, os conteúdos acrescentados foram naturalmente desencadeados pela observação dos comportamentos dos alunos, ao demonstrar o que já haviam aprendido e apontar, indiretamente, por meio das reflexões, o que poderiam aprender. Ao ser questionada sobre a forma como os desdobramentos acontecem, a professora esclarece:

[...] Quando eu comecei a trabalhar com essa música, eu imaginei uma coisa e depois, diante da empolgação, do envolvimento deles, foram surgindo novas ideias, e a aula foi muito mais prazerosa, muito mais enriquecedora, e eu tirei muito mais conteúdo que eu não tinha parado para analisar, nem tinha parado para pensar, eu não tinha planejado de dar todos esses conteúdos, entende? No início, eu pensei na matemática e puxei os conteúdos de quantidade e contagem dos gestos de cada parte do corpo, e no número das horas... “Vou usar essa música para fazer isso, isso,

isso”, mas depois surgiram tantas ideias, tantas coisas. E as ideias surgiram a partir deles, não fui eu que pensei, foram eles que foram dando ideias para eu lançar novos conteúdos de outras maneiras. E isso foi muito interessante, muito legal (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Para o “currículo em ação”, a dinâmica do Momento-03 revelou a liberdade que a professora e seus alunos conquistaram a partir dos conhecimentos, da afetividade e do compromisso do processo de ensinar e aprender. Ao descrever oralmente as etapas, a professora expressou entusiasmo, enriqueceu sua fala com esperança e empolgação, o que resultou na mudança de relação com os alunos, com os conteúdos e com a metodologia de ensino não só da Matemática, mas na dinâmica da interdisciplinaridade que envolveu outras áreas de ensino. Este movimento é a justificativa da professora ao intitular em alguns *slides* o Momento-03 como “sequência didática”.

Como destaque, no Momento-01 a professora trabalhou com o calendário mensal, e no Momento-03, com as horas, o que remete também a uma sequência de assuntos, de quantificação de dias para a quantificação de horas do dia. Essa continuidade é registrada na Figura-19, quando se podem observar os dois quadros expostos na sala de aula. Ela relatou que, às vezes, recorria ao primeiro para exercitar a contagem, estimulando a memória episódica, isto é, estimulando a memória de momentos positivos, vivenciados no Momento-01, quando iniciou com a utilização da Musicalidade.

Em síntese, em função do currículo de matemática do 1º ano do ensino fundamental para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, destacaram-se em cada desdobramento os conteúdos e habilidades matemáticas que a Musicalidade propiciou, considerando: Efeito SNARC, Rota Numérica e Senso Numérico por meio de seus elementos:

- Desdobramento-01 – conteúdo matemático: representação de numerais ordinais (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º e 9º); habilidade matemática: sequenciar e ordenar as partes do corpo;
- Desdobramento-02 – conteúdo matemático: representação de numerais cardinais (1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 5 horas, 6 horas, 7 horas, 8 horas e 9 horas); habilidade matemática: associar números com quantidades para quantificar número de repetição da frase “desamassa aqui”;
- Desdobramento-03 – conteúdo matemático: hora, minutos e segundos; habilidades matemáticas: a) estimativa de cálculo envolvendo divisão e fração de horas e b) percepção do tempo vivido e do tempo percebido (LE BOUCH, 1987; FONSECA, 2001);

- Desdobramento-04 – conteúdo matemático: instrumento de medida do tempo; habilidades matemáticas: a) comparações por atributos de cor, tamanho (maior e menor) e peso (pesado e leve), b) diferenciar representações numéricas e c) categorizar por semelhanças e diferenças;
- Desdobramento-05 – conteúdo matemático: organização do calendário mensal, contagem de 2 em 2, 3 em 3 e 4 em 4 elementos; habilidades matemáticas: a) comparação, b) proporcionalidade, c) procedimentos de contagem e d) cálculo mental de adição;
- Desdobramento- 06 – conteúdo matemático: identificação de números; habilidades matemáticas: a) categorizar por semelhanças e diferenças, b) classificação por atributos: cor, tamanho (pequeno, médio, grande) e peso (pesado e leve) e c) reconhecimento de números;
- Desdobramento- 07 - conteúdo matemático: localização e posicionamentos, construção de listas (uma coluna); habilidades matemáticas: a) estruturação espaço-temporal (trás e frente, direita e esquerda, dentro e fora a partir do próprio corpo e do corpo do outro), b) contagem das peças dos brinquedos e c) categorização;
- Desdobramento – 08 - conteúdo matemático: representação de numerais cardinais (1 hora, 2 horas e 3 horas), cores, figuras geométricas; habilidade matemática: associar números com quantidades para quantificar número de repetição da frase “desamassa aqui”;
- Desdobramento – 09 – conteúdo matemático: tabelas; habilidade matemática: representação da linguagem matemática específica de dados em tabelas e b) habilidade de leitura e identificação de dados em tabela;
- Desdobramento - 10 - conteúdo matemático: gráficos; habilidade matemática: representação da linguagem matemática específica de dados em gráfico, b) habilidade de leitura e identificação de dados em gráfico e c) ideias de conjuntos (união, diferença e interseção);
- Desdobramento – 11 – conteúdo matemático: gráficos; habilidades matemáticas: a) representação da linguagem matemática específica de dados em gráficos, b) habilidade de leitura e identificação de dados em gráficos e c) cálculo mental com subtração (vide atividade Figura 24, item 7). A professora esclareceu que tabelas e gráficos não fazem parte do currículo proposto para o 1º ano do ensino fundamental, mas que ela teve oportunidade de antecipá-los devido às situações

vivenciadas, que propiciaram a organização dos dados em função das atividades de Musicalidade.

d) Contribuição - Mediação Docente - 1º ano ensino fundamental

A professora revelou, em sua apresentação, não ter adaptado nenhuma atividade ou prática diferenciada para seu aluno autista. Durante as vivências, ele se comportou de forma receptiva como os outros. Prestou atenção quando ela explicava as propostas e os conteúdos, como na confecção de tabelas e gráficos. Nas atividades em duplas e em grupos, ele participou, conversou com os colegas e realizou as propostas.

[...] ele se envolveu, interagiu e respondeu às propostas sem nenhum comportamento que pudesse modificar o desenvolvimento da atividade. Diante do seu interesse e rápido aprendizado, me ajudou com os outros alunos, mostrou no relógio a posição dos ponteiros e onde cada um deveria estar para marcar as horas, porque muitos alunos ainda não haviam entendido[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

O aluno foi envolvido nas atividades e, em vários momentos, colaborou como monitor, ajudando a professora e os colegas. A professora descreveu a dinâmica inclusiva da sala de aula:

[...] Apresentei o relógio mostrando os ponteiros, o caminho do relógio para marcar as horas e minutos[...] Um ia ajudando o outro sem apontar o erro, em momento nenhum eles falavam o nome e o erro de quem mostrava errado, o tempo todo um ajudava o outro. Um ia ajudando o outro falando: “Põe o ponteiro grande aqui! Põe o ponteiro pequeno aqui!” Quando tinham dúvida, olhavam o mural para ler os números e mostrar no relógio a marcação da música. De maneira coletiva ajudavam a criança que tinha maior dificuldade...
[...] Quando ouviram a música foram passando o relógio, meu aluno autista foi meu monitor e começou a me ajudar porque sempre fazia tudo muito rápido, com muita facilidade[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Todo o seu relato trata-se de um processo inclusivo: desde o início, podem-se perceber atitudes de respeito, tolerância, generosidade, união, ajuda e cuidado uns com os outros, tornando-se esses valores parte do ambiente da sala de aula, e não somente com o aluno autista. Muitos alunos, ainda com 5 anos de idade, que tiveram dificuldades nos desdobramentos por ainda não lerem os números associando-os com as quantidades, puderam perceber as relações matemáticas do Sistema de Numeração Decimal com a mediação dos colegas.

Em todos os desdobramentos, a professora descreveu que apenas avançou quando todos os alunos evidenciavam ter aprendido, ou melhor, cumprido as propostas. Percebeu-se

também que ela estabeleceu um diálogo reflexivo, quando questionou oralmente os alunos, fazendo-os refletir para responder e somente depois avançar nos desdobramentos. Como exemplo, no desdobramento-01 ela leva os alunos a responder ordenando as partes do corpo e nomeando os números ordinais:

[...] Qual foi a primeira parte do corpo que a boneca machucou ao cair? Qual foi a segunda parte do corpo que a boneca machucou ao cair? Qual foi a terceira parte do corpo que a boneca machucou ao cair? Assim, com a quarta e quinta parte do corpo. Vamos escutar novamente, e confirmar? Quem sabe me dizer, sem escutar a música, as partes do corpo que acabamos de cantar? (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Outro exemplo pode-se ver no desdobramento-03, quando ela pediu que os alunos associassem o tempo de 10 minutos que classificaram como “*tão longo*” ao tempo do recreio, e os remete ao “dobro”. Assim, ela propôs uma reflexão sobre a diferença da contagem padronizada do tempo, com o tempo que se percebe, e ressaltou a importância dos instrumentos de medição, para que se possa convencionar a sincronização temporal.

A partir da reflexão no grupo de estudos sobre o respeito do tempo biológico de cada aluno, a professora compreendeu e inseriu nos comentários a diferença na Musicalidade quando se fala em “dança” e “movimentos”. Foi conversado sobre as exigências estéticas que a arte profissional exige. Tanto a música, quanto a dança, o teatro, ou objetos das artes plásticas, possuem critérios para assim serem classificados. Porém, quando tratamos de Musicalidade a partir da perspectiva de Cross e Morley (2006) e Pederiva e Tunes (2008), não se classificam os resultados apresentados: Observa-se e considera a expressão durante o processo vivenciado com seus elementos (Corporeidade, Ritmo e Som). Nessa perspectiva, a Musicalidade se revela como expressão de caráter nato, no qual as relações de ritmos e qualidades do som são expressão típicas da corporeidade e da atividade sociocultural da dimensão humana. Seu caráter é universal, não se tratando de privilégios de alguns, mas estratégia de expressão de todos.

Ao comentar sobre os erros das crianças, em nenhum momento a professora ressaltou algum que os alunos tenham cometido ou mesmo que pudesse desorganizar a dinâmica do processo, o que foi registrado como contribuição no currículo, mas também como contribuição elementar na forma que exercitou sua mediação docente, uma vez que na Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (FEURSTEIN *et al.*, 2014) os princípios norteadores abordam o erro como parte importante do processo educacional.

A Experiência de Aprendizagem Mediada é capaz de modificar estruturalmente a inteligência. Nela é exigida a mediação humana para organizar, selecionar, interpretar e

elaborar os conteúdos que devem ser aprendidos ou experimentados. Nessa teoria, as respostas diferenciadas (o que denominamos de “erros”) são consideradas como indicadores do que o aluno já compreendeu, do que ainda não compreendeu e do que precisa compreender para atingir o conhecimento esperado.

Para que a Experiência de Aprendizagem Mediada ocorra, o professor deve colocar-se intencionalmente entre o estímulo (proposta didático-pedagógica) e o aluno. A mediação humana se configura como ponte conectora entre a realidade do aluno e a abstração do conteúdo. Neste Momento-03, a professora utilizou os critérios de Intencionalidade, Reciprocidade, Significado e Transcendência em todos os desdobramentos. Ela se colocou como sujeito de estimulação e cúmplice nas vivências, estabelecendo vínculos de amizade, generosidade e companheirismo com seus alunos, além de demonstrar segurança e autonomia ao conduzir os desdobramentos, abrangendo conteúdos e habilidades matemáticas.

A Intencionalidade foi revelada em seus constantes planejamentos e na maneira como procurou prever suas ações a partir dos conteúdos que almejou ensinar, considerando, ao mesmo tempo, as possibilidades cognitivas de seus alunos. Mesmo nos momentos em que afirmou ter improvisado com ideias que surgiram das contribuições dos alunos em tempo real, ela provou segurança ao ensinar o conteúdo planejado e ao traçar suas metas, inclusive antecipando conteúdos matemáticos do ano posterior. Em todos os desdobramentos, ela comprovou ter conhecimentos a respeito dos conteúdos matemáticos e das habilidades matemáticas que deveria estimular, antes de vivenciá-los.

É por meio do processo de mediação que as estruturas cognitivas dos alunos adquirem padrões de comportamentos que determinarão sua capacidade de aprendizagem. Essas estruturas servem de base para novas aprendizagens específicas da linguagem matemática. Para essa devolutiva, tal processo denomina-se como critério mediador de Reciprocidade. Por exemplo, se a professora não tivesse oportunizado todas as habilidades desde o desdobramento-01, e as crianças não teriam participado das vivências propostas e provavelmente não teriam chegado ao conteúdo de gráficos e tabelas com compreensão, o que confirmou a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal.

Nesse sentido, a Reciprocidade como critério indissociável da Intencionalidade é observada no processo simultâneo do ciclo de ensino – aprendizagem e estímulo – resposta, que embasa novos desdobramentos. Como exemplo, observou-se no desdobramento-04, quando a professora solicitou que os alunos trouxessem relógios de casa, o interesse dos alunos pela diversidade de objetos, o que enriqueceu sua aula com vários atributos a serem classificados nos conteúdos matemáticos.

Outro exemplo de Reciprocidade seria a desenvoltura observada no desdobramento-09, quando a professora apresentou figuras de brinquedos para apresentar sua pesquisa sobre a História dos Brinquedos. Foi tamanho o interesse dos alunos que ela levou os brinquedos para que os explorassem, associando o manuseio dos objetos com músicas referentes a cada um deles. Se os alunos não tivessem evidenciado interesse e participação, com certeza a professora não iria chegar à realização da tabela como procedimento matemático.

A Reciprocidade, apesar de ser um critério da mediação docente, é confirmada ou não no comportamento dos alunos, quando participam com entusiasmo, expressando interesse e, obviamente, significado para suas vidas.

Quanto ao critério do Significado, este foi observado no desdobramento-04, quando a professora propôs Escuta Atenta dos sons dos relógios, ao pedir que reproduzissem o que escutavam, diferenciassem e classificassem entre sons mais agudos e sons mais graves, a partir das comparações. Ela informou sobre a existência dos relógios de parede e suas diferentes badaladas de horas e meias horas. Assim, ela oportunizou que o conteúdo tivesse sentido para os alunos, pois trouxe significados para fatos históricos, propiciando aos alunos imaginar o silêncio com o som dos relógios de fazendas e casas rurais de antigamente. Incentivou-os a perguntar a suas avós se conheceram esse tipo de relógio. E poderia aprofundar a importância e significado da área de história ao lançar desafios para coleccionar conhecimentos sobre a história dos relógios, seus números, suas funções diferenciadas e semelhantes, em diferentes épocas, fusos horários de diferentes localidades etc. Nesse sentido, a história dos brinquedos, no desdobramento-09, também se traduziu no critério de Significado, quando a docente valorizou o processo histórico, incentivando a reflexão como sujeitos históricos, relacionando, portanto, Significados aos conhecimentos. Além disso, no mesmo desdobramento, a professora pediu como tarefa de casa que os alunos produzissem tabelas de brinquedos preferidos que possuíssem em casa, excedendo a sala de aula e levando-os a realizarem o procedimento matemático em outro ambiente, ocasionando sentido à Matemática.

O critério de Transcendência foi observado quando a professora identificou conteúdos e habilidades matemáticas que promoveram a aprendizagem de conceitos estruturantes de aprendizagens futuras. Nesse critério, os conhecimentos procuram transcender o contexto imediato, e o professor mediador, por meio da estimulação, busca o desenvolvimento do pensamento reflexivo, de modo que possa ser estendido a outras situações e contextos. É a qualidade da interação, que vai além da necessidade imediata, estimulando no aluno a autonomia e a aprendizagem. O desdobramento-05 serve como exemplo quando a professora,

a partir da queixa de diferença do número de dias do final de semana que os alunos ficaram com a visita da boneca, propôs que contassem de 2 em 2, 3 em 3, e 4 em 4 dias para registrar o novo calendário de visitas. Esta forma de contagem termo a termo é fundamental para o exercício do Sistema de Numeração Decimal. Esta generalização fundamentou futuros conteúdos matemáticos que servirão de base em anos posteriores do ensino fundamental.

No desdobramento-08, com a criação da paródia, a docente generalizou conhecimentos acerca de critérios para o gênero de poesia e, assim, estabeleceu padrões sobre o número de palavras para se estabelecerem rimas. Além disso, estimulou a observação de sons de fonemas e grafemas que soam semelhantes e diferentes. Para a alfabetização e a relação métrica de divisão de sílabas desta atividade, estimulou habilidades básicas da linguagem e do pensamento matemático.

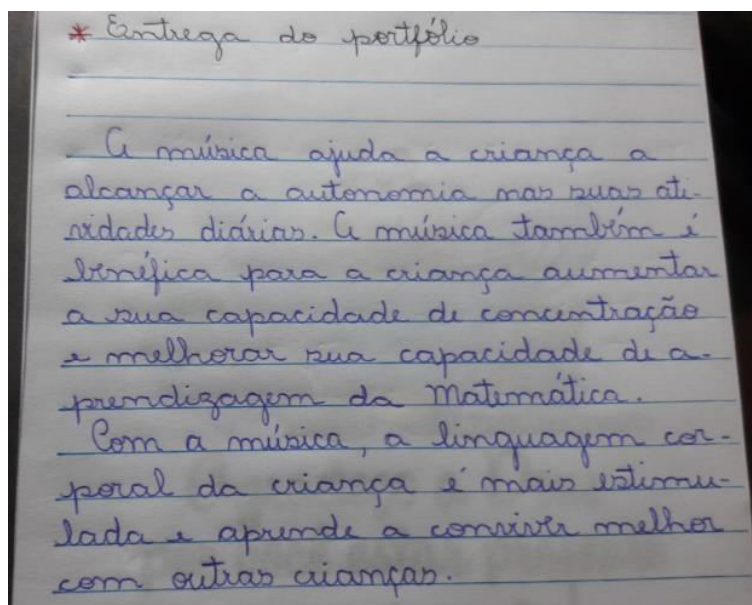
A Transcendência foi observada, principalmente, nos últimos desdobramentos, quando a professora ensinou a representação matemática em forma de tabelas e gráficos. Explorou, com questionamentos reflexivos, dados e especificações, ampliando conceitos e indicadores a partir da escrita matemática.

e) Autoavaliação – Professora do 1º ano ensino fundamental

A professora iniciou a apresentação de sua autoavaliação apontando a inserção da Musicalidade em sua prática docente. Disse ser a Musicalidade muito interessante pela satisfação que suscitou em si e em seus alunos durante a realização de todas as atividades dos desdobramentos.

Ela descreveu em seu portfólio sua reflexão pessoal acerca da Musicalidade (Figura 28). Destacou a organização e disciplina com que a música favoreceu o desenvolvimento da autonomia, o aumento da concentração para a aprendizagem da matemática e a estimulação da linguagem corporal com a socialização.

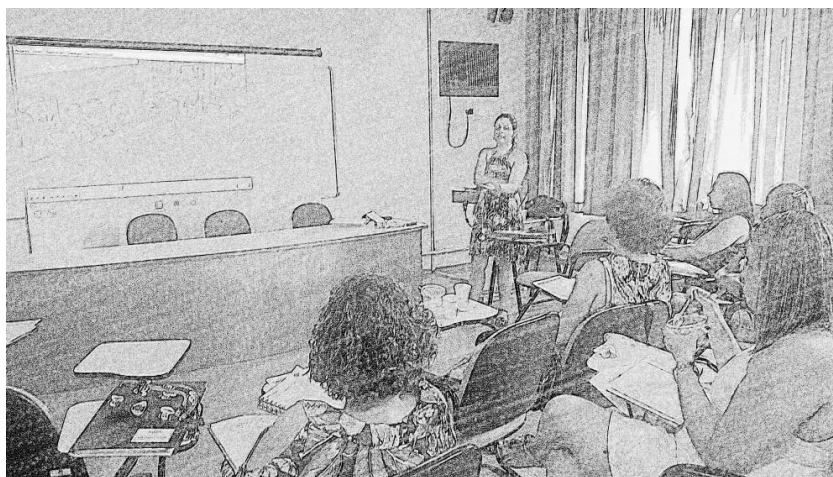
Figura 28 - Relato Escrito Refletivo



Fonte: Documento da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

A professora leu esse registro para o grupo, acrescentando que esses benefícios aconteceram nela própria. Percebeu-se mais calma, mais centrada, organizada e disciplinada. O fato de parar para respirar com concentração atingiu sua vida como pessoa e professora, nos momentos de agitação típicos da profissão que exige tantos preparos em casa, visto que trabalha em dois turnos e realiza sua graduação em pedagogia, à noite. Hoje ela sente-se mais saudável quando incorpora em sua rotina minutos de relaxamento e respiração controlada ao ouvir as músicas clássicas indicadas pela pesquisadora. Entre um turno e outro, ela faz o relaxamento de 15 minutos, e tem se sentido melhor (Figura 29).

Figura 29 - Imagem apresentação Autoavaliação - Professora 1º ano ensino fundamental



Fonte: Registro Grupo de Estudos (Dezembro, 2016)

Ela afirmou que as aulas ficaram mais dinâmicas e, os alunos, mais calmos e tranquilos. Em sua percepção, as aulas envolveram teoria e prática, de forma contextualizada e interdisciplinar, permitindo que os alunos desenvolvessem uma aprendizagem significativa, brincando e cantando.

Elencou suas considerações quanto ao seu planejamento, quando precisou estudar e se atualizar sobre sequência numérica, correspondência termo a termo, história dos brinquedos e ensino das horas e minutos.

A professora explicou que se sentiu autônoma quando modificava a organização da atividade, à medida que percebia os movimentos de seus alunos. Citou como exemplo o momento em que alternou movimentos dos pés a cabeça, quando apresentou a música Boneca de Lata.

Citou também a interdisciplinaridade como mecanismo natural quando o foco das elaborações privilegia a estimulação de habilidades neurocognitivas. Ela destacou o currículo prescrito, que é obrigada a desenvolver em forma de conteúdos; mencionou que amplia a carga horária e a importância da alfabetização e letramento da língua portuguesa e percebe que, assim, desconsidera o ensino da matemática e das habilidades matemáticas agregadas aos conteúdos. Ela descreveu a importância dos conhecimentos e estudos realizados:

[...] como nós falamos há pouco, a matemática para mim ficou muito diferente, ela passou a ser significativa e não mais apenas uma convenção representativa do papel. Consegui ver o pensamento matemático a partir da corporeidade até em coisas do dia a dia que vamos fazer, tipo assim, por exemplo, a contagem, quantas habilidades temos que estimular nas crianças para que elas aprendam o sistema de numeração decimal? Eu não sabia de tantos detalhes importantes como o efeito SNARC, os estímulos diferenciados dos hemisférios, a Rota Numérica, a importância dos diferentes códigos e o Senso Numérico, que aborda as várias formas de contar. Eu nunca ouvi falar, nem tinha pensado sobre essas coisas. Para mim, ensinar números era copiar no papel e fazer a correspondência um a um, apontando para coisas no concreto, sabe como? (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

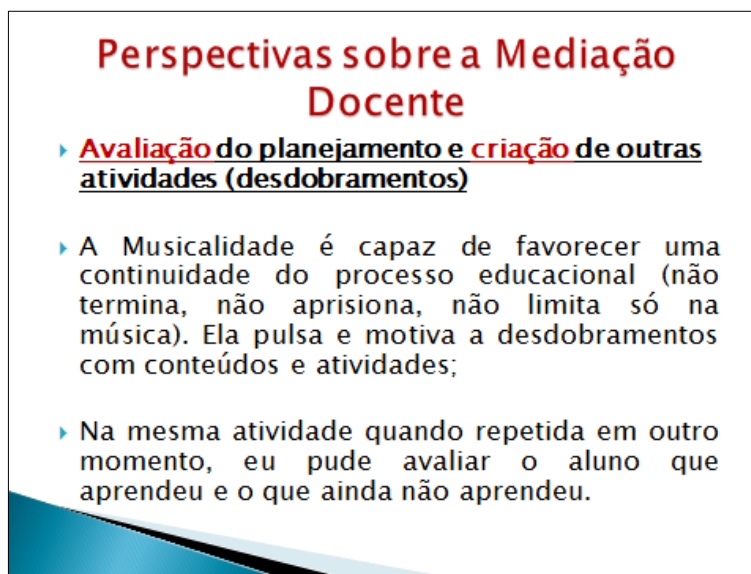
A docente disse que se sentia surpresa e orgulhosa de si mesma por ter superado suas dificuldades com relação à expressão corporal, ao ritmo e à psicomotricidade; comentou que, no início, pensou em desistir quando, no primeiro encontro, percebeu que a Musicalidade iria “mexer” com seu corpo. Mas que quando se deu conta de que seus erros seriam “cuidados” e não “expostos”, resolveu continuar. Ela superou um sentimento de “inferioridade” a partir da colaboração das colegas e disse que se sentia muito agradecida com a oportunidade de estar no grupo.

Ela relatou sua mudança de postura ao “escutar atentamente” seus alunos: cada

participação era uma contribuição que exerciam. Por meio deles foi possível inventar, criar e modificar seu planejamento.

Em seu penúltimo *slide* (Figura 30), ela afirmou que a Musicalidade proporcionou uma continuidade que motivou a ampliação de conteúdos e atividades matemáticas, e que por meio dela foi possível avaliar de maneira impulsionadora.

Figura 30 - *Slide* Perspectivas sobre Mediação Docente



Fonte: Seminário da Professora 1º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Apontou em suas considerações finais sua opinião sobre a Musicalidade como proposta inovadora, que modificou sua percepção como professora para novos paradigmas educacionais. Explicou que a mudança de perspectiva a ajudou a pensar como um aluno, o que comprovou maior sensibilidade e empatia. Declarou:

Eu tive a oportunidade de “ser aluna” durante os encontros, pois eram conteúdos que eu desconhecia. Por vivenciar este processo percebi várias situações que meus alunos, de inclusão ou não, passam. Assim, além da sensibilidade, pude avaliar os meus e os seus limites e considerar essas experiências em cada pensamento ao planejar, desenvolver e avaliar minhas aulas. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Afirmou que suas modificações desse período (grupo de estudos), tanto no plano pessoal quanto no profissional, envolveram novas configurações nas relações humanas: entre professor e aluno, alunos e alunos, e, inclusive, com outros professores e funcionários. Configurações que contribuíram para se sentir uma professora melhor e mais sensível à sua missão educadora.

A seguir, a análise do Momento-03 da professora do 2º ano do ensino fundamental.

MOMENTO – 03

a) Descrição da Atividade – 2º ano ensino fundamental

O Momento-03 é constituído por várias ações pedagógicas da professora do 2º ano do ensino fundamental, que apresentou sua prática no Seminário da última etapa da pesquisa, utilizando a Musicalidade como estratégia de ensino do Sistema de Numeração Decimal.

Ela elaborou, desenvolveu e analisou, individualmente, as atividades e, ao final, apresentou sua autoavaliação. Descreveu sua trajetória de formação durante os encontros do grupo de estudos e opinou sobre a proposta da Musicalidade. Ainda no Seminário, entregou seu portfólio de registros que, durante a apresentação, foi utilizado para mostrar algumas ações.

Após a apresentação da professora, foi aberta uma discussão junto ao grupo de professoras, ampliando a reflexão acerca das práticas e desdobramentos do Momento-03.

A professora denominou a sequência de atividades de “A Trilha do Sapo”. Explicou que os cálculos envolvendo sua constituição foram semelhantes aos pulos de um sapo e, por isso, o haviam intitulado de “trilha”, referindo-se às associações entre cálculos e caminhos.

A docente iniciou cantando com os alunos a música “O Sapo não Lava o Pé”, do cancionário infantil brasileiro. Essa música é parte do nosso folclore e já havia sido apreciada e cantada antes desse momento, o que significa que as crianças já conheciam a interpretação da letra, o ritmo e a melodia.

Com os alunos posicionados em roda, sentados no chão, cantaram a música acompanhando o CD com palmas, livremente. Na segunda vez, propôs movimentos com palmas e pés, obedecendo ao pulso da música estabelecido por ela.

Todos os alunos cantaram, marcando o mesmo pulso, e acrescentaram movimentos durante a repetição da música, indicados pela professora: pulando, estalando dedos, mãos nas coxas, mãos pra cima, batendo as palmas das mãos nas palmas das mãos do amigo, batendo as palmas cruzando as mãos, com os alunos cantando só a sílaba “lá, lá...”. Uma aluna sugeriu cantarem com as sílabas terminando com a vogal “a” (a sapa na lava a pá...) e depois com todas as outras vogais. Cantaram variando as terminologias em vogais e alternando os movimentos: palmas na frente e atrás do corpo, palmas no lado direito depois esquerdo, em cima da cabeça e abaixo da barriga, outros (Figuras 31 e 32).

Figura 31 - Imagem Seminário – Atividade: **A Trilha do Sapo - 1**



Fonte: Documento da Professora 2º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Figura 32 - Imagem Seminário – Atividade: **A Trilha do Sapo - 2**



Fonte: Documento da Professora 2º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

No desdobramento- 01, posicionados em pé e em roda com as mãos para a frente do corpo, voltados para o centro da roda, a professora pediu que cantassem marcando os pulsos e levantando um dedo da mão a cada marcação, com a mesma orientação: fechando os dedos das mãos um de cada vez. Perguntou quantos dedos haviam se movimentado ao longo da música e responderam 9. Logo após, perguntou como souberam que eram nove, e alguns responderam que “contaram na cabeça” outros, porque sobrou um, e, como sabiam que nas duas mãos “sempre” havia dez dedos, “tirando” um, só poderia ser 9.

No desdobramento-02, a professora acrescentou o tambor (instrumento musical), explorou sua forma geométrica (cilindro), mostrou o círculo na superfície e pediu que identificassem na sala de aula o que havia com essas formas. Depois, pediu que dissessem o

que havia na casa deles com as formas geométricas (círculo e cilindro). As crianças identificaram objetos na rua, no supermercado, e outros. A cada local os alunos diziam objetos nos formatos de círculo e cilindro.

A professora propôs que, ao tocar o tambor marcando o pulso junto com o canto da música, os alunos agachassem e levantassem alternadamente, de modo que finalizassem o movimento em sincronia com o pulso.

Ela explicou a próxima variação da atividade: acrescentar uma pausa no movimento, isto é, “pular” um pulso. Assim, deveriam levantar-se, esperar um tempo, depois agachar, esperar um tempo, novamente levantar e esperar um tempo e assim por diante. Essas pausas deveriam ser “contadas”, ou melhor, “esperadas” em silêncio, mentalmente, no tempo de um pulso, sucessivamente.

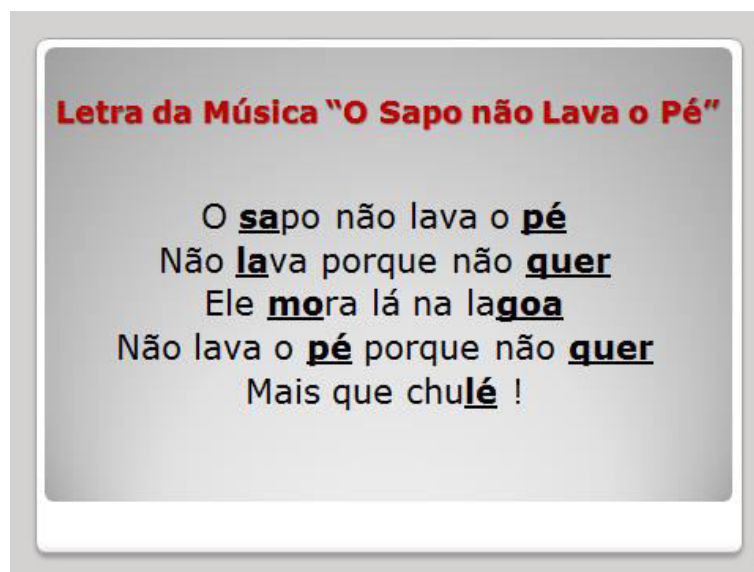
Depois disso, os alunos acrescentaram pausa ao canto. Alternadamente, no pulso do movimento não cantavam e, no pulso que cantavam, não realizavam o movimento.

No desdobramento-03, os alunos cantaram em pé, posicionados em roda. Quando a professora tocou o tambor, acompanhando o pulso da música, um aluno de cada vez deveria abaixar-se na sequência, um do lado do outro, até completar uma volta na roda. Pediu que, na segunda vez, contassem os pulsos em vez de cantarem a letra, mantendo a melodia da música.

Depois de repetirem, alternando a direção da esquerda para a direita e vice-versa, ela propôs que, ao interromper a música com o toque do tambor, o aluno que tivesse agachado por último deveria identificar quantos pulsos foram marcados até ele. Depois, quantos pulsos faltavam para o término da música completar a volta na roda. Essa contagem foi auxiliada pelo apontamento das crianças que estavam agachadas e das que estavam em pé. Após várias vezes, as crianças perceberem que, como havia 20 alunos, para que todos os alunos abaixassem era preciso cantar a música por duas vezes mais a primeira frase. Ou que, dando continuidade na música, a diferença do aluno que começava, para o aluno que terminava, era de duas crianças.

Nesse momento, a professora apresentou no quadro a letra da música e sublinhou as sílabas correspondentes aos pulsos marcados. Enquanto os alunos cantavam e batiam palmas, ela representava no quadro essa marcação, destacando as sílabas como apresentou no *slide* a seguir (Figura 33).

Figura 33 - Letra da Música **O Sapo não Lava o Pé** com identificação dos pulsos



Fonte: Seminário da Professora 2º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

Pela contagem no quadro das sílabas sublinhadas, os alunos visualizaram os 9 pulsos correspondentes a cada vez que cantaram a música. A professora relacionou com a contagem enquanto agachavam e levantavam, como proposto anteriormente. Após todos os alunos compreenderem, a professora retirou do quadro a letra da música.

Retomaram a atividade em roda, dessa vez utilizando palmas em vez de agacharem. A professora pediu que cantassem a música duas vezes. Eles observaram que a música, repetida e contada ininterruptamente, resultava em 18 pulsos, que equivaliam a 18 alunos, e que, como participavam 20 alunos, sempre sobravam 2.

A professora repetiu por vários dias esse desdobramento, variando a direção e gestos, até que perceberam a relação da diferença de pulsos que sobraram com o número de alunos que faltaram à aula (ausentes da roda). Um dos alunos sugeriu que contassem, antes de começar a atividade, quantos alunos faltaram à aula naquele dia, pois seria a diferença de contagem dos pulsos quando cantassem uma vez, ou duas vezes (dobro), ou se cantassem três vezes (triplo). Experimentaram repetir a música 5 vezes e a diferença foi a mesma. Os alunos concluíram que não importava quantas vezes iriam repetir a música: a diferença seria a mesma que a quantidade dos alunos ausentes todas as vezes que fossem repeti-la.

No desdobramento-04, a professora percebeu que, sentados, prestavam mais atenção e isso favorecia a contenção corpórea para a realização dos cálculos mentais. Bateram palmas marcando os pulsos em sequência e substituíram a letra da música pela contagem.

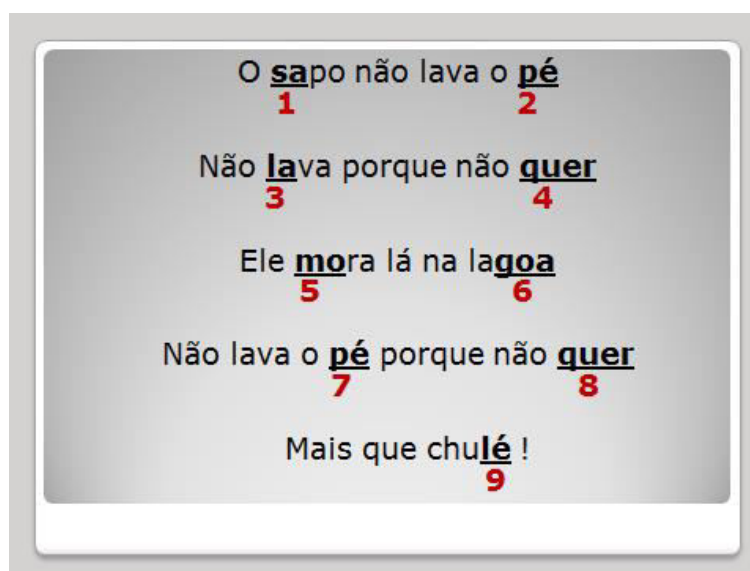
Ela pediu que contassem os pulsos que representavam a versão da música uma vez. Chegaram ao resultado de 9 pulsos e, a cada vez que a música era cantada, eles marcavam 9

pulsos nas palmas. Realizou o questionamento: “Se cantarmos a música duas vezes, quantos pulsos marcaremos?” Os alunos cantaram a música duas vezes, marcaram o último colega, contaram todos, com a professora colocando a mão sobre as cabeças dos indicados, e chegaram ao resultado 18.

Nesse momento, a professora explicou o conceito e apresentou a palavra “dobro” para os alunos. Repetiu a atividade fazendo o questionamento com vários números, sobre qual seria o dobro da quantidade indicada, até o quantitativo 18. Ora ela representava o quantitativo indicado com a letra da música, ora com os números, sempre entoando a melodia que servira como padronização da métrica na contagem.

A partir desses cálculos, a professora reapresentou o quadro com a letra da música, dessa vez contendo, na marcação das sílabas/pulsos, os números correspondentes (Figura 34).

Figura 34 - Letra da Música **O Sapo não Lava o Pé** com identificação dos números dos pulsos



Fonte: Seminário da Professora 2º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

A partir das vivências com o dobro, ela explicou e exemplificou os conceitos de metade e triplo, relacionando a contagem das sílabas/pulsos com nomes dos alunos, e depois com a quantidade de alunos com as sílabas/pulsos.

Assim, pode-se considerar que primeiro ela explorou a música com dobro, depois a metade do dobro, e depois o triplo. Cantaram a música duas vezes e contaram 18 pulsos – que ela relacionou com o dobro. Cantaram a música uma vez e contaram 9 pulsos – que ela relacionou com metade. Cantaram a música três vezes e contaram 36 – que ela relacionou com triplo.

Ela questionou os alunos sobre a metade de dois, que correspondia à divisão por dois. Relacionou à metade da música repetida, que era igual ao canto de uma vez da música. Em pulsos, identificou 18 dividido por dois, o que correspondeu a cantarem a música apenas uma vez.

A professora realizou outros questionamentos semelhantes, apontando para o quadro com a letra da música (Figura 33). Utilizou de apoio para a contagem as sílabas sublinhadas (referentes aos pulsos): “Se cantarmos a música com duas frases, quantos pulsos marcaremos?” Os alunos contaram os pulsos por meio das sílabas, que resultou em 4. “E em qual sílaba iríamos interromper a música?” Os alunos leram, e responderam “quer”.

A docente realizou os mesmos questionamentos, apontando o quadro com os números (Figura 34). E continuou: “Se cantarmos a música com três frases, quantos pulsos marcaremos? (6), em qual sílaba iríamos interromper a música? (*go*) Se cantarmos a música com uma frase, quantos pulsos marcaremos? (2), Qual é o dobro de 2? Se cantarmos a música com duas frases, quantos pulsos marcaremos? (4) Qual é o dobro de 4 ? E o triplo de 4, quem sabe me dizer?”.

Explicou e exemplificou o triplo relacionando com a repetição por três vezes da música. Utilizou os questionamentos: “Se cantarmos a música duas vezes, vamos encontrar o dobro de pulsos? Como podemos encontrar esse número? Se cantarmos a música três vezes, vamos encontrar o triplo de pulsos? Como podemos encontrar esse número?”.

No desdobramento-05, a professora retirou o quadro com a letra da música, e retornaram ao posicionamento de roda, sentados. Introduziu o silêncio, representando o tempo de um pulso que denominou de “pausa”. Isto é, havia momentos em que, em vez de cantarem, só batiam palmas, omitindo a sílaba cantada do pulso. Cantaram a música toda e a professora ia indicando quando deveriam fazer o silêncio com a pausa no toque do tambor. Como não havia tempo prévio para não baterem palma, isto é, quando a professora não tocava o tambor, o movimento das palmas já havia sido feito, e os alunos reivindicaram que, por esse motivo, não estavam conseguindo sincronizar as palmas com o tambor. A professora propôs que um aluno fosse o “sinal” e ficasse ao seu lado. Quando o aluno levantasse os braços entre um pulso e outro, todos deveriam fazer a pausa no próximo, contando mentalmente o tempo daquele pulso.

No desdobramento-06, a professora apresentou o instrumento musical triângulo, e repetiu todos os desdobramentos substituindo o canto pelo toque dos instrumentos (triângulo e tambor), depois alternou canto e som dos dois instrumentos, conforme sugestão dos alunos.

No desdobramento-07, combinaram de fazer uma “Roda Musical Orquestrada”,

referindo-se à variação da produção musical associada aos caminhos (trilha) do sapo em seu *habitat*.

A “Roda Musical Orquestrada” consistiu em cantarem a música por duas vezes, com 20 alunos em pé, em roda, marcando os pulsos, levantando os braços um de cada vez do primeiro ao último aluno. Na primeira vez, a professora realizou o acompanhamento com triângulo, na segunda vez utilizou o tambor. Combinaram de repetir a última frase: “*mas que chulé!*” sem instrumentos, somente com maior intensidade na voz.

Assim, completaram a “Roda Musical Orquestrada” com a participação de todos os alunos, o que correspondeu ao canto da música por duas vezes. Depois, sugeriram que na penúltima frase só o tambor marcasse o pulso, sem o canto, e na última frase todos cantaram com maior intensidade: “*mas que chulé!*”.

No desdobramento-08, a professora propôs que, em duplas, contassem os pulsos, cantando a letra da música por meio dos movimentos de palmas; ela marcou os pulsos no tambor, com a intenção de referenciar a contagem de todos os alunos, que deveriam dar as respostas aos questionamentos, ora com números, ora com a sílaba da música correspondente ao número. Ela perguntava: “Pulso 5, com números!”, os alunos contavam e respondiam: “Sílaba “mo””; ou: “Pulso 3, com números!”, os alunos contavam e respondiam: “Sílaba “lá”. Variou os símbolos, quando perguntava: “Sílaba “quer”, com número!”, os alunos contavam e respondiam: “8”; ou: “Sílaba “lé”, com números!”, os alunos contavam e respondiam: “9”, associando letras e números alternadamente.

Eles perceberam que se a professora perguntasse as sílabas *sá*, *lá*, *mo*, *go* e *lé* só havia uma resposta certa; porém, se ela se reportasse às sílabas *pé* e *quer*, poderiam ter dois números, como resposta, corretos, porque havia duas sílabas de cada na letra da música.

Depois de repetir por várias vezes os questionamentos, ela colocou a letra da música (Figura 33) para que, juntos, após cada questionamento, conferissem a resposta, acompanhando a contagem olhando para o quadro. Ela chamou diferentes alunos para que assumissem seu papel de apontar as sílabas durante a contagem no quadro e tomou o lugar do aluno na dupla, a fim de que observassem a compreensão das associações e realização cálculos, por todos os alunos. Nesse momento, ela oportunizou a outro aluno o toque do tambor que dava referência sonora a todos os momentos de contagem.

No desdobramento-09, a professora separou a turma em duas filas, uma de frente para a outra. Propôs a dinâmica de cantarem a música, acompanhando o ritmo tocado no tambor, em que cada dupla deveria abaixar em pulsos consecutivos, semelhante ao desdobramento-02, só que, em vez de estarem posicionados em roda, estavam em duplas, com a formação de

fileiras. Os alunos chamaram de “Onda” (Figura 35) essa atividade porque, ao abaixarem em duplas de uma ponta a outra, os movimentos pareciam uma onda do mar e também a “onda” das torcidas de futebol.

Ela propôs a mesma atividade substituindo o canto pela contagem dos pulsos. A professora observou que o movimento de uma “Onda” equivalia a 9 pulsos. Realizou questionamentos: “Quantos pulsos tem uma onda? E se a onda for e voltar? Quantos pulsos marcamos? Então, podemos afirmar que, se a onda for e voltar, temos o dobro de pulsos? Por quê? E pra ser o triplo? Quantas vezes a onda deve se movimentar?”. Dessa forma, a movimentação da música com pulsos foi associada à contagem da metade, do dobro e do triplo.

Figura 35 - Imagem Seminário - Atividade: **Onda**



Fonte: Documento da Professora 2º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

No desdobramento-10, os alunos deveriam identificar quem era a dupla de posição 5 da onda, sem cantar ou realizar o gesto, apenas escutando o toque do tambor como referencial rítmico da contagem. Isso exigia que os alunos contassem mentalmente as duplas. Em seu relato, ela afirmou que manteve as mesmas duplas nas mesmas posições, por vários dias, para que todos entendessem a proposta da atividade. Depois disso, pediu que os alunos se posicionassem de costas um para o outro (na dupla), e realizou os mesmos questionamentos. Os alunos memorizaram as duplas e suas posições na “onda”; assim, realizaram os cálculos sem o apoio visual, pois estavam de costas para os colegas na fila.

No desdobramento-11, a professora explicou o conceito de números pares e ímpares, conceituou número par como aquele possível de se dividir por dois e obter o mesmo resultado, e número ímpar como aquele que, ao ser dividido por dois, não tem resultado exato.

Combinou com os alunos que ela iria cantar e bater palmas. Quando ela parasse, eles deveriam pensar, sem falar, em qual número/pulso a música parou. Ela questionou: “Este número é par ou ímpar? Qual é o dobro deste número? E a metade? Qual é o triplo deste número?” Assim, ela realizou o jogo do “Adivinha que Número eu sou?”⁹ com maior complexidade, acrescentando novos desafios.

b) Contribuição – Sistema de Numeração Decimal - 2º ano ensino fundamental

Essa atividade, apresentada pela professora do 2º ano do ensino fundamental no Seminário, não foi discutida anteriormente como acontecera com as demais atividades durante a pesquisa. Ela foi elaborada, desenvolvida e analisada exclusivamente pela professora do 2º ano, o que representa sua percepção individual do Momento-03.

A professora esclareceu que, em seu planejamento a partir do ensino de Sistema de Numeração Decimal, listou os seguintes conteúdos matemáticos a serem ensinados: metade, dobro, triplo e cálculo mental com soma. Porém, ao final do Momento-03, percebeu que foi além, tendo a oportunidade de envolver outros conteúdos típicos do Sistema de Numeração Decimal, como: números pares e ímpares, soma de dezenas, múltiplos, subtração, multiplicação e divisão.

Ela foi capaz de analisar sua atuação refletindo o planejamento do currículo de matemática que pretendeu seguir e o currículo de matemática que utilizou, a partir dos elementos da Musicalidade e dos elementos do Sistema de Numeração Decimal.

A professora evidenciou ter associado a Corporeidade ao efeito SNARC quando realizou vários desdobramentos até cinco unidades/elementos, relacionando-os com movimentos, o que classifica a atividade tanto no critério do Sistema de Numeração Decimal (com o Efeito SNARC), quanto no critério de Musicalidade (Corporeidade).

[...] Nós trabalhamos a música: “O Sapo não Lava o Pé”, primeiro cantando e batendo palmas todos no mesmo ritmo, obedecendo ao pulso da música. Aí nós batemos os pés e utilizamos outras formas de marcar os pulsos, eles mesmos foram dando sugestões: fizemos com as palmas nas coxas, com as mãos para cima,

⁹ O jogo: “Adivinha que Número eu sou?” foi criado a partir da ideia de um aluno no desdobramento-05 do Momento-02. A professora deu continuidade ao jogo com novos desafios, no desdobramento-11 do Momento-03, associando pulsos com a contagem de números.

estalaram os dedos, batendo na palma da mão do amigo, cruzando as mãos, eles quiseram fazer só com a boca e eu cantando, para marcarem os pulsos só com a boca, pulando. Depois repeti as variações contando até 5 e brincando de estátua. Todos contaram, cantaram e se movimentaram com 5 pulsos. Aí eu fui trocando, a cada 5 pulsos eu sugeri nova movimentação e depois eles tinham que lembrar de todas sem eu falar[...]

[...] a maioria dos desdobramentos eu propus que fizéssemos até o 5, porque estudamos o processamento diferenciado a partir do 6. Aí depois que repetimos quantas vezes fosse necessário é que eu avançava com a numeração[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora alternou movimentos em grupos de 5 pulsos. Desta forma, associou os elementos de Musicalidade e do Sistema de Numeração Decimal. Além disso, estimulou a memorização de grupos de até 5 unidades, associados aos movimentos. No vídeo por ela apresentado, foi observada a variação de 5 grupos de movimentos. A grande maioria dos alunos realizou a sequência com sucesso. A professora perguntou para um dos alunos como conseguiu lembrar-se da sequência, e ele respondeu: *“Lembrei das partes do corpo de cima pra baixo (cabeça, braços, mãos, pernas e pés), aí depois era só contar 5 vezes cada batida...”*. O aluno mostrou que, a partir da associação do direcionamento das partes de seu corpo, memorizou a sequência dos movimentos e que, ao contar 5 vezes a movimentação estipulada, sabia que a sexta seria o movimento da próxima parte do corpo.

Ainda na atividade inicial, a professora permitiu que os alunos criassem e alterassem a ordem dos movimentos, propiciando espontaneidade e cumplicidade à prática docente. Propôs outros critérios quando sugeriram somente canto no lugar do movimento, e fizeram duas vozes: alunos, uma sílaba ou vogal, e a professora, sustentando o canto da letra da música. Esta prática, além da organização da respiração, propôs o exercício de controle dos movimentos e, naturalmente, a possibilidade da escuta atenta.

Uma aluna deu sugestão de cantarem com a letra “a”, “a sapa na lava a pá”, batendo com palmas na frente e atrás, de outras formas, do lado direito e do lado esquerdo. Então, eles mesmos deram várias sugestões para nós fazermos essa atividade.

[...] eles quiseram fazer só com a boca e eu cantando[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Em sua descrição, destacou sua preocupação com a compreensão de todos os alunos quanto às propostas dos desdobramentos, inicialmente até 5 unidades e, após perceber que todos entenderam e cumpriram as etapas com unidades menores, ela ampliou até 9, aumentando o nível de complexidade do cálculo mental.

A professora elaborou ao todo 7 atividades durante a realização da pesquisa. No Momento-03, ela e seus alunos já estavam se habituando às propostas dos desdobramentos da Musicalidade. Ao descrever no seminário suas práticas, ela mencionou vivências de atividades anteriores, o que revela que seus alunos já conheciam a forma como ela estava

atuando. Um exemplo foi quando propôs a relação matemática de numeral com pulsos e sílabas da música. Estas associações, aparentemente tão complexas, já haviam sido feitas em outras atividades, por isso seus alunos não tiveram dificuldade em realizar a proposta. Pois, afinal, tratou-se da representatividade de 3 códigos: número, ordenação do pulso e sílaba da palavra.

O exemplo concreto de continuidade dessa proposta foi o jogo “Adivinha que Número ou Sou?”, criado a partir da ideia de um dos alunos, por ocasião do Momento-02. Com esse jogo a professora acrescentou desafios matemáticos com os cálculos mentais (dobro, metade e triplo), dando continuidade desta sistematização de Musicalidade no Momento-03.

Era natural que, depois das repetições, os alunos, após compreenderem a proposta, memorizassem as associações e utilizassem uma das três representações para se referir a uma determinada quantidade ao responder os questionamentos sobre a resolução dos cálculos mentais.

É importante perceber o grau de representatividade que a professora estimulou por meio de elementos da Musicalidade, como também de comportamentos de participação e envolvimento com entusiasmo, imprescindíveis ao favorecimento da Atenção e Memória.

Quando a professora explicava os novos desdobramentos, ou mesmo realizava os questionamentos com desafios, os alunos pensavam, refletiam e logo se posicionavam, confirmando suas perspectivas. Os vídeos mostraram essa prática, sem que a professora evidenciasse o desenvolvimento desses hábitos saudáveis para qualquer aprendizagem. Eles principalmente mostraram conceitos matemáticos que se baseiam na reflexão.

No desdobramento-01, a professora pediu que os alunos levantassem um dedo de cada vez, conforme a marcação do pulso da música, e depois o abajassem. Ela estimulou a psicomotricidade (praxia fina) com a movimentação voluntária de dedos, associando unidades a cada mão. Os alunos contaram e reforçaram os componentes de 5 unidades, por ser essa a quantidade total de dedos de cada mão. A professora relatou que primeiro trabalhou com uma mão de cada vez:

[...] Nessa hora foi interessante porque antes da gente começar a cantar, eu falei que era para cada um mostrar uma das mãos na frente do corpo e a outra ficasse escondida nas costas. Aí falei: “Quantos dedos tem nessa mão?”. Eles responderam: “5”. Pedi que trocassem as mãos e fiz a mesma pergunta. Aí eu pedi que mostrassem as duas mãos, eles responderam: “10”. Aí eu perguntei: “Se na primeira tinha 5, e na segunda mão tinha 5, porque o resultado é 10?”. Aí, o F. (*nome da criança*) respondeu: “Porque a gente contou tudo junto[...]”. (Transcrição do áudio, prof.^a do 1º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Após perceber que todos os alunos compreenderam o procedimento da soma, isto é da adição de todos os dedos, a docente propôs a contagem organizada em duas formas. Uma de 1 a 9; e outra, inversa, de 10 menos 1, quando um aluno justifica que “só poderia ser 9”, porque ele sabe que o total de dedos das mãos sempre será 10.

O Momento-03 estimulou a Rota numérica constantemente, utilizando os três códigos: o código auditivo verbal, o código analógico e o código simbólico visual.

Percebeu-se que a professora gradualmente oportunizou a vivência da relação unidade-pulsos, contagem, cálculos mentais e depois códigos escritos. Interessante que, depois de realizar esse roteiro, ela repete as vivências, a contagem e os cálculos a partir da escrita, estabelecendo conexões entre fixação e repetição com novas amplitudes, criando movimento de ir e vir por meio de alterações de atividades com a Musicalidade que organizaram novos significados.

Tal procedimento é evidenciado no desdobramento-04, que exigiu o empenho de habilidades matemáticas na resolução dos cálculos mentais ao terem que manipular quantidades de forma descontínua em relação ao ensino tradicional, podendo ser observado com o percurso das seguintes operações: (9 pulsos) vezes 2 / dividido por 2 / vezes 3, ou adição de duas parcelas (9 pulsos) / subtração da mesma parcela / adição de mais 2 parcelas de 9 pulsos.

Observa-se que normalmente o ensino da adição tende a ser crescente: 1 parcela + 1 parcela = resultado / 1 parcela + 1 parcela + 1 parcela = resultado / 1 parcela + 1 parcela + 1 parcela + 1 parcela = resultado / etc. Assim, as parcelas são acrescidas continuamente a partir do entendimento e realização assertiva dos alunos.

Nesse desdobramento, a professora realiza a soma, depois a operação inversa, realizando a subtração, e em seguida soma três parcelas da mesma quantidade. ($9 + 9 = 18 - 9 = 9 + 9 + 9 = 27$), comprovando uma descontinuidade, se comparada ao ensino tradicional. Pela perspectiva da neurociência, esta descontinuidade é potencialmente benéfica para o pensamento matemático, uma vez que realiza o movimento de construir, desconstruir e construir com maior complexidade.

Os alunos utilizam habilidades de 1º) juntar, 2º) contar termo a termo para obter o resultado, 3º) retirar, 4º) contar termo a termo para obter o resultado, 5º) juntar, 6º) contar termo a termo para obter o resultado, 7º) juntar outra vez e 8º) contar termo a termo para obter o resultado. Isso revela o emprego de habilidades inversas que exigem a consciência dos procedimentos do Sistema de Numeração Decimal.

Esse roteiro partiu da **praxia global** (movimentos de cabeça, tronco e membros, no desdobramento-01), para a **praxia fina** (movimentos de mãos e dedos com olhos fechados para o apoio da contagem, no desdobramento-02), para o **condicionamento de movimento a contagem** de pulsos com novo critério de **escuta atenta** (som do tambor e pausas, também no desdobramento-02), para o condicionamento de movimento com **sincronia de tempo** (agachamento no tempo de um pulso, no desdobramento-03), para a **representação de dois códigos de/para contagem**, para utilização da **escrita para representar** a relação dos pulsos (unidades), até, finalmente, a **realização dos cálculos mentais**.

Os alunos puderam observar que a escrita representou quantidades (números) e sinais específicos das operações matemáticas (soma e resultado) a partir de um código da linguagem (letra da música), advindos do processo de Musicalidade, sendo possível demonstrar isso no papel. A reflexão envolveu a representação na linguagem matemática com função social. Isto é, o que os alunos visualizaram na escrita representou processos numéricos vivenciados com o corpo, o que aqui se chamou de Corporeidade.

A Rota numérica esteve presente no Momento-03 com a presença de todos os códigos, configurando-se por meio de elementos da Musicalidade. O código auditivo verbal foi utilizado quando a professora substituiu a sílaba responsável pelo pulso pelo nome do número correspondente. Ao contar em voz alta e utilizar diferentes signos (corpo, sílabas e números) simultaneamente, a professora inseriu ideias de posicionamentos de números antecessores e sucessores, dobro, metade, triplo, pares e ímpares, inclusive utilizando a nomenclatura matemática para identificar vivências e numerais (que deveria ser sempre assim...). Sem conhecer o Sistema de Numeração Decimal, não seria possível realizar os desdobramentos.

A docente estimulou o código analógico quando organizou elementos da Musicalidade para a realização do cálculo mental (ora com o apoio da visualização dos movimentos dos corpos dos colegas, ora sem a visualização) e quando pediu que ficassem de costas para seu par, questionando a identidade da dupla correspondente ao valor posicional na fila ou à quantidade de pulsos marcados no trecho da música estabelecido por frases.

Ela demonstrou ter estruturado os desdobramentos dos cálculos mais simples para os mais complexos. Iniciou com a contagem e, gradualmente, ampliou para soma, subtração, multiplicação e divisão.

O código simbólico visual foi estimulado nos slides com a letra da música e destaque para a relação entre sílabas e números (Figuras 33 e 34). Além disso, o código simbólico visual esteve presente na atividade de fixação (Figura 36) que a professora apresentou no Seminário em formato de folha ofício, parte integrante de seu portfólio.

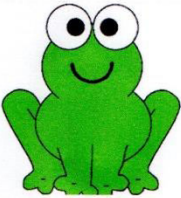
Nesta, a professora pôde avaliar se os alunos compreenderam as associações pulso/unidade, se realizaram a contagem, se compararam respostas e assinalaram os resultados das contagens, se compreenderam os conceitos de dobro e triplo e se realizaram estes cálculos multiplicativos utilizando a adição.

Figura 36 - Slide do Seminário: Atividade de Fixação

ALUNO (A): _____ DATA: _____

1) MARQUE COM UM X AS SÍLABAS CORRESPONDENTES AOS PULSOS QUE VAMOS CANTAR DA MÚSICA " O SAPO NÃO LAVA O PÉ "

O SAPO NÃO LAVA O PÉ
 NÃO LAVA PORQUE NÃO QUER
 ELE MORA LÁ NA LAGOA
 NÃO LAVA O PÉ PORQUE NÃO QUER
 MAIS QUE CHULÉ !!!



2) CONTE QUANTOS PULSOS VOCÊ MARCOU E MARQUE A RESPOSTA CERTA:

() 1 () 5 () 9

3) DESENHE OS PULSOS DA MÚSICA UTILIZANDO O SÍMBOLO X

4) DESENHE O DOBRO DOS PULSOS UTILIZANDO O SÍMBOLO

5) CONTE E ESCREVA O TOTAL AQUI: _____

6) DESENHE O TRIPLO DOS PULSOS UTILIZANDO O SÍMBOLO

7) CONTE E ESCREVA O TOTAL AQUI: _____

Fonte: Documento da Professora 2º ano ensino fundamental (Dezembro, 2016)

A professora elaborou a atividade escrita a partir das atividades vivenciadas nos desdobramentos. E relacionou contagem, quantidades e numerais com pulsos da música; contagem e cálculo com operações de soma, dobro e triplo; desenhos de formas geométricas associadas com quantidades.

Observou-se o estímulo do Senso Numérico ao ter utilizado elementos da Musicalidade, quando questionou os alunos sobre a quantidade de pulsos e os procedimentos de contagem para encontrar o dobro, metade e triplo dos pulsos da música (desdobramentos –

04 e 11). Ela estimulou o cálculo mental ao perguntar qual aluno representou o numeral correspondente à sequência de pulsos na música. Conclui-se que, para realizar estes desdobramentos, foi pressuposta a utilização do Senso Numérico (conhecimento e procedimentos/estratégias de contagem e recuperação de memória).

Os elementos da Musicalidade estavam presentes integralmente quando ela associou Corporeidade, Ritmo e Som com os conceitos matemáticos, oportunizando aos alunos vivenciar suas ideias, acrescentando inclusive a pausa (tempo de silêncio) e os instrumentos musicais tambor/triângulo, como elementos de contagem (desdobramentos -02 e 06).

A professora não somente estimulou como também identificou e relatou o condicionamento do empenho da Memória Operacional (Funções Executivas) no momento em que os alunos precisaram manter uma informação durante segundos ou minutos para o processamento de cálculos de forma consciente. Esse fato ocorreu em todos os desdobramentos, podendo ser identificado com maior complexidade no desdobramento-10, quando os alunos, a partir da memória espacial das fileiras já estabelecidas (o mapa mental de todas as duplas), deveriam calcular qual dupla correspondia àquele numeral, sem o apoio visual. Isto é, os alunos tiveram que manipular informações abstratas para contagem e cálculo mental envolvendo soma, mantendo na memória o número identificado.

Percebeu-se a indissociabilidade da Atenção Voluntária com a Memória Operacional desses cálculos. Porém, muitos autores não concebem tratar essas habilidades separadamente (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2010). Por esse motivo, faz-se importante conceber as funções executivas como um conjunto de processos mentais complexos responsáveis pelo direcionamento de comportamentos para a resolução de problemas.

Para toda construção didática organizada pela professora no Momento-03 é fundamental o registro de estimulação do Controle Inibitório que a Musicalidade oportunizou para que as atividades fossem realizadas pelos alunos. É consenso entre pesquisadores que a linguagem matemática exige um mínimo de Atenção Voluntária para a aprendizagem de seus conceitos. No Momento-03, se não houvesse o controle da corporeidade no abaixar-se conforme a música, com certeza não chegariam ao desdobramento-01: poderiam agir com impulsividade ao realizar os cálculos matemáticos.

A Musicalidade, ao determinar a realização da Escuta Atenta com espera e reflexão, propiciou o desenvolvimento do hábito de silenciar para refletir. Essa prática é exposta nos vídeos que a professora mostrou em sua apresentação. Havia hora pra cantar, para mover-se com amplitude, hora para se controlar e para refletir, prestar atenção e resolver os problemas por meio dos questionamentos da professora. Porém, para o que ainda não havia

“combinado”, cada um deveria esperar sua vez de falar. Não foi esclarecido pela professora se o fato de, em alguns momentos, ter indicado o aluno para dar a resposta e, em outros, deixar que todos a falassem, era uma estratégia da Intencionalidade. Porém, ficou nítido o entusiasmo dos alunos ao buscarem respostas certas para os questionamentos da professora.

b) Contribuição - Currículo - 2º ano ensino fundamental

Observou-se a utilização da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal tanto no “currículo moldado” quanto no “currículo em ação”, quando a professora elaborou e executou seu planejamento utilizando elementos da Corporeidade, Ritmo e Som para a contagem e cálculo mental.

O currículo foi moldado pela professora de forma versátil, natural e integrada. Os desdobramentos da atividade proporcionaram ideias para a compreensão e formação dos conceitos matemáticos elencados para o currículo de anos posteriores como, por exemplo, multiplicação e divisão de dezenas, progressão aritmética e operações entre conjuntos (união, diferença e interseção).

A professora utilizou a multiplicação e divisão de dezenas ao solicitar que as crianças manipulassem a quantidade de repetições da música. Estabeleceu que cada vez que cantavam e marcavam a música deveriam considerar nove palmas (marcações), ou nove sílabas, ou nove pulsos. Propôs o cálculo mental com duas e três vezes e nomeou esta referência numérica do movimento corporal de “Onda”.

No desdobramento-03, identificou-se a vivência da ideia do conceito matemático de progressão aritmética (P.A.) – que representa sequência numérica em que cada termo, a partir do segundo, é igual à soma do termo anterior com uma constante. Na P.A, encontra-se a presença de uma constante chamada de razão (r), sendo ela obtida por meio da diferença de um termo da sequência pelo seu anterior. Por exemplo, quando percebem a mesma variação do número de pulsos com o de presença de alunos e que, se havia 20 alunos, para que todos abaixassem, era preciso cantar a música duas vezes, mais a primeira frase. E, dando continuidade na música, a diferença entre o aluno que começava e o aluno que terminava era de duas crianças. Logo, o número de faltas seria a diferença na contagem.

Identificou-se o conceito de conjuntos na “Roda Musical Orquestrada” (desdobramento-07) e suas relações de união, diferença e interseção, quando a docente categorizou movimentações determinadas – cantar levantando os braços, a primeira vez com triângulo, a segunda vez com tambor – e alternou movimentos com canto, finalizando com

intensificação da frase “mas que chulé” por todos. Eles relacionaram e combinaram elementos da Musicalidade diversamente na mesma música, alternando e categorizando procedimentos durante a execução.

No desdobramento-09, a professora repetiu a dinâmica dos desdobramentos-02 e 03. Dessa vez abaixaram em duplas, obedecendo ao pulso da música, o que ampliou para uma maior complexidade da proposta, porque exigiu sincronia de movimentos entre os dois alunos da dupla, de acordo com o ritmo. Além disso, deveriam realizar o cálculo mental a partir da visualização das duplas, posicionadas em fileira. Isso exigiu, além da sequência numérica, a representação do valor posicional dos números.

Outro conteúdo identificado no Momento-03 consistiu nas formas geométricas de círculo, cilindro e triângulo. Por meio da exploração do formato dos instrumentos musicais, foi oportunizada a manipulação tátil; a identificação sonora; simultaneamente, a Praxia Fina (manipulação coordenada de diferentes movimentos de apreensão e movimento com as mãos, para a produção de pulsos determinados); e a identificação das quatro qualidades sonoras: diferentes timbres (som do tambor diferente do som metálico do triângulo), andamento (velocidade), altura (grave e agudo) e intensidade (forte e fraco).

As propostas destacaram a concepção de ensinar e aprender matemática desenvolvendo o pensamento reflexivo e crítico, capaz de resolver problemas a partir de conceitos já construídos e não mais recebendo atividades escritas prontas para copiar, ou fazer “como no modelo”, sem a devida compreensão.

A elaboração de hipóteses com suas testagens propiciou as transferências de procedimentos de contagem e organização de dados mentalmente. E isso indicou anteceder a escrita matemática aumentando a velocidade do processamento cognitivo, fenômeno semelhante ao conceito do Efeito Mozart, quando pesquisas comprovaram os efeitos da música na velocidade dos processamentos mentais típicos da área matemática (RAUSHER *et al.*, 1993; THOMPSON, 2015).

A professora declarou que seu trabalho com a Corporeidade aconteceu de forma livre e prazerosa. Trabalhou com ritmo binário (sequência de um pulso de intensidade Forte, seguido de um pulso de intensidade fraca, outro Forte, outro fraco, assim por diante, padronizado, continuamente) por ter percebido o favorecimento das associações matemáticas para contagem. A melodia da música possibilitou em todos os momentos grande variação das qualidades do som (intensidade, altura, timbre e andamento), favorecendo as repetições necessárias para os cálculos que propunha.

[...] assim, cada vez que repetiam a música, e eu notava que de alguma forma estava ficando muito repetitivo, eu variava usando as qualidades, tipo assim: “Nesta vez, nós vamos cantar com a voz bem aguda”, ou “Desta vez vamos cantar com a voz grave[...]”, assim, foi possível mantê-los motivados e atentos porque não ficava enjoativo[...] (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora comprovou ter compreendido a associação ritmo e pulso da Corporeidade. Não tendo pressa de avançar nos conteúdos, permitiu movimentos amplos, variados e diversificados. Aceitou sugestões dos alunos, percebeu o quanto ficaram envolvidos e alegres em todas as etapas do Momento-03 e conseguiu relacionar o ensino de matemática com a proposta de Musicalidade, integralmente.

Quanto aos desdobramentos, a professora esclareceu que a Criatividade (Funções Executivas) foi uma habilidade desenvolvida pela Musicalidade tanto nela própria quanto nos alunos, pois à medida que os alunos iam criando novas formas de se movimentar, cantar ou alterar ritmo e qualidades do som, ela configurava essas sugestões com a nova proposta, que ela organizava pensando nos conteúdos matemáticos vinculados ao currículo do 2º ano do ensino fundamental.

Ainda sobre o currículo escolar voltado para a dinâmica da Interdisciplinaridade, a professora destacou sua crítica quanto à “associação” das disciplinas que poderiam contribuir para a estimulação do pensamento matemático.

[...] Mesmo as crianças tendo aulas de músicas na escola, o “Projeto Música nas Escolas” da rede Municipal, o ritmo e a marcação dos pulsos foi uma novidade para eles e para mim. Trabalhar os ritmos com os movimentos do corpo, a marcação dos pulsos no corpo, são coisas novas, que me chamaram bastante atenção, achei bem produtivo para a questão da matemática, que não temos essa associação. Trabalhamos o material concreto para introduzir o abstrato, mas não trabalhamos o corpo, tenho alunos passados que tinham vergonha de contar usando os dedos (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Ela explicou como ensinava matemática anteriormente, omitindo as vivências da Corporeidade, e relatou as consequências negativas dessa prática, principalmente em relação à autoestima. Reforçou a má organização das escolas que, em sua maioria, não consideram os momentos de ludicidade como estimulação do desenvolvimento.

Relatou sua percepção após a participação na pesquisa enfatizando a relação da aprendizagem com a corporeidade.

Hoje vejo que esses alunos já estão utilizando o corpo de forma espontânea, e sem receio. Eles acharam interessante, eu como a professora regente, que estou todos os dias com eles, trabalhando a música, e a matemática junto, introduzindo conteúdos. Quando fazíamos esse *feedback* com as atividades escritas, eu confirmava o que eu tinha trabalhado. Eles não tinham dificuldade de associar o que fizemos através do trabalho com o corpo, a música e a matemática (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora relatou que os alunos vivenciaram a interdisciplinaridade de forma espontânea e natural e realizaram essa “associação” entre Corporeidade, elementos da Musicalidade e Matemática sem dificuldades ou fragmentações do tipo cada hora “pensa em um”.

A professora integrou a alfabetização e o letramento com as habilidades do Sistema de Numeração Decimal não somente no código escrito de números, mas também ao associá-los às sílabas das palavras, reforçando as rimas e construções métricas.

Em síntese, em função do currículo de matemática do 2º ano do ensino fundamental para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, destacaram, em cada desdobramento, os conteúdos e habilidades matemáticas que a Musicalidade favoreceu, em especial o Efeito SNARC, a Rota Numérica e o Senso Numérico, por meio de seus elementos:

- Desdobramento-01 - conteúdo matemático: contagem de numerais até 10, adição e subtração; habilidades matemáticas: sequenciação e ordenação de movimentos com dedos das mãos conforme contagem.
- Desdobramento-02 - conteúdo matemático: formas geométricas (círculo e cilindro) e contagem; habilidades matemáticas: cálculo mental, identificação das formas geométricas, contagem de numerais de 1 a 9, com pausas.
- Desdobramento-03 - conteúdo matemático: contagem, soma, subtração e multiplicação; habilidades matemáticas: representação numérica, cálculo mental, e representação de quantidades e numerais com sílabas.
- Desdobramento-04 - conteúdo matemático: contagem, soma, subtração, multiplicação e divisão; habilidades matemáticas: organização do cálculo mental com dezenas, proporcionalidade, representação de quantidades e numerais com pulsos fortes, representação numérica e sílabas e conceitos de metade, dobro e triplo (sem e com apoio da escrita numérica).
- Desdobramento-05 - conteúdo matemático: contagem de 2 em 2, 3 em 3 elementos; habilidades matemáticas: cálculo mental com adição, proporcionalidade e diferentes procedimentos de contagem.
- Desdobramento-06 - conteúdo matemático: contagem, forma geométrica (triângulo); habilidades matemáticas: cálculo mental, identificação de forma geométrica, contagem de números de 1 a 9 com pausas.
- Desdobramento-07 - conteúdo matemático: contagem, adição e ideias sobre conjuntos; habilidades matemáticas: categorização, cálculo mental e vivências das relações entre conjuntos.

- Desdobramento-08 - conteúdo matemático: contagem; habilidade matemática: representação de quantidades em associação de números e sílabas.
- Desdobramento-09 - conteúdo matemático: contagem, soma e multiplicação; habilidades matemáticas: cálculo mental, conceitos de metade, dobro e triplo.
- Desdobramento-10 - conteúdo matemático: contagem; habilidade matemática: cálculo mental.
- Desdobramento-11 - conteúdos matemáticos: contagem, multiplicação, divisão, ideias sobre números pares e ímpares; habilidades matemáticas: cálculo mental, conceitos de metade, dobro e triplo.

A professora esclareceu que reforçou a ideia de progressão aritmética (vivenciada também no Momento-02), multiplicação e divisão com dezenas, operações matemáticas até 18 unidades, que não fazem parte do currículo proposto para o 2º ano do ensino fundamental, mas que ela teve a oportunidade de antecipar devido às situações vivenciadas, que propiciaram a organização dos dados em função das atividades de Musicalidade.

c) **Contribuição - Mediação Docente - 2º ano ensino fundamental**

A atividade foi realizada em três semanas e meia com os 20 alunos, sendo um com TDAH e outro com baixa visão. De acordo com o relato, a professora não fez adaptações específicas, apesar de observar que as atividades foram mais difíceis para o aluno com TDAH, principalmente quando ela introduziu a pausa (silêncio), que exigiu a contenção do movimento do corpo em sincronia com um tempo determinado, relativo ao pulso rítmico (desdobramentos 05 e 07).

Quanto ao aluno com baixa visão, não houve nenhum tipo de observação de diferencial durante todos os desdobramentos do Momento-03. Ele participou com entusiasmo, expressando alegria em estar integrado ao grupo.

- *Pesquisadora*: “Na hora que você determinava qual gesto era proposto, todos prestavam atenção? E os alunos com baixa visão e TDAH? Notou diferenças neles? Principalmente na hora de você propor, eles entenderam o que você pediu?”

- *Professora*: “Entenderam. Todos os dois entenderam. Marcar com palmas foi mais fácil marcar o pulso certo, já quando eram outras partes do corpo já senti uma dificuldade maior pela questão da atenção. O aluno que tem TDAH se preocupava com outras coisas. No vídeo, a gente percebe que ele faz outros gestos, outras coisas chamavam a atenção dele, às vezes ele até estava marcando, mas assim, a gente via que a atenção dele não estava focada só naquilo. Com o aluno com baixa visão não, eu percebi que ele tentava entrar no ritmo; algumas vezes ele conseguiu, outras não, mas isso é comum, os outros também. Eles foram superando a cada desdobramento e

no final estavam realizando os cálculos mentais. Foi gradativo, entende?” (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora explicou que inseriu momentos de Escuta Atenta em suas aulas diariamente. Compreendeu que o silêncio também é uma questão de desenvolvimento de hábito e que precisa ser vivenciado para ser realizado com atenção. Em suas aulas de matemática, percebeu que essa “preparação”, que envolve respiração, minutos de olhos fechados, e tranquilidade, contribuiu para maior concentração nos momentos de explicação de conceitos matemáticos.

[...] esta questão da “escuta atenta”, eu na verdade já havia lido sobre os benefícios da meditação, do relaxamento e volta à calma, mas nunca pensei em preparação para aula de matemática, especificamente com elementos da Musicalidade. Música para mim, sempre foi mais para agitar que pra acalmar, entende? (*risos*)... Na verdade, eu nunca havia vivenciado essas atividades. E depois de me perceber nos encontros do nosso grupo, senti que até meu coração diminuía os batimentos... (*risos*). Como diz a colega, quando a gente vivencia a proposta, a gente acredita, porque passa pelo nosso corpo. Aí a gente insere na prática da sala de aula, porque sabe e vê que dá resultado (Transcrição do áudio, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Assim, ela atribuiu uma prática, que seria exclusiva ao aluno com TDAH, devido a sua especificidade, no favorecimento de todos os alunos. Inseriu o relaxamento e Escuta Atenta no seu planejamento diário, beneficiando a todos no processo de aprendizagem. Afirmou, inclusive, ter vivenciado esses benefícios em si mesma, em suas tarefas do dia a dia, ao se perceber mais calma e tranquila.

A professora demonstrou paciência e carinho com todos os seus alunos, adequando um dos princípios da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural que afirma que estruturar cognitivamente a realidade de modo qualitativo implica não apenas em elaborações racionais, mas igualmente em elaborações afetivas: “Cognição e afeto são faces da mesma moeda de construção” (FEUERSTEIN *apud* SASSON, 2006, p.79).

Ela permitiu que as sugestões dos alunos alterassem a rota dos desdobramentos, dividindo com eles a responsabilidade de elaborar e desenvolver novos desafios a cada desdobramento. Criou um ambiente de solidariedade e cumplicidade ao descrever a ajuda mútua, indispensável à educação inclusiva.

Então tinham nove duplas, e baixavam de acordo com a marcação, e subiam[...] Não sei se vocês percebem um ajudando o outro (*referindo-se à visualização do vídeo*), na hora que está marcando o pulso, um mesmo fala para o outro: - Está na sua vez... um ajuda o outro a marcar o pulso[...] para o outro perceber a marcação, porque assim, uns têm facilidade em relação a isso, e outros não tem tanta facilidade[...] (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Com esses acontecimentos, foi possível afirmar que a mediação da professora organizou os desdobramentos a partir dos elementos da Musicalidade, oportunizando o exercício da Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM), colaborando para o exercício da inclusão.

Cada elemento impulsionador do próximo desdobramento foi um “agente mediador” mais apropriado porque produziu esquemas cognitivos, ampliando e transformando conflitos cognitivos em novas oportunidades de conhecimento. Seus questionamentos nas vivências ocorreram instantaneamente, após desafios. Por exemplo, no desdobramento 7, quando alternou os timbres do tambor com triângulo; ou no desdobramento 8, quando acrescentou práticas diferenciadas nas duas últimas frases musicais, seguindo sugestões dos alunos, ampliando e diversificando o estímulo.

Ou ainda, no desdobramento-11, ao relatar que os alunos identificaram os números pares e ímpares por meio da observação e reflexão:

[...] Depois que nós fizemos essa variação em que eles identificaram os pulsos abaixando e levantando, eles identificaram quais eram os números pares e quais eram os números ímpares, dividimos juntos todos os números por dois, e observaram a quantidade de cada mão. *(realizou gestos mostrando que os alunos mostraram as quantidades nos dedos das mãos ao dividirem o número por dois)*. Antes disso, nós fizemos a roda, eu já havia introduzido os instrumentos musicais e a questão da marcação dos pulsos, aí fizemos as filas, eles fizeram as atividades de levantar e abaixar na fila, identificaram quais eram os números pares, quais eram os números ímpares, memorizaram, e só quem fosse número par abaixava e depois, só quem era número ímpar. (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Dessa forma, como Experiência de Aprendizagem Mediada nessa atividade, os estímulos não existem por si só, eles foram planejados, modulados, organizados, eliminados e modificados, conforme as necessidades reguladas pela professora mediadora. Ao reconfigurar os desdobramentos (estímulos), ela avaliou elementos das estratégias adequados a cada situação conforme seu objetivo didático (ensino do Sistema de Numeração Decimal).

Quanto aos critérios de mediação docente, a professora demonstrou Intencionalidade desde a elaboração, quando esclareceu os conteúdos matemáticos que havia determinado para ensinar (metade, dobro, triplo e cálculo mental com soma). Durante o desenvolvimento das atividades, ao identificar a amplitude dos conteúdos típicos do Sistema de Numeração Decimal (soma de dezenas, múltiplos, subtração, multiplicação e divisão, pares e ímpares), acrescentou práticas mediadoras, que anteciparam conteúdos matemáticos de anos posteriores do ensino fundamental. Ela explicou que, ao observar a participação de todos os alunos e seus tempos de aprendizagem, ela avaliava quem precisava de “reforço” e quem já havia

compreendido. Esse reforço ela associou a repetir movimentos e responder questionamentos específicos de cada desdobramento.

Observaram-se, em suas anotações do portfólio, seus registros informais realizados durante o desenvolvimento dos desdobramentos, chamados por ela de “rascunhos de planejamento”. Eles funcionaram como indicadores da estrutura de organização dos desdobramentos, assim como prova de seu empenho de acrescentar elementos para ampliar o currículo, quando registrou dados que serviram para os desdobramentos posteriores.

A Intencionalidade da mediação não somente foi aplicada no planejamento da atividade e seus desdobramentos, como também foi refletida a partir da ótica do aluno. E, a partir dessa ótica, a professora realizou sua própria autoavaliação. Esse movimento é indispensável na prática do Modelo de Aprendizagem Mediada. É a autoavaliação, em consonância com o conhecimento dos estímulos das habilidades cognitivas matemáticas, assim como os conhecimentos específicos dos conteúdos matemáticos, que caracteriza o movimento de construção-desconstrução, ampliando significados e, conseqüentemente, a Intencionalidade da mediação.

A Reciprocidade da Intencionalidade foi observada no comportamento dos alunos, ao participarem e realizarem as propostas da professora com entusiasmo, conforme ela descreveu e apontou nos vídeos apresentados em seu Seminário.

[...] a turma foi separada em filas e contamos os pulsos da música utilizando as palmas, aí eles viram que a música tinha nove pulsos[...] eles marcaram com os dedinhos, introduzi também os instrumentos musicais: o tambor e o triângulo, e eles contando identificaram os nove pulsos, vou mostrar aqui pra vocês no vídeo[...] (*a professora mostrou o vídeo da realização com as crianças*). Aí eles mesmos iam dando as ideias[...] olha lá, cantando com a marcha[...] (*apontando para o vídeo*). Eles fizeram duplas, e marcaram os pulsos com os amigos, fazendo sons uns com os outros, essa foi uma forma livre e espontânea que eles trabalharam o corpo[...] Essa daqui é a parte que eles usam o corpo junto com os amigos, de forma coletiva, mas eles ainda não estão sabendo que eles estão marcando o pulso. Estalando os dedos[...] não sei se vocês percebem, mas na hora de marcar os pulsos eles fazem forte mesmo, assim[...] aqui, foi na hora que eles sabiam a hora em que a música marcava o pulso eles abaixavam (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora realizou os desdobramentos, porém não deixou de avaliar permanentemente a contagem realizada pelos alunos. Durante seus relatos, ela sempre mencionou procedimentos de contagem que os alunos realizavam, descrevendo com detalhes como os alunos pensavam: ora contando com os dedos, ora contando apontando os dedos para os colegas, ora realizando o cálculo mental sem apoio visual.

[...] Aí, eles ficaram de costas uns para os outros e todas as vezes que eu toquei o tambor usaram só a imaginação, no pensamento, no abstrato, para imaginar qual a

dupla de número par correspondente deveria abaixar. Vamos supor, tinham nove duplas e eu toquei quatro vezes, eles tinham que pensar que a penúltima dupla que correspondia ao número oito deveria ser apontada como a dupla que ia abaixar. Então, alguns alunos usaram os dedos pra contar e tinham uns que não conseguiam guardar pra eles, logo falavam: - Tia, deu o número cinco. Outros falavam só o numeral. Falaram: - Tia você tocou cinco vezes, alguns não conseguiram ainda, porque não era só a questão do pulso e da marcação, eles tinham que saber números pares e ímpares, e da dupla. Tinham que identificar todas as duplas, porque todos estavam em pé, teriam que contar e adivinhar qual iria abaixar. (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Nesse sentido, ao incentivar o cálculo mental nos desdobramentos, a professora estimulou a percepção dos alunos quanto ao sentido de número, sua compreensão e sua utilização, aplicando o critério mediador do Significado para o conhecimento do Sistema de Numeração Decimal, com o qual os alunos estavam operando abstratamente, ou melhor, exercendo suas aprendizagens.

A docente ainda vinculou o Significado do cálculo mental à Memória Operacional, esclarecendo a importância da manutenção da informação para a realização das operações matemáticas. O Significado foi identificado pela professora no ambiente lúdico vivenciado com a Musicalidade, onde a motivação foi cumprir os desafios das brincadeiras (desdobramentos) em cooperação com os colegas. As crianças realizaram os cálculos mentais conscientes sobre onde aplicar os resultados (nos movimentos a serem realizados).

Quanto ao critério de Transcendência, ela citou os conceitos, vivenciados com a Musicalidade, de contagem, metade, dobro, triplo, números pares e ímpares, operações do cálculo mental (adição, subtração, multiplicação e divisão), que posteriormente favorecerão a utilização da linguagem matemática.

Além desses, a professora acrescentou como critério de Transcendência a estimulação/desenvolvimento das Funções Executivas: Memória Operacional, Atenção Voluntária, Controle Inibitório e Criatividade; e o desenvolvimento da Psicomotricidade: Lateralidade e Organização Temporal. Justificou sua identificação, argumentando sobre as habilidades envolvidas na aprendizagem escolar, especialmente dos conteúdos matemáticos dos anos posteriores.

Em especial, ela justificou o Controle Inibitório citando o exemplo de seu aluno com TDAH que, sem prestar atenção, e sem conter sua impulsividade, não conseguiria realizar os cálculos matemáticos. Justificou a Criatividade citando exemplos anteriores em que os alunos não criavam, não analisavam, não questionavam. Sua observação indicou que o desenvolvimento da Criatividade dos alunos era favorecido pelas relações afetivas despertadas pela Musicalidade:

[...] Ninguém consegue criar triste, oprimido e pressionado. A criatividade só aconteceu porque o ambiente mudou. Os alunos ficaram mais espontâneos. Estava nítido que o carinho que nos envolvia ocasionou a liberdade de pensar, de falar, de participar, sem medo de errar ou de levar bronca. (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora justificou a indicação da Lateralidade e Organização Temporal como mediação de Transcendência ao referir-se à sincronia dos movimentos e pulsos (ritmo) que contribuíram na organização e realização individual das atividades. E justificou também a importância dessas habilidades na alfabetização da escrita matemática, principalmente quanto ao posicionamento dos números em cálculos matemáticos. A professora citou casos de alunos com “escrita espelhada¹⁰” nos números; e comentou da necessidade de estimulação da Lateralidade nos anos iniciais do ensino fundamental.

Por meio da Experiência de Aprendizagem Mediada (FEUERSTEIN *et al*, 2014), os estímulos são transformados pelo mediador que, motivado por suas intenções, filtrou e organizou ações para que a estrutura cognitiva da criança fosse modificada.

d) Autoavaliação - Professora do 2º ano ensino fundamental

A professora iniciou a apresentação de sua autoavaliação (Figuras 37 e 38) descrevendo sua insegurança inicial quanto aos conhecimentos da área da música e quanto aos conhecimentos da área de matemática:

No primeiro momento, eu fiquei um pouco assustada com a proposta, até porque não tenho formação de música, apesar de gostar bastante, e o trabalho com a educação infantil ser bastante voltado para a área musical, todos os momentos da rotina diária utilizamos a música. Mas daí ensinar matemática com música? Eu fiquei pensando assim: Não entendo nada daquelas “bolinhas com um monte de linhas”, como vou fazer? Deve ser difícil [...] (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Na reflexão do grupo, após o Seminário, essa insegurança inicial foi apontada como sendo a sensação de todas as professoras, pelo desconhecimento da proposta pela falta de conhecimentos da própria área matemática.

[...] Muitas coisas me deixaram insegura depois que começamos, principalmente na área da matemática mesmo. Lembra que eu pedi para você perguntar para sua orientadora sobre a Progressão Aritmética? Então, eu pesquisei o conceito, na verdade nem lembro de ter estudado, não lembro porque nunca entendi. Só decorei,

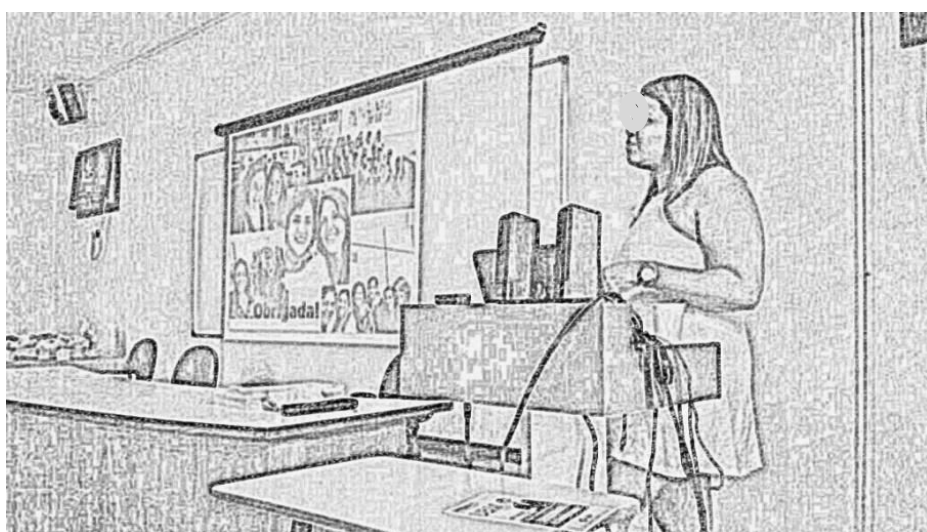
¹⁰ A escrita espelhada consiste na escrita refletida de letras e números (escrita na direção contrária da convencional: da direita para esquerda), geralmente apresentada pelas crianças na fase inicial da escrita. Depende da maturação da estrutura do Sistema Nervoso Central, e é superada com estímulos e definição da Lateralidade (esquerda-direita).

do tipo: “faça como no exemplo”. Eu pesquisei, mas tive dúvida se era isso mesmo e de como eu poderia ensinar. E foi assim também com a operação entre conjuntos, a cardinalidade de união (*risos*). Gente, eu me senti uma aluna de matemática, porque eu nunca tinha vivido esses conceitos, por isso as dúvidas e o medo de estar ensinando errado, entenderam? (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

O grupo apontou que, apesar de terem consciência da importância do mediador docente, ainda praticava o autoritarismo (como professores que detêm o saber, com o aluno como receptor apático), mesmo sem querer: ao analisar suas práticas junto ao grupo de estudos com as outras professoras, por várias vezes o grupo identificou atitudes não condizentes com a Mediação Docente adequada à Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, pois não haviam vivenciado a mediação para experienciar o que a teoria aponta como ideal.

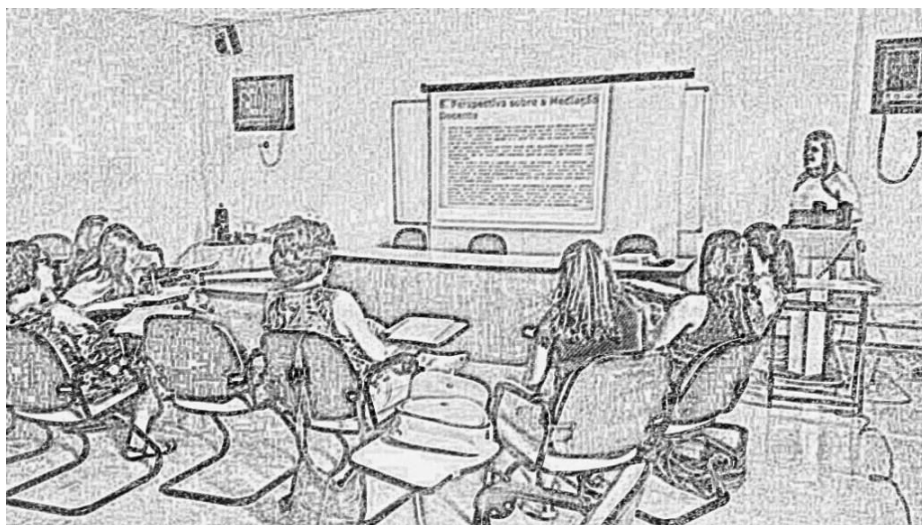
Apesar de as professoras não terem má intenção, na forma de tratarem seus alunos, suas práticas anteriores deveriam ser classificadas como autoritárias. Havia uma diferença no posicionamento diante do conhecimento, atribuída ao desconhecimento das teorias e dos próprios conteúdos matemáticos, utilizados sem reflexão e problematização, apesar de as práticas partirem de objetos concretos. Isso não bastava. A Corporeidade antes do concreto e a relação mediadora em cumplicidade com os alunos fizeram a diferença no ensino da matemática.

Figura 37 - Imagem apresentação Autoavaliação - Professora 2º ano ensino fundamental – 1



Fonte: Registro Grupo de Estudos (Dezembro, 2016)

Figura 38 - Imagem apresentação Autoavaliação - Professora 2º ano ensino fundamental - 2



Fonte: Registro Grupo de Estudos (Dezembro, 2016)

A cada desdobramento planejado, ou melhor, reconfigurado a partir da situação prática de ensino, elas puderam exercitar a mediação docente de forma concreta e significativa. Apontaram como elemento impulsionador desse processo a alegria, a espontaneidade e a afetividade que a música provoca e desperta durante as práticas, modificando em tempo real as relações humanas, reconhecendo e agregando novas criações.

A professora do 2º ano completou a reflexão afirmando sua modificação:

[...] Foi muito bom poder levar a teoria para a prática. Ver o envolvimento de todos e ter participado de forma prática me fez, como professora, ter outra visão diante do meu aluno. (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora realizou críticas ao sistema educacional, que exige notas e resultados quantitativos e, por vezes, impede o professor de criar novos procedimentos didáticos.

São ações que cobram tanto, só o resultado, sendo um sistema tão falho que se preocupa com a questão do processo e do resultado. O que ele está atingindo? Qual a nota? Um sistema quantitativo, que visa quantidade ao invés de qualidade. Perguntas essas que deveriam ser: Será que ele se desenvolveu? Será que ele aprendeu? Será que ele vai levar isso para vida dele? Para o futuro? Será que para ele aprender outro processo futuramente ele vai utilizar isso? Será que vai ser uma experiência que vai facilitar, ele, indivíduo, de outros que não tiveram essa vivência, essa experiência? São essas coisas que me motivaram. Na musicalidade, quando eu vivenciei, e também não consegui, você vê que também tem limitações, dá outra visão de profissional, de como eu posso ser um bom mediador, de como eu posso atingir outros objetivos que não só aqueles que eu previ, entende? (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

Ela destacou a importância da autonomia e liberdade ao criar e desenvolver práticas de ensino que refletem sua consciência do processo de aprendizagem de seus alunos. Sem uma

relação estreita de afetividade e intimidade com os alunos, essa visão, ou melhor, essa avaliação durante o processo não ocorre. Ela confirmou sua experiência com a Musicalidade como prática autônoma, avaliativa e consciente.

[...] Então fiz uma autoavaliação, tive outro olhar diante das dificuldades do meu aluno, e qual a melhor maneira de abordar, que ele não conseguiu chegar ao objetivo, mas caminhou um percurso, cada um faz o seu caminho, e meu papel de mediadora é traçar junto com eles meios de como vamos chegar ao objetivo. A Musicalidade estimulou o trabalho cooperativo, em equipe, e o “erro” foi visto de maneira diferente, e que ele não está sozinho. A participação aconteceu de forma ainda mais espontânea e divertida, pois eles não estavam travados, com medo de errar. Todos participaram com igualdade, não foi feito nada adaptado para os alunos de inclusão, eles fizeram tudo junto com os outros. (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora, nesse depoimento, apontou a presença do trabalho cooperativo e a cumplicidade nos momentos de “erros”, dando outro significado aos equívocos no processo de aprendizagem.

No registro reflexivo de seu portfólio, ela se reportou ao papel de mediadora como “intenso”, e ampliou sua reflexão ao apontar a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural como fundamento dessa intensidade. A seguir, um trecho de seu texto, como parâmetro de sua percepção.

Aprendizagem: Interessante a questão da mediação do professor como é intensa. Ele pensa o tempo todo nas ações que deve ter com o mediado, nas habilidades que deve estimular. Isso me chamou atenção. Sempre pensamos nos objetivos que temos que atingir, não pensamos nas habilidades que se podem atingir trabalhando aquele objetivo. O que eu posso atingir de habilidades no total para eu atingir aquele objetivo específico.

O sistema faz com que nós professores pensemos assim, eu vou fazer isso, para o aluno aprender isso, o foco é só o conceito. Uma coisa, sendo que a gente poderia ampliar esse conceito, ampliar os estímulos para trabalhar outras habilidades também. (Transcrição Relato Reflexivo, Portfólio, Prof.^a 2º ano, dezembro, 2017)

A professora leu esse registro para o grupo e destacou seu interesse pelos novos conhecimentos construídos com a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural. Afirmou ter adquirido novos livros e disponibilizou a leitura para o grupo.

Relatou sobre seus novos posicionamentos diante de suas práticas e reflexões e esclareceu que criara um novo olhar diante das dificuldades do seu aluno. Destacou a importância da consciência e responsabilidade que os novos conhecimentos proporcionam para sua atuação, sobretudo em sua prática inclusiva.

[...] A participação aconteceu de forma ainda mais espontânea e divertida, pois eles não estavam travados, com medo de errar. Todos participaram com igualdade, não foi feito nada adaptado para os alunos de inclusão, eles fizeram tudo. O lúdico chama muito a atenção, a roda, as músicas, as brincadeiras, a alegria, a participação de todo mundo, o relaxamento, a hora do silêncio, são coisas que não estamos

acostumados a trabalhar com alunos do Ensino Fundamental. O nosso sistema é imposto, todos sentados um atrás do outro, seguir a risca aquilo. (Transcrição do vídeo, prof.^a do 2º ano, Seminário, dezembro, 2016).

A professora exemplificou a importância da flexibilidade do manuseio de conteúdos matemáticos e de como a Musicalidade favoreceu a ampliação dos conceitos matemáticos, que serão fundamentais nos anos posteriores enquanto linguagem estritamente abstrata da matemática.

Pensar a matemática respeitando as fases do desenvolvimento neurocognitivo é pensar no ensino da matemática adaptado a todos os alunos, e não somente aos que são privilegiados por terem maior facilidade. Neste sentido, a docente afirmou que a Musicalidade foi capaz de mostrar em que etapa do processo os alunos estavam e como poderia direcionar seu planejamento e ações para que a aprendizagem se efetivasse.

Ela finalizou sua apresentação classificando a pesquisa como inovadora, detentora de novos paradigmas para a sua profissão. Ressaltou a importância do lúdico, da motivação e da inclusão que a Musicalidade proporciona ao ensino. Afirmou, por fim, que os estudos foram e serão fundamentais em sua vida profissional e agradeceu o estímulo do exemplo de amor e dedicação à profissão docente.

Conclusão do Momento-03

Percebeu-se a utilização de todos os elementos da Musicalidade no Momento-03. As duas professoras planejaram conteúdos de matemática e foram além de seus planejamentos a partir dos fenômenos vivenciados como estratégia de ensino do Sistema de Numeração Decimal.

No Momento-03, as professoras evidenciaram maior autonomia ao elaborar, desenvolver e analisar os desdobramentos de forma contínua, integrada e consciente. Estabeleceram conexões mediadoras entre alunos e aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal.

As docentes organizaram suas práticas considerando: a) a evolução dos alunos desde o Momento 01 até o Momento 03; b) as contribuições advindas das reflexões matemáticas dos alunos durante as vivências de Musicalidade; c) o conteúdo matemático pretendido (Sistema de Numeração Decimal); d) o conteúdo matemático ensinado (Cálculo Mental); e) as possibilidades dos elementos da Musicalidade (Corporeidade, Ritmo e Som) para o ensino da contagem; f) as relações matemáticas (operações de adição) vivenciadas com a Musicalidade

e com o cálculo mental; g) as habilidades cognitivas musicais na aprendizagem escolar, por meio da estimulação das funções executivas a partir do conteúdo curricular de matemática; h) a estimulação da Memória Operacional e Atenção Voluntária como benefício da Musicalidade, imprescindíveis para o cálculo mental; i) a autoavaliação na perspectiva inclusiva; j) os diferentes tempos de aprendizagem; l) a importância de considerar sugestões e reivindicações dos alunos; m) a compreensão do ensino como processo participativo e não unilateral docente; n) a necessidade de, enquanto docentes, estudar matemática; o) a prática de vivências que propiciem a avaliação diagnóstica como impulsionadora do processo de ensino e aprendizagem em tempo real; p) os critérios (quatro) da mediação docente como imprescindíveis para a modificabilidade cognitiva estrutural dos alunos (aprendizagem do conteúdo de Sistema de Numeração Decimal) na matemática e q) a perspectiva inclusiva integrada e permanente.

A partir dessas considerações, foi possível exemplificar reflexos da integração da tríade de fundamentação: 1) Neurociência com Musicalidade, 2) Neurociência com Mediação Docente e 3) Musicalidade e Mediação Docente.

O Momento-03 indicou a trajetória dos alunos na aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal e o percurso das professoras no ensino do Sistema de Numeração Decimal.

Ao elaborar, desenvolver e analisar os processos de ensino, mais do que a prática intuitiva, embutida de afetividade, as professoras demonstraram a aplicação dos conhecimentos construídos em grupo, exercendo a concepção freireana de considerar a identidade de cada indivíduo para a construção da identidade social como um ato político, de conhecimento, um ato criador (FREIRE, 2003).

Nesse sentido, optou-se por elencar, paralelamente, o movimento semelhante das duas professoras a partir de suas práticas e fundamentações. Para essa descrição conclusiva, seguir-se-á o roteiro das análises dos momentos, vinculando-os à trajetória, que ousamos chamar de evolução, a partir do Momento-01, configurado no Momento-02 e ressignificado no Momento-03.

Considerando os elementos da Musicalidade, observou-se que a Corporeidade esteve presente nos três Momentos como ponto inicial dos desdobramentos, como ferramenta didática de exercício do ensino e como espaço de observação do processo individual e coletivo, isto é, como instrumento de observação para avaliação diagnóstica e impulsionadora.

Assim, a intervenção corporal parte da premissa de que a noção de representação de quantidades é influenciada pelas vivências da Musicalidade a partir de experiências corpóreas

sensoriais (movimentos em direção à linha numérica mental – Efeito SNARC); de códigos verbais auditivos, códigos simbólico visuais e códigos analógicos (Rota Numérica do Modelo Código Triplo), e de procedimentos de contagem com recuperação de Memória Operacional (Senso Numérico).

A música, os sons produzidos pelo próprio corpo (canto, palmas e marchas) e os movimentos corporais regulados, que ocorrem durante as vivências da Musicalidade, são estimulados para marcar o ritmo e influenciar a sucessão de pulsos que, por sua vez, podem ser organizados e representados pelos números como exercício de contagem.

Esse processo é confirmado nos últimos desdobramentos do Momento-03, quando todos os alunos utilizam o Sistema de Numeração Decimal para o cálculo mental, sem o apoio visual; dessa forma, pode-se evidenciar a aprendizagem, uma vez que o cálculo mental se utiliza do Sistema de Numeração Decimal para ser realizado. Isto significa que, se o aluno não tem o conhecimento do significado e funcionalidade do Sistema de Numeração Decimal, ele não tem ferramentas cognitivas para realizar operações matemáticas (adição, subtração, multiplicação e divisão). Nesse sentido, pode-se afirmar que os elementos constituintes da Musicalidade oportunizaram o ensino e a avaliação do Sistema de Numeração Decimal.

Importante registrar que o Sistema de Numeração Decimal é de abordagem ampla, um conteúdo curricular referente aos cinco anos do ensino fundamental, e condição para o prosseguimento dos estudos de matemática dos anos finais do ensino fundamental. Então, os Momentos 01, 02, e 03 fazem parte de um processo escolar maior, o que implica dizer que foi parte de um todo, por se tratar de um conteúdo curricular amplo.

Quanto ao primeiro elemento da Musicalidade denominado de Corporeidade, iniciado no Momento-03, as duas professoras elegeram como prática inicial a Escuta Atenta como exercício da Atenção Voluntária, quando oportunizaram a observação e a reflexão dos alunos frente aos fenômenos de desafios matemáticos. Tais fenômenos foram verificados por meio das reflexões nas participações dos alunos durante os desdobramentos e evidenciados por: questionamentos, frases elaboradas como pensamentos, criação de termos expressivos dessa reflexão, ou mesmo como atitudes de correspondência frente aos desafios durante as atividades.

Foi possível observar que no Momento-01 os alunos pouco questionaram as atividades enquanto elas aconteciam; e no Momento-03, após as duas professoras relatarem a estimulação à criação do hábito da Escuta Atenta, eles questionaram, participaram, refletiram, reivindicaram e modificaram o processo de ensino, ao estabelecer suas percepções e opiniões

por meio de ideias de “coisas da matemática”¹¹. Eles identificaram a linguagem matemática por meio do exercício de desafios de contagem e cálculos que as professoras propuseram gradativamente, ao ampliar a complexidade das atividades em cada Momento.

Exemplos podem ser evidenciados nos questionamentos que as professoras realizaram e nas situações indicadas pelos alunos, que proveram novas possibilidades de ensino e, conseqüentemente, novos desdobramentos; como no Momento-01, quando o aluno do 2º ano questionou: - *Tia, você só vai ficar brincando hoje? A gente não vai ter aula de matemática?* – o que demonstra sua estranheza quanto à ludicidade da metodologia, além de não identificar elementos da matemática na atividade proposta. Atividade que é modificada no Momento-02, 2º ano, quando retratam a mudança de perspectiva da matemática ao identificar no questionamento características da linguagem matemática: - *Tia, eu também pensei uma “coisa matemática”... Olha só, quando é metade e toca o caxixi, se você não falar nada e tocar o tambor, vai ser o número mesmo, porque divide e depois junta o mesmo número... aí não muda...* Observou-se no Momento-02 que as reflexões dos alunos impulsionam novos desdobramentos, envolvendo elementos do Sistema de Numeração Decimal, como no 1º ano, ao reivindicarem as quantidades de pulsos a serem consideradas na contagem para a adição: - *Não deu pra ouvir separado porque vocês tocaram juntos, assim não vale! É pra falar junto ou separado?* e no 2º ano, ao reivindicarem a quantidade de sílabas a ser sincronizadas em dois pulsos: - *Como que eu vou colocar três sílabas em duas palmas? Não dá ...;*

Essa alteração de perspectiva é denominada aqui de configuração, porque o aluno identificou elementos típicos do Sistema de Numeração Decimal, ressignificados em vários desdobramentos do Momento-03, a partir da Escuta Atenta, na qual as professoras convidaram e estimularam, de forma colaborativa e ao mesmo tempo muito enfática, o exercício do pensamento matemático, criticamente, a partir do contexto da atividade e por vezes exemplificando a matemática presente em outros ambientes, como no mercado, nos brinquedos e nas músicas infantis. Assim, elas apresentaram a matemática nas relações sociais, com funções que demandam conhecimentos específicos e necessidade para organizar e facilitar os contextos quantitativos.

Para enriquecer este percurso, selecionaram-se dois exemplos do Momento-03. Com o 1º ano, a professora perguntou qual o significado dos números identificados na letra da música. Ela relatou que os alunos que já sabiam ler identificaram que os números se referiam às horas, e os que ainda não sabiam ler pensaram que os números se referiam às partes do

¹¹ Termo criado por um aluno do 2º ano do ensino fundamental, durante o desdobramento-07 do Momento-02, referindo-se a identificação de representações do pensamento matemático.

corpo. E com o 2º ano, após observarem, os alunos refletiram e perceberam que se a professora perguntasse as sílabas *sa, la, mo, go e lé* só haveria uma resposta certa. Porém, se ela mencionasse as sílabas *pé e quer*, poderia haver dois números corretos como resposta, pois havia duas sílabas de cada na letra da música.

Todos os questionamentos presentes no Momento-03 puderam ser provocados a partir do silêncio reflexivo que a Escuta Atenta pôde propiciar, e ao mesmo tempo criar o hábito de escutar com atenção. É importante salientar que as professoras, nos encontros iniciais do grupo de estudo, apontaram a agitação das crianças como elemento de comprometimento das reflexões matemáticas. O silêncio reflexivo e a Escuta Atenta confirmam esta modificação, bem como a contribuição da Musicalidade para que novos hábitos de escuta fossem adotados. As duas professoras, além da identificação dessa percepção no ambiente de ensino, relataram suas próprias modificações, ao adotar a prática da Escuta Atenta em suas vidas pessoais. Nesse sentido, tornou-se relevante confirmar a conexão entre Escuta Atenta e Atenção Voluntária, que propiciou o empenho de outras funções executivas (Memória, Flexibilidade Cognitiva, Controle Inibitório) no pensamento reflexivo da matemática, tanto na realização da contagem quanto na realização do cálculo mental.

Ainda sobre a Corporeidade, é importante registrar a intensidade da educação psicomotora presente na Musicalidade ao oportunizar movimentos de todas as partes do corpo, principalmente na estimulação da praxia global, praxia fina e da estruturação espaço-temporal, habilidades imprescindíveis para a construção da escrita matemática (LE BOUCHE, 1987).

Percebeu-se que, a partir do Momento-03, as professoras proporcionaram vivências de movimentos, com diferentes posicionamentos do corpo, por meio de propostas que envolveram movimentos amplos e restritos, Escuta Atenta, sincronia de tempo (estruturação espaço-temporal), representação de dois ou três códigos para a contagem, cálculo mental e, por último, a escrita para representação das vivências.

Nos Momentos 1 e 2 não houve a presença de todas essas etapas. Aparentemente, as professoras ensaiam a presença de algumas delas de forma isolada, integrando-as algumas vezes em duplas, outras vezes em blocos de três ou quatro, sem muitas repetições. Porém, é no Momento-03 que estabelecem uma sistematização de forma dinâmica, contínua e repetitiva. Os desdobramentos se configuram em idas e vindas de cada etapa, integrando-as, demonstrando que se faz necessário um percurso mais cuidadoso, mais elaborado, sistematizado e consciente a partir dos conhecimentos teóricos.

Procedimento que aparece no Momento-03, em que as duas professoras realizaram suas práticas relacionando elementos da Musicalidade com o desenvolvimento psicomotor, simultaneamente, o que permitiu a elaboração do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental¹² (Figura-39), baseado nas práticas e nas considerações teóricas da Musicalidade e da Educação Psicomotora, para o ensino do Sistema de Numeração Decimal.

Figura 39 - Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental



Fonte: elaboração da autora (2017).

Entende-se a Corporeidade como a construção integrada da consciência corporal. Ela envolve potencialidades e dimensões do próprio corpo e suas partes, a forma dessas partes se inter-relacionarem, o espaço que ocupam e sua interação com o meio. Para a representação do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, (Figura 39) iniciou-se, como etapa inicial, a Praxia Global, porém todas as etapas se repetem por inúmeras vezes, associadas aos desdobramentos¹³ que são compostos de conteúdos curriculares da matemática para o ensino e aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal.

Importante registrar que a realização e a sistematização de todas as etapas são imprescindíveis. Porém, não ocorrem na mesma ordem: elas se integram e se conectam conforme professora e alunos criam novas vivências com os elementos da Musicalidade, com desdobramentos lúdicos e impulsionadores de reflexão e análise.

A **Praxia Global** tem a função de comandar voluntariamente a organização e regulação pré-estabelecida da ação motora e mental de forma a alcançar um objetivo. Exige a regulação do tempo em atividade conjunta de várias cadeias nervosas e musculares de cabeça, tronco e membros. Assim, música, ritmo e sonoridade estimulam movimentos amplos que de

¹² Denominou-se de “Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental” o ciclo de etapas psicomotoras vivenciado pelos alunos.

¹³ Denominação das transformações das atividades iniciais de Musicalidade.

forma integrada indicam a padronização rítmica da amplitude de movimentos. Isso deu início ao Momento-03 do 1º ano, na atividade inicial, com a estimulação dos movimentos amplos de cabeça, tronco e membros durante o canto da música “Boneca de Lata”, com a qual as crianças puderam identificar as partes do corpo e associar números com movimentos e gestos (repetição da frase “desamassa aqui” conforme o número de horas). Esses movimentos foram sincronizados com o tempo da música, o que exigiu que as crianças coordenassem os movimentos amplos (cabeça, tronco, braços e pernas) em tempos determinados. Esta etapa é retomada permanentemente em desdobramentos posteriores com movimentos que imitaram pêndulos de relógios, giros de brinquedos, modulação do corpo do colega, entre outros.

Isso também aconteceu na atividade inicial do 2º ano, quando realizaram movimentos amplos durante o canto da música “O Sapo não Lava o Pé”, abaixando e levantando conforme os pulsos da música ouvida e cantada; e em desdobramentos posteriores, quando realizaram a contagem de pulsos associada aos movimentos de abaixar e levantar, com palmas.

A Praxia Global foi retomada de forma intensa na Roda Musical Orquestrada¹⁴, com movimentos sincronizados e contados e, posteriormente, nos desdobramentos que envolveram movimentos sincronizados entre duplas de alunos e entre grupos de alunos em fila, estabelecidos pela métrica musical.

A **Praxia Fina**, refletida na estimulação dos movimentos restritos principalmente de dedos das mãos, é entendida como sinônimo de micromotricidade que expressa a contagem como referencial visual de parcelas da Memória Operacional durante o Cálculo Mental. Inicialmente, as professoras cantam e incentivam as crianças a mostrar com os dedos os pulsos rítmicos. Dessa forma, elas estabelecem o movimento de indicação de uma unidade com um dedo da mão. Para adultos, esse procedimento pode ser muito óbvio; mas não o é para crianças em desenvolvimento, principalmente porque as mãos, nessa etapa do desenvolvimento psicomotor, são extensão do corpo, servindo como instrumento para tocar o “mundo”. Para a criança, é inovador utilizar as mãos ao mesmo tempo como ferramenta manipulativa e como elemento de representação. Uma coisa são as mãos/ferramentas que indicam a contagem; outra coisa são os dedos, que nesse momento funcionam como objetos concretos e manipulados, que representam uma unidade (esses dedos, então, não são utilizados como ferramentas manipulativas).

¹⁴ Nome da atividade criada pelos alunos do 2º ano do ensino fundamental, durante o desdobramento-07 do Momento-03, referindo-se a combinados de diferentes formatos ao executarem a música por duas vezes.

Além dessas representações mentais, são envolvidos exercícios intencionais complexos, como o de movimentar cada dedo individualmente em tempos distintos, um de cada vez. As professoras incentivaram e retomaram junto com os alunos a prática da contagem utilizando os dedos das mãos pra representar cada unidade, demonstrando como se organiza e se procede o Sistema de Numeração Decimal. Depois da contagem, eles utilizaram o mesmo procedimento para manter as parcelas no campo visual a fim de realizar a adição. As crianças mantiveram a quantidade indicada nos dedos para representar uma parcela e dar continuidade à contagem com os dedos indicados na outra mão. Este procedimento, além da operação da adição, que envolve dar continuidade à contagem a partir de novos elementos, exigiu a manipulação exata de levantamento dos dedos que correspondem a uma unidade em tempo determinado. Isto é, os dedos realizaram movimentos conforme a contagem dos números e a métrica musical. O que exigiu ainda um tempo determinado para a contagem e a soma no cálculo mental.

Também na etapa da Praxia Fina, foi destaque no Momento-03, das duas professoras, a manipulação de instrumentos musicais que exigiram movimentos diferenciados de lateralidade, força, intensidade, direção e sincronia aos ritmos estabelecidos e determinados nas atividades e também nos toques de expressão livre tanto no triângulo, quanto no tambor, quanto no caxixi e nas clavas. E, finalmente, foi destaque a exigência da manipulação específica dos dedos presente na escrita convencional para a Representação das Vivências, que ao final do esquema indica ideias da linguagem matemática específicas para a representação do Sistema de Numeração Decimal (figuras geométricas, números, sílabas, listas, gráficos e tabelas).

A **Escuta Atenta**, descrita anteriormente como primeiro elemento da Musicalidade, esteve presente intensamente em todos os Momentos, principalmente neste Momento-03, ao se manifestar em diferentes desdobramentos do 1º ano: na observação de números no cartaz, na observação do tempo em um e vários minutos, na reflexão sobre cor, tamanho, números desenhados e peso de brinquedos e na contagem das partes do corpo de bonecos, número de rodas dos carrinhos, número de peças dos brinquedos de montar. Ela também surgiu na criação da paródia e na observação para a compreensão de dados e formatação de tabelas e gráficos.

No 2º ano, a Escuta Atenta oportunizou a contagem em silêncio, estimulando individualmente o desenvolvimento do Senso Numérico, quando os alunos deveriam se abaixar ao escutar o pulso no tambor, e em silêncio contar o tempo das pausas. Ela também propiciou a contagem de pulsos associados a sílabas, quando as crianças identificaram pausas

e, ainda, favoreceu a contenção do movimento conforme o som de instrumentos musicais, em especial na realização dos efeitos da “Roda Musical Orquestrada”. Esta etapa se repetiu em todo o processo ao exigir a associação de pulsos com sílabas e vice-versa, e na realização da “Onda¹⁵”, com a identificação do número referente ao posicionamento dos colegas na fila, e no jogo “Adivinha que Número eu sou?”¹⁶, oportunizando novos desafios para a realização do cálculo mental. Portanto, a Escuta Atenta se tornou imprescindível no avanço da complexidade dos conteúdos matemáticos, uma vez que é a partir dela que os alunos refletem, analisam e expressam seus pensamentos, praticando, assim, elaborações mentais com a utilização do Sistema de Numeração Decimal.

A **Estruturação Espaço-Temporal/Sincronização** consiste na integração simultânea e sequencial das percepções occipitais (visuais) e temporais para a construção da elaboração mental do espaço e tempo em relação ao próprio corpo no ambiente. Dessa elaboração decorre a organização funcional da lateralidade e da noção corporal, uma vez que é necessária a conscientização espacial interna do corpo antes da projeção de referencial exterior. Para a linguagem matemática, a Estruturação Espaço-Temporal é imprescindível na efetivação da escrita numérica, uma vez que seu valor posicional determina a quantificação dos cálculos. Além disso, a Musicalidade oportunizou o desenvolvimento da relação movimento/tempo, uma vez que exigiu a sincronização de canto e movimentos para o tempo de realização das atividades. Essa combinação de Estruturação Espaço-Temporal e Sincronização se tornou impulsionadora da Corporeidade, uma vez que promoveu a consciência corporal e aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, tanto na realização da contagem, quanto na realização do cálculo mental.

No Momento-03 do 1º ano esta etapa esteve presente na adequação do movimento com pulso (dança, palmas e marchas), no tempo estimado da música; no desdobramento-07, com movimentos diferenciados de frente, trás, esquerda, direita, em cima, em baixo, dentro e fora; além do desdobramento posterior na adequação de sílabas com rimas no tempo da música, por ocasião da criação da paródia. No 2º ano, esta etapa de Estruturação Espaço - Temporal/Sincronização esteve presente na atividade inicial e nos vários desdobramentos 01, 02, 03, 04, 06 e 11 – identificada na adequação do movimento com pulso (dedos, mãos,

¹⁵ Nome da atividade criada pelos alunos do 2º ano do ensino fundamental, durante o desdobramento-09 do Momento-03, referindo-se à identificação de pulsos, durante a fluidez do movimento, quando posicionados em duplas na fila.

¹⁶ O jogo: “Adivinha que Número eu sou?” foi criado a partir da ideia de um aluno do 2º ano do ensino fundamental, no desdobramento-05 do Momento-02. A professora deu continuidade ao jogo com novos desafios de cálculo mental no desdobramento-11 do Momento-03, associando pulsos com a contagem de números.

palmas e marchas) no tempo determinado pela música. Presente também na sincronização, com pausas e adequação de variações de movimentos e canto na “Roda Musical Orquestrada”, além da adequação de movimentos em duplas, que exigiu sincronia com pulsos na atividade da “Onda”.

Assim, essa etapa esteve presente no Momento-03 das duas turmas desde o início, sendo muito importante sua repetição para que as referências de direita e esquerda fossem automatizadas. Na escrita do Sistema de Numeração Decimal, não somente os detalhes dos traçados de cada numeral, mas também seu posicionamento na escrita numérica determina seu valor e, conseqüentemente, sua representação exata.

E isso torna-se um paradigma para a próxima etapa do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, denominada de **Representação de dois códigos para Contagem**. Nesta etapa, faz-se importante registrar que a representação na escrita equivale à sua função e importância, isto é, ao sentido que a linguagem matemática constrói ao ser manipulada nos anos iniciais do ensino fundamental. A resposta das questões “Para que serve a escrita numérica?” e “Para que serve o Sistema de Numeração Decimal?” deve estar associadas às vivências da Corporeidade para que, assim, as crianças possam se valer de suas percepções sensoriais para representar seus pensamentos matemáticos. Vale apontar o fato de a escrita estar inserida em nossa sociedade com função social e cultural e, portanto, que representa uma ideia convencional.

No 1º ano do ensino fundamental, observou-se a representação de pulsos (música) e números ordinais e cardinais no cartaz com a música Boneca de Lata, com a qual os alunos puderam perceber que alguns números representavam horas, e outros números representavam as partes do corpo, conforme o posicionamento da música. No 2º ano a professora, além de representar com números os pulsos (música), diferenciou sílabas e números; e com atitude interdisciplinar, relacionou pulsos/sílabas/números (de pulsos), exigindo as representações do número de pulsos ora em formato de sílabas, ora em formato de pulsos, o que ocasionou representações de operações matemáticas com o Cálculo Mental.

É importante registrar que o **Cálculo Mental** refere-se às manipulações de operações mentais do Sistema de Numeração Decimal que visam a um resultado. As duas professoras partiram da adição para inserir ideias das outras operações matemáticas (multiplicação, subtração e divisão). Na Musicalidade, vários elementos puderam servir de unidades para que as crianças refletissem e organizassem as informações obedecendo a regras matemáticas, como por exemplo, a exigência de empenho de habilidades de comparar, identificar, contar, juntar, separar, tirar e somar na realização dos desdobramentos.

No 1º ano do ensino fundamental, observou-se a contagem da frase “desamassa aqui” na música Boneca de Lata, de acordo com o número de horas, o que exigiu a contagem de vezes que deveriam repetir a frase. Na confecção do calendário de visitas da boneca tiveram que contar o número de dias adequado às datas do calendário para a visita da boneca nas casas dos alunos, separando 2, 3 e 4 elementos por grupos, além da adequação à quantidade de números de alunos. No decorrer do Momento-03, a professora resgatou os procedimentos do cálculo na tabulação para indicarem a quantidade de brinquedos preferidos, o cálculo da quantidade da diferença de números resultantes das preferências dos brinquedos, o incentivo do cálculo com apoio dos dedos das mãos, o cálculo do tempo de pausas (tempo de silêncio) e o Cálculo Mental envolvendo adição nos últimos desdobramentos, que resultaram na escrita numérica representativa das vivências da Musicalidade.

No 2º ano do ensino fundamental, a professora enfatizou a contagem dos pulsos fortes da música O Sapo não Lava o Pé, e a partir dessa contagem de pulsos e pausas ela propôs os cálculos envolvendo a ideia de multiplicação com até três repetições da música. Junto com os alunos, a professora realizou a contagem dos pulsos quando a música fosse executada uma vez, e a partir desse referencial realizou a soma, inserindo a ideia de repetir a música por duas vezes (dobro das referências) e de repetir a música por três vezes (triplo das referências de uma vez). Durante os desdobramentos, a professora desafiou os alunos a realizar os cálculos por meio de contagem dos dedos das mãos, utilizando pulsos e pausas, e da contagem e cálculos com o apoio da letra da música no cartaz (sílabas), ampliando para a utilização de dois códigos: pulsos e sílabas. E inseriu a complexidade do Cálculo Mental com dezenas, ao ampliar os numerais de contagem, envolvendo adição, subtração, multiplicação e divisão no decorrer dos últimos desdobramentos.

Nesta etapa encerrou-se o que se denominou de Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, porque a **Escrita para Representação das Vivências de Musicalidade** não se refere ao que se considerou Corporeidade, mas à sua finalidade. Atendendo à ideia de representação e à função social da escrita numérica, observou-se a sua implantação no 1º ano nos desdobramentos 09, 10 e 11 com a representação da linguagem matemática a partir das vivências de Musicalidade em cartazes, listas, tabelas e gráficos. E no 2º ano nos desdobramentos 03, 04 e na Atividade de Fixação¹⁷, construída especificamente para a representação das vivências da Musicalidade por meio da escrita, que utilizou letras, sílabas, números, formas geométricas e termos da linguagem matemática como dobro e triplo.

¹⁷ Atividade de fixação apresentada no Documento da Professora do 2º ano do ensino fundamental (Dezembro, 2016) apresentada na Contribuição do Sistema de Numeração Decimal (Figura 36).

Os exemplos de Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental ocorreram gradualmente dos primeiros aos últimos desdobramentos, sendo que as vivências demonstraram a integração e superposição das etapas sucessivamente, isto é, de forma contínua, descontínua e repetitiva desde a etapa de Praxia Global até a realização do Cálculo Mental, indicadas na Figura 39.

Retomando os elementos da Musicalidade, o Ritmo, instituído como sucessão de pulsos, estimulou a capacidade de quantificar, ou seja, a habilidade de identificar o número de unidades de um conjunto para discriminar quantidades numéricas. Neste sentido, percebeu-se, por meio da contagem expandida do Momento-01 para o Momento-03, sua eficácia na aprendizagem dos alunos, e a nova percepção das professoras ao identificar que a contagem é dotada de dois sistemas quantitativos, do ponto de vista da neurocognição matemática.

Um sistema “aproximado” para representar grandes quantidades, e outro “exato” para representar pequenas quantidades se aplicam às vivências rítmicas e aos mais variados contextos da escola e ao longo da vida. Em outras palavras, pode-se perceber uma quantidade determinada de pulsos rítmicos tanto por meio de uma estimativa, quanto por um cálculo exato. A utilização de um ou outro sistema depende da natureza da atividade de Musicalidade, dos dados e informações que a atividade forneceu e do conhecimento já construído pela criança, individualmente.

Exemplos podem ser evidenciados nas contagens realizadas pelos alunos, a partir da natureza das propostas da Musicalidade elaboradas pelas professoras¹⁸. Quanto ao cálculo por estimativa, destacaram-se os momentos em que os alunos ou a professora sugeriram o canto por duas ou três vezes da música antes de contar os pulsos um a um. Isto é, eles estimavam que a quantidade seria “bem” maior (mas ainda não sabiam o número exato que iriam alcançar). Essa prática encontra-se no Momento-03 com a música “Boneca de Lata”, do 1º ano, e com a música “O Sapo não lava o Pé”, no 2º ano do ensino fundamental. Quanto aos exemplos de contagem para o cálculo exato, destacaram-se a contagem: do número de horas para desamassar a boneca, das horas referente a um dia, da frase “desamassa aqui”, dos minutos em silêncio para perceberem o tempo, do número de dias da visita da boneca na casa das crianças, do calendário, de partes do corpo de bonecos, do número de rodas de carrinhos, do número de peças de brinquedos de montar, da quantidade de brinquedos preferidos, de alunos com preferências de cada brinquedo, da diferença de números resultantes das

¹⁸ Houve mais de um exemplo de contagem em cada Momento, porém, como efeito de exemplo, destacaram-se somente algumas de cada Momento, com o objetivo de observar a evolução da natureza das atividades criadas pelas professoras durante os desdobramentos.

preferências, dos dedos das mãos, de pausas (tempo de silêncio); do número de pulsos marcados da música *O Sapo não lava o Pé*; e, por fim, a contagem da “Onda”.

Considerando os dois primeiros anos do ensino fundamental, foram várias e diversificadas formas de contagem oportunizadas pelas professoras, porém, com muito maior intensidade e diversidade no Momento-03. As crianças puderam experimentar durante os desdobramentos a contagem de diversas formas: em silêncio, mentalmente, falando os números, apontando os alunos, levantando e abaixando o corpo, abrindo e contraindo os dedos das mãos, com instrumentos musicais, com pulsos, associando letra da música com número de pulsos, sílabas com números escritos etc.

Além da contagem e de cálculos de pulsos com adição e subtração, foram propiciadas ideias de divisão, por exemplo, na criação da prosódia, quando os alunos chamaram a atenção para o emprego de uma sílaba para sincronização de dois pulsos na palavra “*bom*” (última linha). Para se adequar à métrica da organização musical, tiveram de prolongar na fala a palavra “*bom*”, empregando o estilo musical “*rallentando*¹⁹” e a figura musical “*mínima*” (♩), equivalente a dois tempos rítmicos. Dessa forma, a professora ampliou aspectos da Musicalidade, implementando práticas de composição e improvisação para que o Ritmo fosse manipulado pelos alunos de forma contínua, diversificada, com ludicidade, entusiasmo e criatividade.

O terceiro elemento da Musicalidade, o Som, além de expressão sonora dos pulsos, permitiu com suas qualidades (andamento, altura, timbre e intensidade) a repetição, imprescindível para a automatização (Memória Semântica) do Sistema de Numeração Decimal. As variações das qualidades sonoras contribuíram para o desenvolvimento da Memória Operacional e Atenção Voluntária, em formato de estímulos. Essa prática foi identificada desde o Momento-01, com a utilização das músicas dos Cds do Folclore Brasileiro e de Roda instrumental, até o Momento-03, em vários desdobramentos, de forma mais segura e intensa. No Momento-03, as qualidades do Som foram exploradas nas músicas (Boneca de Lata e O Sapo não Lava o Pé) em todas as qualidades do som, no corpo (palmas, marcha e outros), na exploração dos sons de vários tipos de relógios; na exploração dos sons de vários tipos de brinquedos; e principalmente, na criação de sons na “Oficina dos Sons²⁰”.

Outro exemplo da associação de qualidades sonoras para a contagem ocorreu na atividade “Roda Musical Orquestrada”, nas duas últimas frases dessa música: na penúltima,

¹⁹ Palavra italiana que significa “parando pouco a pouco”. Reduzindo gradativamente a velocidade da execução.

²⁰ Nome da atividade criada pela professora do 1º ano do ensino fundamental, durante o desdobramento-07 do Momento-03, referindo-se à criação de sons de brinquedos silenciosos.

teriam que esperar em silêncio a marcação com intensidade e velocidade adequada à contagem e a determinação do pulso no tambor (contar o número de pulsos, mentalmente); e na última, teriam que cantar com maior intensidade a frase estipulada para a finalização com maior intensidade sonora.

Ainda com as qualidades sonoras, as duas professoras utilizaram instrumentos musicais a partir do Momento-02. A professora do 1º ano explorou o triângulo e a clava, e a professora do 2º ano, o caxixi e o tambor. Além de apresentarem outros timbres sonoros e estimularem movimentos de Praxia Fina com seu manuseio, elas deram referências de unidades de conjuntos ao inserir seus sons como pulso de contagem para o cálculo mental. Tais fatos exemplificam-se no 1º ano, quando a professora solicitou que contassem mentalmente os sons produzidos por cada um dos instrumentos e os expressassem por meio de quantidades de dedos das mãos (identificando diferentes timbres); e no desdobramento posterior, quando solicitado que eles realizassem mentalmente a soma de pulsos que ouviram e expressassem nos dedos o resultado. No 2º ano, a professora determinou para cada instrumento a tarefa de indicar a operação matemática a ser realizada no cálculo mental (caxixi metade, tambor dobro).

No Momento-03, apesar de não aparecerem especificamente instrumentos musicais como ocorreu no Momento-02, a professora do 1º ano relatou, durante a exposição oral, que ao apresentar outras músicas relacionadas a cada brinquedo (corda, peteca, ioiô e pião), utilizaram instrumentos musicais para cantar. Ainda no Momento-03, a professora do 2º ano inseriu nos desdobramentos-02, 03, 08, 09 e 10 o som do tambor como apoio de contagem, acrescentando a pausa (pulso de silêncio) como unidade de contagem. No desdobramento-06, inseriu o som do triângulo com o mesmo objetivo: apoio de contagem; e no desdobramento-07, o som do tambor e do triângulo identificaram execuções da “Roda Musical Orquestrada”, consequência da contagem do dobro de pulsos da música inteira.

Os conhecimentos do efeito SNARC apareceram com referencial concreto nas duas atividades do Momento-03, partindo da corporeidade, da movimentação como processo de expressão e comunicação e da visualidade dos dedos como elementos da contagem e como apoio da Memória Operacional (funções executivas) – procedimentos do processo aditivo de um elemento como condição para a contagem e organização do Sistema de Numeração Decimal.

Quanto à contribuição da Musicalidade no Currículo Escolar, observaram-se as práticas antes dos estudos dos temas: Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática; Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural; e Musicalidade;

e as práticas após os estudos. Consideraram-se as diferenças na criatividade, diversidade e originalidade, tanto no “currículo moldado pela professora” quanto no “currículo em ação”. Para essas modificações, foram elencados conhecimentos construídos no grupo a respeito de: a) Convicção de que o conhecimento do Sistema de Numeração é imprescindível, é condicionante para os alunos realizarem o Cálculo Mental; b) os estímulos de diferentes entradas sensoriais, visuais e auditivas percorrem áreas diferentes do cérebro, por isso, a importância da presença dos diferentes códigos no currículo; c) as habilidades cognitivas são desenvolvidas, não adquiridas, por isso a importância da constância, repetição e representação; d) a utilização da Musicalidade pode amenizar a ansiedade gerada pela complexidade da escrita matemática nos anos iniciais do ensino fundamental, por conta das suas características: lúdica e corporeidade; e e) o conhecimento fundamenta a mediação docente, por isso, estudar é fundamental e imprescindível.

Observou-se que as professoras se apropriaram dos conhecimentos com autoridade, isto é, criaram desdobramentos que adicionaram conceitos matemáticos não planejados anteriormente mas, ao serem percebidos nas vivências, foram ampliados gradualmente. O mais importante é que partiram do que os alunos foram demonstrando, da observação de suas respostas e potencialidades. Os alunos de inclusão passaram a integrar de forma transparente o grupo. As professoras lidaram com as diferenças com destreza e conseguiram organizar suas práticas criando espaços individuais e coletivos para todos, e não somente para os incluídos.

Observou-se que no Momento-03 as professoras trabalharam com os conceitos matemáticos com maior intimidade, isto é, partindo das vivências e entusiasmo dos alunos, elas propuseram reversibilidades (“*dobro – metade; triplo - dividir em três; iniciando num aluno - termina em outro; e se pular dois - o resultado pula dois; e se tirar dois - o resultado sai dois*”). Aparentemente, tornaram-se tranquilas na mediação, perderam o medo de errar ou de alterar a proposta, caso esta não saísse da forma que planejaram. Assim, passam a acrescentar conteúdos posteriores em função das práticas que vão surgindo a partir das sugestões dos alunos; redirecionam com segurança novas atividades, considerando habilidades e conteúdos matemáticos.

Essa segurança no ensino é confirmada quando buscaram por iniciativa própria os conceitos atualizados de matemática (pares, conjuntos), a partir das demandas que vivenciaram, refletiram, criaram e incluíram em suas práticas.

Os relatos indicaram que não se lembravam de aprender os conceitos matemáticos que então deveriam ensinar. Não se contentaram com o que sabiam ou se lembravam. Aceitaram o desafio de ensinar diferente da forma como aprenderam. Buscaram o conhecimento científico

atualizado, ressignificando-o. E verbalizaram: “*nunca havia pensado no elemento zero*”, “*não sabia que progressão aritmética no concreto era assim...*”, “*nunca imaginei um helicóptero me olhando do alto como um triângulo*” etc. São vivências inovadoras tanto para os alunos quanto para as professoras.

Por meio dessas vivências de Musicalidade no grupo de estudos, elas puderam revelar as sensações de como é estar no lugar do aluno, experienciando medos, inseguranças, exposições, cumplicidade com as colegas em busca de assertivas, e felicidade de vitórias em desafios que ainda não haviam presenciado. Esses sentimentos contribuíram de forma decisiva para suas mediações, tanto na elaboração do currículo modelado, quanto na prática do currículo em ação.

No Momento-03, foram observadas as dinâmicas dos currículos em ação e modulados pelas duas professoras, ao desenvolverem suas propostas na prática, desdobrando as atividades numa engrenagem objetiva, dinâmica e consciente. As duas professoras aproveitaram essas dinâmicas para elencar conteúdos matemáticos associados aos elementos da Musicalidade.

É justo declarar que a pesquisadora chamou a atenção, em todo o decorrer da pesquisa, para a importância da Corporeidade/Ritmo/Som associada aos elementos matemáticos do Sistema de Numeração Decimal como etapa que precede à escrita da linguagem matemática. Porém, a proposta da Musicalidade ofereceu os códigos da linguagem musical rítmica, composta de números de tempos (pulsos) associados, para organizar e fixar os procedimentos dos conteúdos matemáticos dessas atividades. No Momento-03, as professoras, ao implementarem o Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, vão além, isto é, completam o ciclo proposto realizando as etapas anteriores à escrita matemática. Elas conduzem os alunos até a representação com ideias de conceitos matemáticos, proporcionando função social aos registros quando mostram suas representações das vivências, isto é, de algo concreto que pode ser representado na escrita.

Essa prática é assumida pelas professoras em suas exposições no Seminário quando revelaram que, anteriormente à Musicalidade, partiam da escrita matemática (desenhos de números com cópias, exigidas desde a educação infantil) para a escrita matemática, isto é, se prendiam ao código escrito a partir dele e para ele. Com os conhecimentos e práticas da Musicalidade por meio do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, as professoras inserem vivências com o corpo, ritmos e sons, ampliando entradas sensoriais, memórias corporais, ludicidade e, com maior intensidade, a repetição da contagem, permitindo a prática e a compreensão do Sistema de Numeração Decimal, configurada na

realização do Cálculo Mental. A escrita matemática, neste caso, assume um lugar diferente no currículo, com função de representação social e registro, tornando-se necessária para novos desdobramentos. Para os alunos, a escrita deixa de ser somente código de registro para se tornar necessária no contexto de desafios que as professoras lançavam a cada desdobramento.

Além disso, observou-se que as professoras, antes da Musicalidade, ao elaborarem o planejamento (currículo moldado), partiam do conteúdo matemático que **deveriam** ensinar (currículo prescrito) e, assim, estimulavam o desenvolvimento de habilidades matemáticas restritas àquele conteúdo, partindo da linguagem escrita para a construção de novos conhecimentos da linguagem escrita. No Momento-03, elas demonstraram partir da estimulação das habilidades neurocognitivas que serão necessárias para aprender o conteúdo matemático (currículo prescrito), por meio da Musicalidade (principalmente pelos atributos de ludicidade, afetividade, alegria e entusiasmo), para novas elaborações de atividades do ensino de conteúdos (currículo prescrito). E modificaram em tempo real o currículo em ação, ao identificar o que **poderiam** estimular como experiências, que antecipam ideias de conceitos matemáticos futuros, às vezes nomeando-os, às vezes, não. Dessa forma, elas caracterizaram suas práticas curriculares integrando linguagem corporal com elementos da Musicalidade para o ensino da linguagem matemática.

Em síntese, em função do currículo de matemática nos dois primeiros anos do ensino fundamental para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, destacaram-se em cada desdobramento os conteúdos e habilidades matemáticas que a Musicalidade favoreceu, considerando: Efeito SNARC, Rota Numérica e Senso Numérico por meio de seus elementos. No Momento-03, foi possível identificar práticas comuns às duas professoras que relacionaram elementos da Musicalidade com elementos do Sistema de Numeração Decimal para a efetivação tanto do ensino quanto da aprendizagem. Ambas:

- 1) Ampliaram a contagem de numerais (1º ano até 20, e 2º ano até 36);
- 2) Estabeleceram a relação do ritmo e contagem de pulsos para a realização do cálculo mental;
- 3) Partiram da adição para vivências que impulsionaram ideias de multiplicação e divisão;
- 4) Realizaram o Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, com entendimento e segurança advinda dos conhecimentos;
- 5) Avaliaram a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal em tempo real, por meio do cálculo mental;

- 6) Ampliaram o ensino de conteúdos matemáticos que haviam planejado durante os desdobramentos, utilizando questionamentos e considerando a importância das habilidades matemáticas exigidas nos conteúdos matemáticos futuros;
- 7) Incluíram em seus planejamentos a estimulação da Atenção Voluntária, Memória Operacional e Controle Inibitório (Funções Executivas) como benefícios da Musicalidade, imprescindíveis para o cálculo mental;
- 8) Consideraram os diferentes tempos de aprendizagem como perspectiva inclusiva, integrada e permanente;
- 9) Perceberam e praticaram a necessidade de, como docente, estudar matemática;
- 10) Realizaram a autoavaliação, considerando e identificando em suas práticas os critérios mediadores de Intencionalidade e Reciprocidade, Significado e Transcendência. E adicionaram espontaneamente o Controle Inibitório, ampliando a proposta da pesquisa;
- 11) Avaliaram a Musicalidade como estratégia eficaz de ensino do Sistema de Numeração Decimal.

Quanto à contribuição da Musicalidade na mediação docente, observou-se a presença de todos os critérios analisados (Intencionalidade, Reciprocidade, Significado e Transcendência) no Momento-03, o que não ocorreu no Momento-01 por desconhecimento da proposta e dos temas de estudo, chegando à conclusão da indispensável importância do conhecimento para a transformação da prática educacional.

Quanto à Intencionalidade e Reciprocidade do Momento-03, a própria quantidade de desdobramentos e seus aprofundamentos retratam a efetivação da intenção matemática e a correspondência dos alunos quanto à metodologia e conteúdo. Observou-se que a Interdisciplinaridade no Momento-02 estendeu-se mais vezes a outras disciplinas, como ciências e história, e no Momento-03, aparentemente, essa interdisciplinaridade se consolidou com maior intensidade com a área de Português, ao utilizarem a escrita, e artes, na expressão corporal relacionada ao teatro (imitação de bonecos, onda do mar etc). O critério do Significado esteve imbricado de representações, principalmente no que tange aos elementos de contagem do Sistema de Numeração Decimal, quando em cada atividade a professora atribuiu ideias matemáticas contextualizadas nos desdobramentos propostos. A Transcendência foi indicada nos próprios conceitos matemáticos de dobro, triplo e metade, depois de vivenciados e representados. Percebe-se que a transferência de sentido, o conhecimento do conceito, foi aprendida quando os alunos utilizaram os termos (metade,

dobro e triplo), na escola, em outras situações e contextos que demandam seus significados. Alguns foram citados pelas professoras no Seminário Final.

Ao realizar a autoavaliação no Momento-03, as professoras retrataram e relataram os critérios mediadores em suas práticas. Foram além quando, nas exposições, acrescentaram Controle Inibitório identificado nos desdobramentos. Esse critério foi apresentado junto com os demais por ocasião dos estudos iniciais, e não foi mencionado como ponto de observação, o que demonstrou que as professoras buscaram mais conhecimentos de suas práticas mediadoras e os acrescentaram na apresentação como sendo uma autoavaliação, habilidade que julgaram importante identificar nas atividades, estimulando e considerando o Controle Inibitório para o favorecimento da reflexão matemática.

Concluindo, a Musicalidade ofereceu contribuições relevantes e potencializadoras para o ensino da matemática nos dois primeiros anos do ensino fundamental, principalmente nas áreas de associação e representação numérica, seja pela natureza de seus elementos (Corporeidade, Ritmo e Som), constituição afetiva (produtora de emoções favoráveis à aprendizagem), seja pelos efeitos de estimulação cognitiva (plasticidade cerebral). Assim, novas vivências apoiadas em estudos de Neurociências e Educação Matemática Inclusiva poderão oportunizar novas formas de ensinar, a partir do paradigma da estimulação da Musicalidade para todos os alunos e professores.

8 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

A reflexão realizada pela professora do 1º ano do ensino fundamental, em seu último *slide* de apresentação do Seminário sobre a utilização da Musicalidade, nos remete ao ponto de partida desta tese: as questões que envolvem ensino, aprendizagem, matemática e inclusão. Tais questões nos levam a perceber que não há nada que não possa ser transformado visando à adaptabilidade de oportunidades para que todos possam aprender a matemática que denominamos, aqui, de funcional. Afinal, as questões primordiais e impulsionadoras da pesquisa consistiram em saber: “Sobre qual matemática estamos falando? Por que todos têm que ter o direito de aprender matemática? Qual a diferença que o conhecimento do Sistema de Numeração Decimal pode fazer na vida de uma pessoa, independente de ela ter deficiência ou não?” Estas reflexões geraram muitas contribuições para essa pesquisa.

Iniciamos as considerações finais transcrevendo uma possível resposta a elas, vinda da professora do 1º ano do ensino fundamental no contexto de descrição de uma de suas convicções alteradas após utilizar a Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal: “*Nada é tão rígido que não se pode ser moldado, e nada é tão diversificado que não se possa ser organizado*” (Transcrição do Seminário, profª do 1º ano, Dezembro, 2016).

Ela esclareceu que, mesmo o currículo determinando conteúdos que devam ser ensinados com prazos estipulados, mesmo tendo um sistema de avaliação que utiliza notas de provas como parâmetro de medição para gerar classificação e competição, foi possível utilizar a perspectiva inclusiva no ensino da matemática com a Musicalidade porque se organizaram elementos diferenciados com possibilidades e potencialidades dos alunos a partir de suas características, independente de serem deficientes ou não, exercendo combinações entre eles de forma aleatória (Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental); e esclareceu também que foi possível organizar diferentes formas de contar e realizar o cálculo mental sem o aprisionamento da escrita, estimulando a memória procedimental.

Ela indicou, como justificativa para essa mudança de perspectiva de ensino, os conhecimentos construídos nos estudos e as emoções sentidas durante as vivências. A partir desse fato, iniciam-se as considerações finais retomando a justificativa de que se fazem urgentes novas práticas de ensino da matemática para que todos possam aprender, porque a matemática é também a expressão humana para o exercício da cidadania com dignidade e responsabilidade. Essa perspectiva altera a importância da matemática de forma pontual no currículo escolar e no currículo de formação de professores, para o qual e com o qual é possível delegar valores não somente ao conhecimento mas, principalmente, ao exercício das

habilidades neurocognitivas típicas do pensamento matemático, para que estas habilidades sejam presença mais do que obrigatória, sejam uma necessidade; e, ainda mais, uma necessidade prazerosa, advinda de desafios interessantes e originais.

Nesta tese, a questão que problematizou a pesquisa consistiu em: “Que contribuições a Musicalidade pode trazer para o ensino do Sistema de Numeração Decimal?”. Teve o objetivo de analisar as contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal por meio da identificação das percepções de professoras nos anos iniciais do ensino fundamental ao desenvolverem e analisarem experiências de ensino do Sistema de Numeração Decimal, utilizando a Musicalidade. Para responder a questão e identificar as contribuições da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal, foram muito importantes os estudos, os quais dão base aos primeiros capítulos, sobre Neurociências e Processos Neurocognitivos da Aprendizagem Matemática, que puderam fundamentar conhecimentos da neurocognição específicos do Sistema de Numeração Decimal e revelar processos fundamentais na consolidação do conceito de números. No segundo capítulo, os conceitos de Experiência de Aprendizagem Mediada e os critérios de Mediação Docente advindos da Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural permitiram fundamentar as vivências (experiências) dos alunos, e a mediação (critérios) dos professores responsáveis pelo ensino do processo educacional. A construção do terceiro capítulo buscou descrever a Musicalidade, isto é, identificar a proposta em estudo. Envolveu dois pontos antagônicos: o primeiro, o de identificar o que foi considerado e o que não foi considerado dos conceitos da musicalização (como ensino formal de música), e o segundo, o de ressignificação desses mesmos conceitos com propósito de ensinar números e quantificações. Dessa forma, a Corporeidade da Musicalidade considerou elementos projetados, expressos e realizados com o corpo como ambiente de ensino, com suas peculiaridades e potencialidades fundamentadas tanto na educação psicomotora quanto nas teorias de Willems (1968, 2002), Gordon (2000, 2008), e Schafer (1991), advindas da fase inicial do ensino da música. Portanto, a Musicalidade é um processo tipicamente humano, que envolve Escuta Atenta e projeção espontânea e sincronizada de elementos rítmicos e qualidades sonoras.

A metodologia qualitativa teve como sujeitos de pesquisa duas professoras dos anos iniciais do ensino fundamental, uma do primeiro ano a outra do segundo. Elas participaram de encontros juntamente com outras seis professoras. Ao longo de cinco meses, o grupo participou de estudos de temas selecionados para embasamento da Musicalidade e de experiências com vivências de Musicalidade dirigidas pela pesquisadora. No grupo de professoras, elaboraram atividades analisadas à luz das teorias e realizadas a partir das

reflexões sobre suas práticas, que serviram de embasamento para outras. As atividades foram organizadas pelas professoras em sequências distintas, denominadas de desdobramentos; e em sequências de desdobramento, denominadas de Momentos.

A professora do 1º ano, ao todo, elaborou cinco sequências de atividades. A primeira foi denominada de Momento-01, a terceira, de Momento-02, e a última, apresentada no Seminário final e realizada individualmente, denominada de Momento-03. A segunda e a quarta não foram consideradas nesta pesquisa. A professora do 2º ano, ao todo, elaborou sete sequências de atividades. A primeira foi denominada de Momento-01, a quarta de Momento-02, e a sétima e última, apresentada no Seminário final e realizada individualmente, de Momento-03. A segunda, terceira, quinta e sexta não foram consideradas nesta pesquisa. Os Momentos foram selecionados por suas devidas características. O Momento-01, como diagnóstico de percepção inicial, sem conhecimento teórico. O Momento-02, ao final dos estudos, devido a alguns exercícios de elaboração, realização e análise em grupo de sequências de atividades voltadas exclusivamente para o ensino do Sistema de Numeração Decimal. E o Momento-03, como avaliação final, por revelar a trajetória da elaboração, desenvolvimento e análise de sequências de atividades exclusivamente da prática individual, contendo a autoavaliação.

Portanto, as análises foram organizadas considerando: a) **os quatro indicadores teóricos**: 1) Sistema de Numeração Decimal (Efeito SNARC, Rota Numérica e Senso Numérico); 2) Funções Executivas (enfoque na Atenção Voluntária e Memória Operacional); 3) Musicalidade (Corporeidade, Ritmo e Som); e 4) Mediação Docente (critérios mediadores – Intencionalidade e Reciprocidade, Significado e Transcendência); b) **evoluções observadas** durante os Momentos 01, 02 e 03 (Escuta Atenta e Atenção Voluntária; Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental; Sistema de Numeração Decimal e Cálculo Mental); e c) **a elaboração de dois novos conceitos**: 1) Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental (sistematizado no Momento-03); e 2) a Metáfora: Cata-vento da Musicalidade.

Apresentar-se-ão, a cada evolução, desdobramentos das atividades elaboradas, analisadas e realizadas pelas professoras, sendo que as bases teóricas foram organizadas em tríades²¹, visando ao melhor entendimento das fragmentações. Para a integração dessas tríades

²¹ Tríades: trinca, trio, tríada, trilogia, trindade. Grupos ou conjuntos de três elementos. Categorias semelhantes.

criou-se a Metáfora do Cata-vento da Musicalidade²², justificada por sua dinâmica de movimentos que, em execução, apresenta uma terceira imagem circular, entendida como finalização do processo contínuo, permanente e diagnóstico que a Musicalidade é capaz de proporcionar. Esse movimento é impulsionado pelos conhecimentos referentes aos estudos, que entram no Cata-vento e, ao mesmo tempo, são redirecionados pelo processo da Musicalidade, produzindo novos conhecimentos, representados pelos “novos ventos” que saem do Cata-vento.

Esse processo pretende evidenciar a importância dos conhecimentos matemáticos no currículo escolar, a importância dos conhecimentos que alimentam a prática docente e, com isso, a importância da produção de conhecimentos organizados de forma original e criativa pelas professoras, a partir de suas práticas e percepções, com autonomia e segurança.

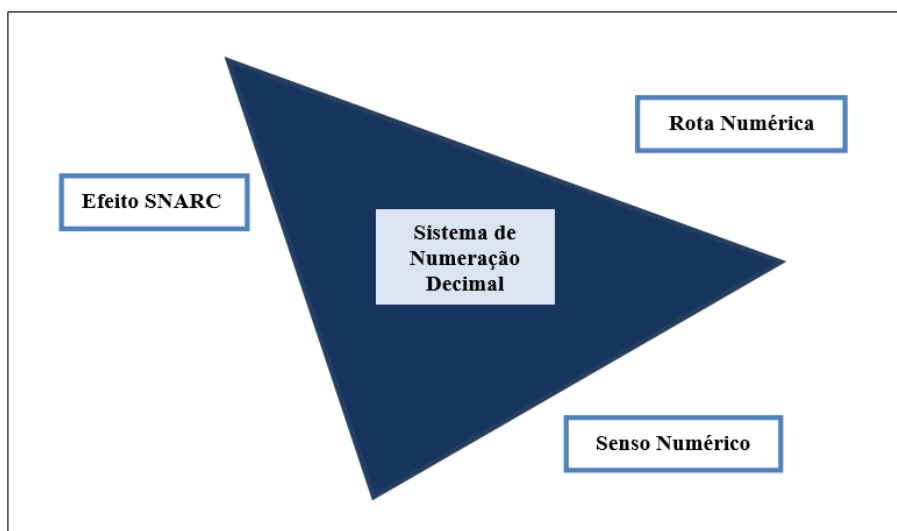
As análises das contribuições da Musicalidade indicaram, como ampliação das trajetórias educacionais, as seguintes evoluções:

- 1ª evolução) a importância da estimulação da Atenção Voluntária e da Memória Operacional para a realização da Contagem e Cálculo Mental, por meio da Escuta Atenta;
- 2ª evolução) a implantação do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental;
- 3ª evolução) a comprovação da aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal por meio do comportamento dos alunos, ao realizarem o Cálculo Mental.

²² Cata-vento: utensílio simples, constituído, em geral, por uma lâmina metálica enfiada numa haste, que serve para indicar o sentido do vento, quando colocado em sítio alto. Por vezes representa mudanças de opiniões ou direção de uma rota, por ser vulnerável ao vento.

A primeira tríade (Figura 40), denominada de Sistema de Numeração Decimal (SND), organizada a partir dos conhecimentos da neurociência, é formada pela imagem triangular dos elementos: 1) Efeito SNARC, 2) Rota Numérica e 3) Senso Numérico. Essa tríade determina quais elementos do Sistema de Numeração Decimal devem ser considerados para o ensino, elucidando o desenvolvimento das habilidades do pensamento matemático necessárias para a contagem, uma vez que revelam o processamento numérico na contribuição de conhecimentos advindos da Neurociência. Ela está vinculada intensamente à contribuição da Musicalidade no currículo moldado pelo professor e no currículo em ação. Ao utilizá-la, as professoras ressignificam conteúdos matemáticos, refletindo sobre as habilidades neurocognitivas específicas do pensamento matemático, sobre os conceitos que devem ser construídos e vivenciados em etapas a partir da Corporeidade, sobre a função social da representação matemática e sobre as etapas imprescindíveis que devem ser vivenciadas antes da escrita matemática.

Figura 40 - Tríade: Sistema de Numeração Decimal

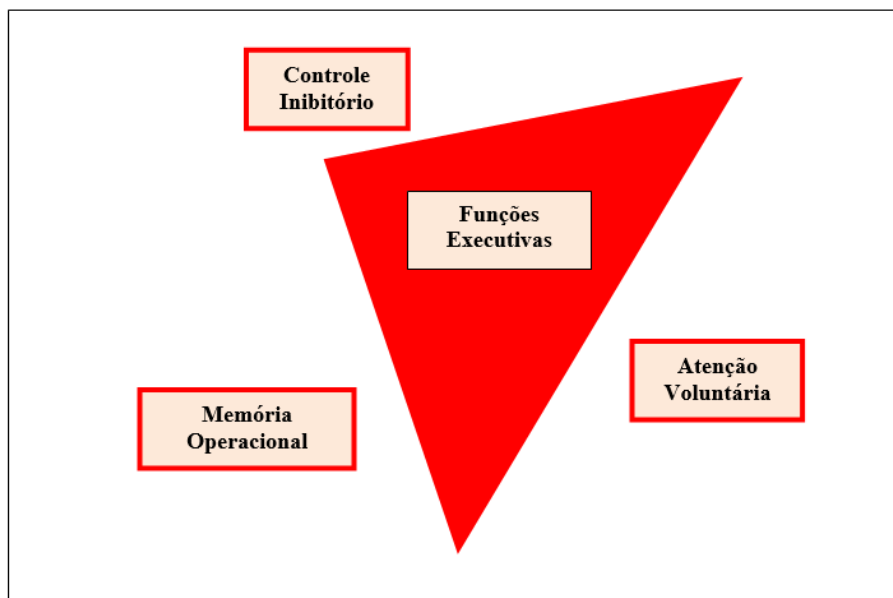


Fonte: elaboração da autora (2017)

A segunda tríade (Figura 41), denominada de Funções Executivas, é composta da representação: 1) Atenção Voluntária; 2) Memória Operacional, habilidade selecionada para análise desse estudo; e 3) Controle Inibitório, acrescida pelas professoras durante os Momentos 02 e 03. Sabem-se que as Funções Executivas são um conjunto de funções cognitivas, isto é, um constructo de várias habilidades que funcionam como ferramentas do pensamento para a aprendizagem. Nessa tríade, elas são estimuladas por meio de vivências da Musicalidade para a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal e estão vinculadas

intensamente à contribuição da Musicalidade no ensino do Sistema de Numeração Decimal. Para este estudo, foram selecionadas as três (Memória Operacional, Atenção Voluntária e Controle Inibitório), como elementos teóricos impulsionadores do processo.

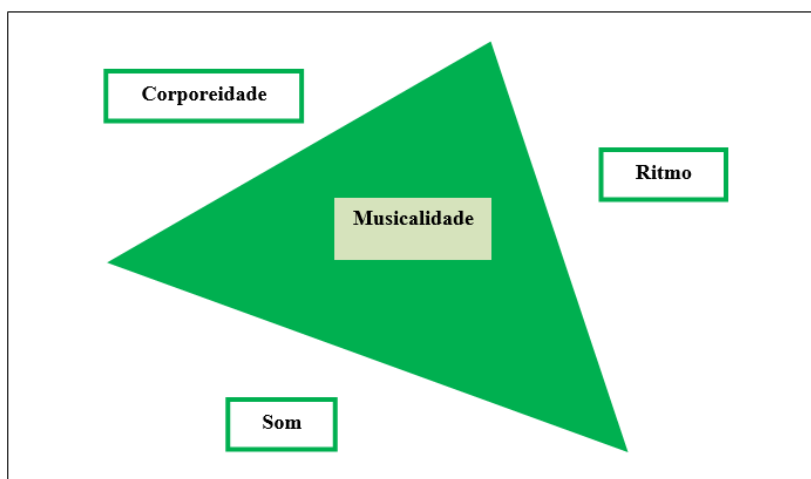
Figura 41 - Tríade: Funções Executivas



Fonte: elaboração da autora (2017)

A terceira tríade (Figura 42), denominada de Musicalidade, é formada pela imagem triangular dos elementos: 1) Corporeidade, 2) Ritmo, e 3) Som. Ela representa a originalidade da proposta, que abandona o foco nos resultados de processos advindos da área musical, e se apoia na expressão natural dos seres humanos de caráter universal (CROSS e MORLEY, 2006; PEDERIVA e TUNES, 2008), os quais utilizam os elementos de Corporeidade, Ritmo e Sons para a produção de cultura, comunicação e representação. Esses elementos possuem características próprias, associadas ao Sistema de Numeração Decimal, como Corporeidade (lugar de expressão da contagem), Ritmo (associação de pulsos e unidades) e Som (efeitos das qualidades como procedimentos matemáticos). Essa tríade é representada pelo Esquema de Corporeidade na Musicalidade para o Cálculo Mental, cunhado no Momento-03, a partir da sistematização das práticas fundamentadas nos estudos e na educação psicomotora das duas professoras.

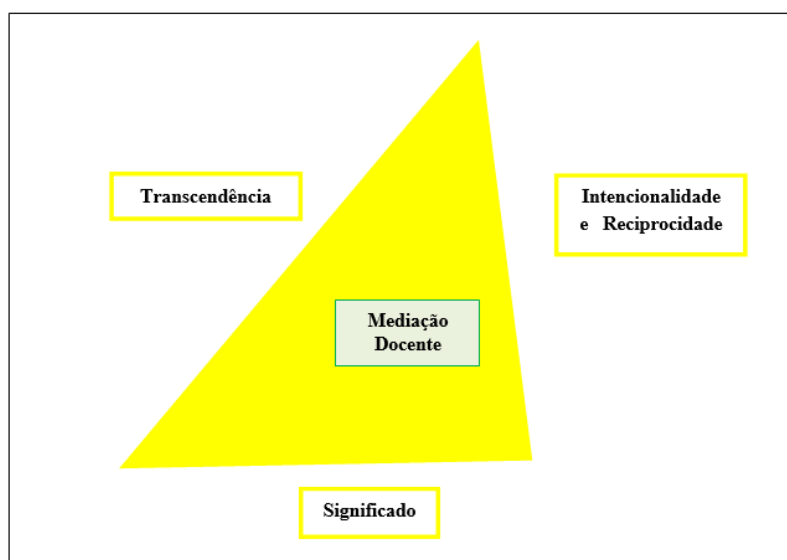
Figura 42 - Tríade Musicalidade (Esquema de Corporeidade na Musicalidade para o Cálculo Mental)



Fonte: elaboração da autora (2017)

A quarta tríade (Figura 43), denominada de Mediação Docente, é formada pela imagem triangular dos critérios de mediação: 1) Intencionalidade e Reciprocidade, 2) Significado, e 3) Transcendência. Com base na Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural, no conceito de Experiência de Aprendizagem Mediada, ela resgata a importância do papel do professor como Mediador Humanizado, determinando sua responsabilidade do ensino, sem exceção de alunos, independente de suas características. Por meio dessa tríade, as professoras analisaram suas práticas de planejamentos, suas metodologias, suas formas de avaliação e adotaram hábitos de autoavaliação, hábitos de reflexão procedimental em tempo real e hábitos de estudos de conceitos matemáticos.

Figura 43 - Tríade: Mediação Docente



Fonte: elaboração da autora (2017)

Ao dar funcionalidade ao processo de ensino com a Musicalidade, todas as tríades se integram nas práticas, representadas no giro do Cata-vento, que é associado aos Momentos 01, 02 e 03. Alguns aspectos são destacados nesse giro, quer dizer, nessas dinâmicas evolutivas: a) o abandono do medo de lidar com o universo da música, anteriormente conceituado como específico de estudos da área musical; b) a estimulação das Funções Executivas (Memória Operacional, Atenção Voluntária, Controle Inibitório, e outras), visando a conhecimentos e cálculos de anos escolares posteriores; c) a inserção da Escuta Atenta como ação produtora de Atenção Voluntária, imprescindível para a aprendizagem matemática; d) a realização da repetição da Contagem, visando a Memória Semântica dos conceitos do Sistema de Numeração Decimal, e e) a utilização de vários elementos de representação, tanto sonoros, como ritmos, como de instrumentos musicais, de partes do corpo e da escrita matemática.

Assim, o giro inicial do Cata-vento é representado pelo Momento-01, antes dos estudos. Após vivenciarem Musicalidade e construírem conhecimentos no grupo de estudos, considerou-se o giro mediado, que é representado pelo Momento-02. E o Momento-03 é considerado como referencial resultante das evoluções promovidas pela Musicalidade, ao ser comparado com o giro dos Momentos 01 e 02, em cada tríade de fundamentação teórica. Ao conectar as tríades 01, 02, 03 e 04, obtém-se a figura do Cata-vento (Figura 44), que representa a integração, na dinâmica de rotação de todos os elementos de cada tríade no processo de ensino e aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal. Para essa rotação, cuja velocidade crescente representa os diferentes momentos, associando evoluções com a linha do tempo, produziu-se outra imagem circular, o círculo, sendo possível identificá-lo nas transformações das vivências da Musicalidade caracterizadas por Desdobramentos dos Momentos 01, 02 e 03, significando a Modificabilidade Cognitiva Estrutural após a aprendizagem de novos conhecimentos.

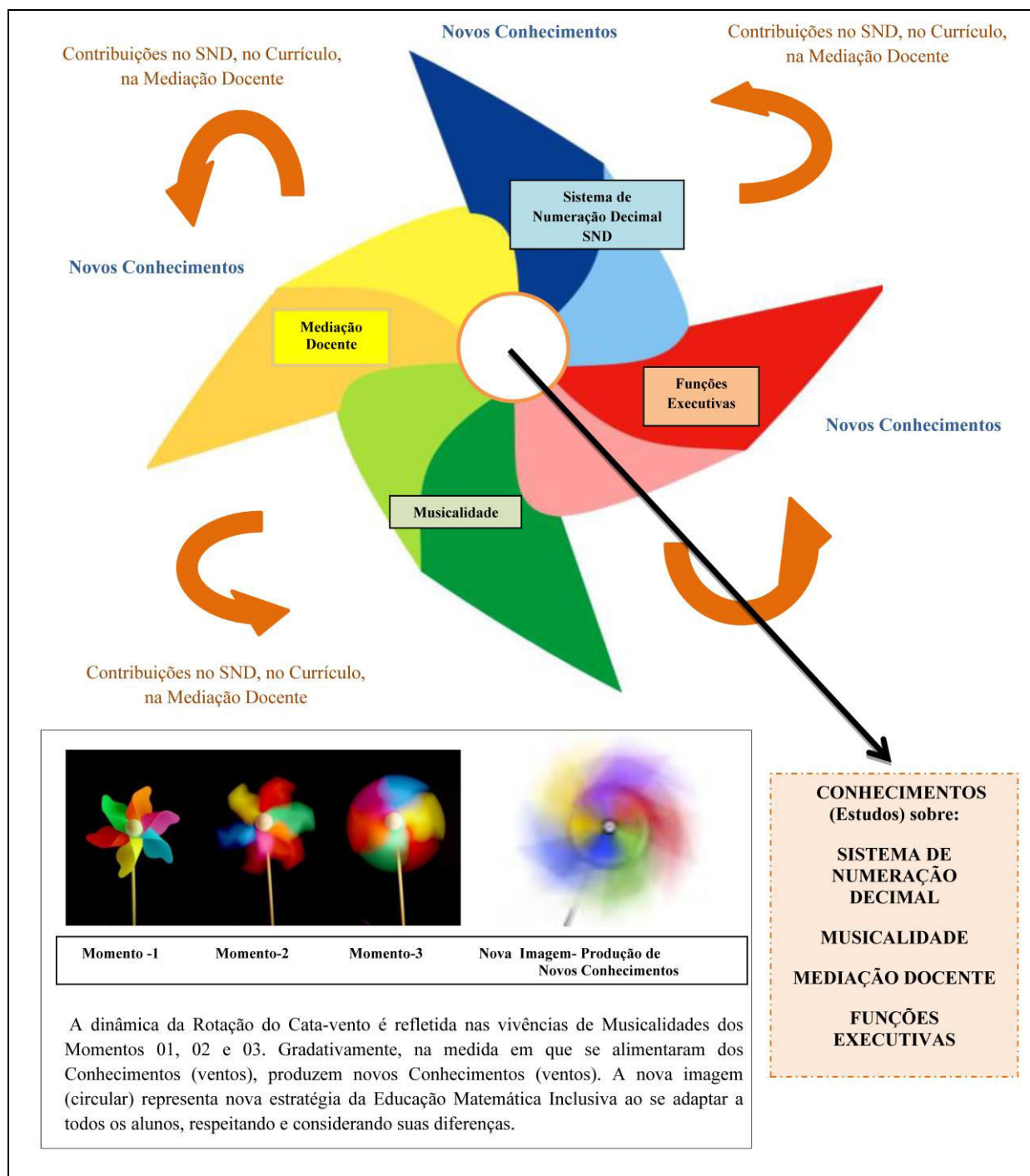
Esses conhecimentos alteram as estruturas neurocognitivas ao exercitar habilidades matemáticas e ampliam conteúdos matemáticos que poderão ser fundamentais para a formação de conceitos matemáticos de anos posteriores, como por exemplo, o cálculo mental utilizado na adição.

Os novos conhecimentos, portanto, são produzidos e disseminados à medida que realimentam a dinâmica do Cata-vento de forma contínua, integrada e permanente. Essa engrenagem corresponde às sequências de atividades elaboradas, desenvolvidas, vivenciadas e analisadas pelas professoras junto ao grupo de estudos, que as auxiliou, trocando ideias e experiências nos Momentos 01 e 02. Especialmente no Momento-03 é gerada outra imagem

quando, em movimento, parece estar de outra cor, representando a trajetória individual de cada professora a partir dos conhecimentos construídos, ao serem apresentados em descrição no Seminário final da Pesquisa.

Representação da Musicalidade para o Ensino do Sistema de Numeração Decimal (Anos iniciais do Ensino Fundamental)

Figura 44 - **Metáfora: Cata-Vento da Musicalidade** – Imagem explicativa da funcionalidade da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal no 1º e 2º anos do ensino fundamental



Fonte: elaboração da autora (2017)

São essas transformações das atividades elaboradas pelas professoras que refletem autonomia e segurança ao alterarem e reelaborarem constantemente os desdobramentos. As

docentes são impulsionadas pelos conhecimentos (representados pelos ventos que alimentam a rotação do cata-vento) e produzem novos conhecimentos junto com os alunos (conhecimentos que são reelaborados pela participação efetiva dos alunos nas atividades, quando estes interferem com espontaneidade por meio de críticas, reivindicações e novas ideias, oportunizando e alterando a rota de novos conhecimentos, aqui representados pela produção de novos ventos, uma nova imagem).

Dessa forma, é possível identificar o conhecimento matemático como fonte de alimentação da dinâmica de rotação do Cata-vento e também como objetivo de existência, ao produzirem, professoras e alunos, novos conhecimentos de forma mais intensa (significativa), identificados como a produção de novos ventos, objetivo maior do cata-vento. Assim, os conhecimentos matemáticos, à medida que são ensinados e aprendidos, alteram as direções tanto do ensino quanto da aprendizagem ao se alimentarem de sua própria funcionalidade continuamente, representados pela Modificabilidade Cognitiva Estrutural após Experiências de Aprendizagem Matemática. A identificação da Metáfora do Cata-vento da Musicalidade em cada evolução estará vinculando algumas vivências dos Momentos 01, 02 e 03 com a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal, com elementos da Musicalidade e com o ensino, considerando os critérios da Mediação Docente. Como 1ª evolução, foi identificada a vinculação da estimulação da Atenção Voluntária para contagem e cálculo mental por meio da Escuta Atenta. Como já descrito na conclusão do Momento-03, para a realização de processos complexos como contagem e cálculos matemáticos em silêncio, individualmente, é imprescindível a utilização da Atenção Voluntária, que por sua vez exige do organismo uma interrupção de ações e pensamentos, em processo recursivo de ativação de circuitos excitatórios e inibitórios.

A Atenção Voluntária divide-se em Atenção Seletiva, Atenção Dividida e Atenção Sustentada. Isso para alunos de 5 a 8 anos é muito mais complexo do que para adultos, devido à maturidade do sistema nervoso central e à necessidade de inibição dos distratores. A Escuta Atenta estimulada pela Musicalidade foi capaz de oportunizar o empenho da Atenção Voluntária ao oportunizar o favorecimento deste processo. Foi possível identificá-lo no tempo maior de silêncio do Momento-01 para o Momento-03, na Contagem realizada e procedida pelos alunos e nos Cálculos conduzidos por eles. Quanto ao 1º ano do ensino fundamental, a professora, no Momento-01, pediu que os alunos utilizassem os canudinhos para contar, comparando a quantidade desejada com a quantidade representada nos números do cartaz do calendário. Nessa atividade, apesar de a professora afirmar ter realizado a Escuta Atenta, pois a música escutada no CD acalmara o comportamento dos alunos, especificamente para o

aluno que estava realizando o cálculo não houve vinculação, pois no período em que estava contando os canudinhos, ele utilizou o apoio visual associado aos movimentos táteis. No Momento-02, é possível identificar essa evolução quando ela combinou com os alunos de ouvir os toques dos instrumentos musicais triângulo e clavas, contando mentalmente, e depois expressar nos dedos a quantificação identificada.

Nesse momento, a Escuta Atenta promoveu o empenho da Atenção Voluntária para a audição e contagem dos pulsos tocados simultaneamente, exigindo o discernimento dos timbres diferenciados associados à mão direita e à mão esquerda, e a expressão do resultado, que requisitou o conhecimento do Sistema de Numeração Decimal.

No Momento-03, a Escuta Atenta favoreceu vários momentos de contagem e cálculos: 1) A observação dos números do cartaz da letra da música Boneca de Lata, a função desses números na música e suas representações; 2) a observação da contagem do tempo minuto em até 5 minutos de espera e contagem; 3) a reflexão exigida para os tributos de cor, tamanho, números desenhados no brinquedo e estimativa de peso; 4) a contagem das partes do corpo dos bonecos, número de rodas dos carrinhos e número de peças dos brinquedos de montar; 5) a criação da paródia; e 6) a observação dos dados de tabelas e gráficos. Essa evolução se concretizou promovendo a realização da contagem e os cálculos matemáticos comprovados pela quantidade de vezes reveladas ao comparar-se o Momento-01 com o Momento-03. No 2º ano, essa evolução é ainda mais evidente, pois no Momento-01 a Escuta Atenta também foi apontada pela professora, mas não indicada como realizada, pelo fato de ouvirem os Cds de músicas e discriminarem em qual das duas colunas deveriam colocar seus nomes. Para essa atividade, não foi necessária a Atenção Voluntária, uma vez que já sabiam a resposta por já terem vivenciado desde o início do ano essa classificação. Já no Momento-02, após os estudos realizados sobre a Musicalidade, observou-se a Escuta Atenta promover o empenho da Atenção Voluntária em duas atividades: na identificação dos sons dos instrumentos que indicaram a operação matemática a ser realizada mentalmente, de formato individual (sem esse empenho seria impossível realizar a contagem e o cálculo), e na atividade que exigiu o cálculo realizado com a calculadora, também no formato individual, a partir da observação do canto e da movimentação da música “Passa a Bola”, para a comparação, conferência e validação do resultado.

No Momento-03, a Escuta Atenta foi identificada em vários desdobramentos, tanto na contagem quanto nos cálculos, como se pode exemplificar: 1) ao contarem mentalmente para abaixar e levantar no tempo adequado, na atividade em que os alunos deveriam abaixar ao escutar o pulso no tambor e, em silêncio, contar a pausa; 2) quando o aluno, atento à

interrupção da música (pausa), deveria identificar a contagem dos pulsos e dizer o resultado; 3) na associação pulso/sílaba da música para contagem e realização do cálculo; 4) ao considerar a pausa para contenção do movimento conforme os pulsos indicados pelo som do tambor; 5) na Roda Musical Orquestrada; 6) na realização da Onda; e 7) no Jogo *Adivinha que Número eu sou?*, com novos desafios que exigiram a Atenção Voluntária para a reflexão e realização do cálculo mental. Como 2ª evolução, observou-se a consolidação do *Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental* no Momento-03. É possível considerar ensaios para sua realização no Momento-02 das duas professoras, e sua realização completa no Momento-03, já identificada na conclusão do Momento-03.

Como 3ª evolução, observou-se a aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal na realização do Cálculo Mental vivenciada a partir do Momento-02. No 1º ano, essa evolução tem início ao somarem os pulsos dos instrumentos musicais. No Momento-03, pode ser identificada: 1) na contagem da frase “desamassa aqui”, de acordo com o número de horas; 2) na contagem do número de dias adequado às datas do calendário para a visita da boneca nas casas dos alunos; 3) nos cálculos da quantidade de alunos e quantidades de brinquedos preferidos; 4) no cálculo com apoio dos dedos das mãos; 5) no cálculo do tempo de pausas (tempo de silêncio), e 6) no final do Momento-03 o cálculo mental envolvendo adição. No 2º ano, essa evolução também não foi identificada no Momento-01. Sua presença se deu a partir do Momento-02, como no 1º ano, desde a atividade inicial, quando os alunos tiveram que organizar o número de sílabas dos seus nomes em dois pulsos, independente da exatidão na oralidade. Se não soubessem numerar e quantificar, não iriam realizar a atividade. A partir daí, a professora do 2º ano repetiu as vivências de contagem que promoviam cálculos, de forma permanente e contínua em todos os desdobramentos, até o final do Momento-03, quando utilizou várias representações, tornando os cálculos cada vez mais complexos, pela exigência dos referenciais não visuais. Seu ápice pode ser observado na atividade da *Onda*, com posicionamento de costas, em fileiras, na realização de cálculo mental sem o apoio do campo visual.

Para a identificação dessas evoluções na *Metáfora do Cata-vento da Musicalidade*, elaborou-se uma tabela de cada professora (Quadros 5 e 6), com o objetivo de sintetizar e demonstrar a presença dos componentes de cada tríade.

Quadro 5 - Metáfora: Cata – Vento da Musicalidade – Composição das Tríades do 1º ano do ensino fundamental

1º ano do ensino fundamental				
Metáfora: Cata - Vento da Musicalidade - Composição de Tríades				
MOMENTOS (desdobramentos) Nome da Atividade	SND (Neurociências) Efeito SNARC Rota Numérica Senso Numérico	FUNÇÕES EXECUTIVAS (consideradas nos planejamentos)	MUSICALIDADE Corporeidade Ritmo Som	MEDIAÇÃO DOCENTE Experiência de Aprendizagem Mediada Crítérios Mediadores TMCE
Momento-01 01 atividade Calendário	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem termo a termo até 31 - Vocalização na contagem - Cálculo Mental (adição de um elemento) - Interdisciplinaridade com ciências - Músicas do CD - Tempos de planejamento do currículo de matemática de acordo com o tempo de aprendizagem dos alunos - Habilidades matemáticas: seriação e categorização 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos introdutórios - Atenção Voluntária e Memória Operacional em uma situação específica de contagem - Busca da compreensão dos conceitos de Funções Executivas na prática (conflito em habilidades em si mesmas; habilidades nas atividades, habilidades nos procedimentos dos alunos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anteriormente, trabalho com músicas para festas da escola (datas comemorativas): alunos ouviam e decoravam gestos e letras para apresentação mecanizada - Repertório Musical (músicas do Folclore Brasileiro e músicas de Roda Instrumental), CDs / Canto com instruções - Escuta Atenta – priorização de tempo e atenção. - Novo sentido para o silêncio - Observação de sentimentos de tranquilidade, descontração, alegria e entusiasmo - Desconhecimento da Musicalidade como proposta da pesquisa (conteúdo de estudos e análise), reflexão das práticas no grupo de estudo 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos Introdutórios - Utilização de atividade já realizada, acrescida da audição/canto dos CDs - Tempos de aprendizagens distintos como aluna, nas vivências de Musicalidade no grupo de estudos - Troca de papéis: como aluna no grupo de estudos – observação das “dificuldades” e do “erro”, com possíveis constrangimentos - Intencionalidade e Reciprocidade – como objetivo secundário - Ausência dos critérios: Significado e Transcendência - Classificação da atividade como Atividade Complementar

<p>Momento-02 08 desdobramentos Somando os Sons dos Instrumentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem termo a termo até 10 - Habilidades de juntar, comparar, categorizar e de proporcionalidade - Contagem de objetos de formas geométricas de casa e da escola - Cálculo Mental (adição e multiplicação) com dois níveis de Representação: sons de instrumentos musicais e números - Cálculo Mental com três níveis de Representação (quantidade, dedos, palmas) - Sentido da palavra “critério” na matemática, podendo alterar a solução dos problemas - Percepção de que, na matemática, duplo critério pode ocasionar duas assertivas - Ideias de conjuntos - Vivências de operações entre conjuntos (união) - Figuras geométricas: triângulo, círculo e cilindro - Números antecessores e sucessores – conceito e aplicação - Números pares com elementos iguais e diferentes e Números ímpares – conceito e aplicação - Classificação de um número em par, ímpar, antecessor e sucessor - Operações inversas: adição e subtração - Ideia de listas (organização de cima para baixo, da esquerda para direita, uma palavra em baixo da outra), contando e apresentando o resultado em formato de números - Ensino da utilização de calculadora - Validação de Resultados com utilização da calculadora - Ideias de Educação Matemática Financeira (consumo, equilíbrio, planejamento e pagamento/mercado) - Realização de avaliação do Sistema de Numeração Decimal em tempo real, por meio de resultados de Cálculo Mental, apresentados pelos alunos durante vivências de Musicalidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Consideração das Funções Executivas no planejamento, na realização de atividades e na avaliação, especialmente: - Atenção Voluntária - Memória Operacional - Flexibilidade Cognitiva - Criatividade - Favorecimento da Memória Explícita - Semântica (ideias de desenho e geometria em diferentes planos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Corporeidade: Praxia Global, Praxia Fina, Escuta Atenta, Ritmo/pulsos/ Movimentos - Adequação dos tempos de contagem dos pulsos (lentidão) - Instrumentos Musicais (triângulo e clavas) - Monitoramento do aluno autista com instrumentos musicais para a soma de pulsos - Destaque da alegria, motivação e entusiasmo promovidos pela Musicalidade tanto nos alunos quanto na professora - Crítica ao desconhecimento da proposta nas escolas que têm aulas de Música e Matemática fragmentadas e isoladas - Crítica à Formação de Professores (conhecimentos de Neurociência) - Inserção de atividades de Musicalidade nas tarefas de casa - Classificação da Musicalidade (Momento-02) como EAM (Experiência de Aprendizagem Mediada) 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença dos critérios: Intencionalidade/Reciprocidade e Significado (nos contextos dos desdobramentos) - Transcendência (percepção sonora para Contagem, manipulação do código analógico e Cálculo Mental) - Transcendência (números antecessores e sucessores, números pares e ímpares e adição para o Cálculo Mental) - Transcendência (mudança do conceito de matemática como ciência difícil, inflexível, detentora de verdades únicas e imutáveis) - Práticas Inclusivas sem distinção de atividades - Utilização de questionamentos para reflexão matemática dos alunos (problematização das situações em tempo real de vivências da Musicalidade) - Estudos sobre TEA (Transtorno do Espectro Autista) - Busca de conhecimentos atualizados de conceitos matemáticos (estudos autônomos) sobre conceito de pares e ímpares - Percepção da diferença de conhecimentos entre alunos que cursaram a educação infantil e alunos que não a cursaram. - Crítica às práticas de ensino da matemática limitadas à escrita numérica - Autonomia do currículo em ação - Inserção do recurso tecnológico: calculadora e recursos musicais: instrumentos - Relato da sensação de “descoberta”, ao poder vivenciar conceitos matemáticos (pares, ímpares, antecessor e sucessor) com o corpo. - Análises, Reflexão e Argumentação do planejamento dos desdobramentos, indicando conhecimentos de Musicalidade - Estranhamento da matemática sem apoio visual (insegurança) - Classificação da atividade como Aula de Matemática
---	---	--	--	---

<p>Momento-03 11 desdobramentos A Boneca e o Relógio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem termo a termo até 20 - Contagem de 2 em 2; 3 em 3; e 4 em 4 elementos - Contagem de partes do corpo, números de roda, números de peças (brinquedos) - Contagem para tabulação de brinquedos preferidos e quantidade de alunos - Habilidades de juntar, retirar, multiplicar, dividir, categorizar, e de proporcionalidade - Cálculo Mental (adição, multiplicação e divisão) com dois níveis de Representação: frases, sons de instrumentos musicais e números - Numerais ordinais e cardinais - Horas, minutos e segundos (estimativa de cálculo envolvendo divisão e fração de horas) - Ideias de padrão de referências - Vivências de operações entre conjuntos (união, diferença e interseção) na organização de dados para o gráfico - Comparação e identificação de atributos: cor, tamanho (maior e menor) e peso (pesado e leve) - Organização de listas em colunas de bonecos, carrinhos, brinquedos de montar e de outros brinquedos - Cores primárias: azul, vermelho e amarelo - Representação da escrita matemática em tabelas e gráficos - Figuras geométricas: círculo, quadrado, retângulo, triângulo e cilindro - Interpretação de dados de tabelas e gráficos - Representação de Gráficos de cores diferentes - Uso da sala de informática para ensino de tabelas e gráficos - Atividade escrita sobre interpretação de gráficos a partir da atividade de Musicalidade - Realização de avaliação do Sistema de Numeração Decimal em tempo real, por meio de resultados de Cálculo Mental, apresentados pelos alunos durante vivências de Musicalidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Consideração das Funções Executivas no planejamento, na realização de atividades e na avaliação, especialmente: - Atenção Voluntária - Memória Operacional - Controle Inibitório - Criatividade - Flexibilidade Cognitiva 	<p>Implantação e desenvolvimento do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistematização da Musicalidade com fundamentação teórica: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Oficina dos Sons ✓ Criação de Paródia - Percepção da sonoridade das rimas - Ampliação do repertório musical (<i>O pião entrou na roda; Senhoras e senhores, põe a mão no chão; Peteca sapeca; Ioiô que vai e que vem</i>); e Músicas que falam sobre as partes do corpo - Atividades em duplas de modelagem (expressão) corporal - Movimentação dirigida com esquerda, direita, frente, trás, em cima e embaixo - Avaliação positiva da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal para o 1º ano do ensino fundamental - Emoções (alegria, prazer, entusiasmo, motivação) e Solidariedade - Percepção do tempo vivido e tempo percebido - Crítica às músicas que a escola incentiva (por vezes agressivas), abandonando repertório cultural brasileiro tradicional do canção infantil - Reflexão sobre o desenvolvimento típico de crianças de 5 e 6 anos (1º ano do ensino fundamental) e suas possibilidades e potencialidades estimuladas pela Musicalidade - Perspectiva do “erro” nas vivências da Musicalidade e do “erro” na Matemática - Indicação do Momento-03 como Experiência de Aprendizagem Mediada 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença dos critérios: Intencionalidade/Reciprocidade Significado (nos contextos dos desdobramentos) - Transcendência (SND, Contagem, Adição e Cálculo Mental) - Práticas Inclusivas sem distinção de atividades - Utilização de questionamentos para reflexão matemática dos alunos - Consideração de reivindicação dos alunos (desdobramento-05) para a reelaboração do processo - Controle Inibitório (ampliação da proposta da pesquisa) - Interdisciplinaridade (ciências e estudos sociais – partes e higiene do corpo / lixo e reciclagem / preservação do meio ambiente/ alimentação saudável e higiene; português – formatação de paródia, rimas e poesia / história dos brinquedos; tecnologias – sala de informática para construção de gráficos – <i>Word</i>) - Consideração dos diferentes tempos de aprendizagem - Valorização das elaborações cognitivas (cálculos e procedimentos mentais) - Uso de recurso tecnológico (lousa digital para ensino do gráfico) na sala de informática - Crítica às práticas de ensino da matemática limitadas à escrita numérica - Realização da Autoavaliação Percepção da autônoma, segurança e criatividade - Busca de conhecimentos atualizados de conceitos matemáticos (estudos autônomos) e História dos Brinquedos - Análises, Reflexão e Argumentação do planejamento dos desdobramentos, indicando estudos de Musicalidade - Indicação do Momento-03 como efetivação da Mediação Humanizada para a promoção da Experiência de Aprendizagem Mediada
---	---	--	---	--

Percebeu-se que na Tríade do SND (neurociências) ocorreu a evolução na aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal gradativamente, à medida que os desdobramentos foram elaborados partindo da contagem, isto é, do entendimento procedimental do sistema para a realização do cálculo mental, que deveria utilizar a estruturação do SND. A professora adotou a contagem termo a termo desde o início, demonstrando a importância da repetição para consolidação de memórias. Avançou nos momentos posteriores variando códigos de representação, operações matemáticas e forma de apresentar resultados. Ampliou para o procedimento de validação de resultados e, somente após perceber o percurso cognitivo consolidado, apresentou a escrita como representação convencional, com função social, com regras e simbolismos próprios. Interessante notar como a professora, ao variar os códigos de representação, no Momento-03, utilizou com destreza os elementos da Musicalidade, desenvolvendo a flexibilidade, criatividade e originalidade em si própria e nos alunos, a ponto de sistematizarem e denominarem atividades (“Oficina dos Sons” e a “Criação da Paródia”) que, segundo ela, entraram para o quadro de atividades permanentes dos planejamentos mensais.

A Tríade das Funções Executivas, apesar de ter sido apresentada com todas as habilidades segundo Malloy-Diniz *et al.* (2010) nos estudos introdutórios, inicialmente foi confundida com os conteúdos matemáticos e migrava nas colocações das professoras entre habilidades nos alunos, habilidades nas atividades e habilidades em si mesmas. Foi a partir do segundo momento, após estudos aprofundados sobre Atenção Voluntária e Memória Operacional, imprescindíveis na realização do cálculo mental, que conheceram e perceberam com maior clareza essas e outras habilidades, como o Controle Inibitório, a Flexibilidade Cognitiva e a Criatividade. A partir das vivências de Musicalidade, a professora começou a identificá-las na prática de planejamento, execução e avaliação. Percebeu-se que no Momento-03 houve uma vinculação da Escuta Atenta como promotora da Atenção Voluntária na resolução das problematizações matemáticas propostas pela professora (para esta evolução, foi possível perceber efeitos benéficos da Escuta Atenta, como autorregulação e Controle Inibitório para a aprendizagem matemática por meio da Atenção Voluntária desencadeada).

A Tríade da Musicalidade apresentou o domínio de novas estratégias didáticas, podendo ser indicada como Experiência de Aprendizagem Mediada (FEURSTEIN *et al.*, 2014), com estrutura e formas organizadas originalmente por cada professora, podendo ser indicadas como efetiva Mediação Humanizada (FEURSTEIN *et al.*, 2014). Entre muitos, a Musicalidade oportunizou a autoria de desdobramentos a partir das vivências dos elementos integrados. Conforme as aulas aconteceram, conforme os alunos participaram e se

comportaram, e conforme as professoras perceberam a dinâmica dos momentos, elas reconfiguraram seus planejamentos, deram novos significados a sua realização e utilizaram a avaliação para elaborar as próximas estratégias, com novos conteúdos matemáticos. Assim, podemos afirmar que a Musicalidade ofereceu ferramentas didáticas visando a elementos procedimentais e conteudistas da matemática. Expressados na implantação integral do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, que parte da Praxia Global ao Cálculo Mental em etapas sobrepostas e repetitivas. A Tríade da Mediação Docente apresentou a mudança de postura da professora e sua confirmação na autoavaliação. Apresentou também a importância dos estudos, da atualização teórica e dos momentos de análise e reflexão. Ela percebeu o quanto o grupo de professoras foi importante ao ajudar a pensar a relação prática com teorias de fundamentação, ao sugerir e refletir visando a ações futuras. Essas Tríades se promoveram à medida que os Momentos 01, 02 e 03 foram se alimentando de novos conhecimentos teóricos e com as vivências do grupo de estudos. As professoras tiveram oportunidade de observar e refletir suas práticas com novas perspectivas, possibilitando novos comportamentos e a efetivação da Mediação Humanizada para a promoção da Experiência de Aprendizagem Mediada.

Essas evoluções podem ser concluídas observando também a trajetória do 2º ano do ensino fundamental, sintetizada no quadro a seguir.

Quadro 6 - Metáfora: Cata-Vento da Musicalidade – Composição das Tríades do 2º ano do ensino fundamental

2º ano do ensino fundamental				
Metáfora: Cata-Vento da Musicalidade - Composição de Tríades				
MOMENTOS (desdobramentos) Nome da Atividade	SND (Neurociências) Efeito SNARC. Rota Numérica e Senso Numérico	FUNÇÕES EXECUTIVAS (consideradas nos planejamentos)	MUSICALIDADE Corporeidade Ritmo Som	MEDIAÇÃO DOCENTE Experiência de Aprendizagem Mediada Critérios Mediadores TMCE
Momento-01 01 atividade Chamadinha	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem termo a termo até 20 - Contagem com representação dos nomes que faltaram a aula - Contagem de elementos em colunas - Vocalização na contagem - Estimulo à habilidade de categorização conforme colunas - Observação de tempos de planejamento do currículo de matemática de acordo com o tempo de aprendizagem dos alunos - Habilidades matemáticas: seriação e categorização 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos introdutórios - Atenção Voluntária e Memória Operacional em uma situação específica de contagem - Busca da compreensão dos conceitos de Funções Executivas na prática (conflito em habilidades em si mesmas; habilidades nas atividades, habilidades nos procedimentos dos alunos) 	<ul style="list-style-type: none"> -Anteriormente, trabalho com músicas para festas da escola (datas comemorativas): alunos ouviam e decoravam gestos e letras para a apresentação mecanizada - Relato de que, por desconhecimento, pedia que os alunos cantassem “bem alto” - Repertório Musical (músicas do folclore brasileiro e músicas de roda instrumental), CDs - Escuta Atenta – priorização de tempo e atenção/ orientação de procedimentos - Novo sentido para o silêncio - Introdução da pausa (silêncio) como referencial de unidade - Canto - Crítica às músicas inadequadas para educação (agressividade e sensualidade) - Crítica ao abandono do uso da música no ensino fundamental, tão explorada na educação infantil - Crítica à música na educação infantil utilizada para festas de datas comemorativas e indicação de comportamentos da rotina (controle) - Observação de sentimentos promovidos pela Musicalidade: tranquilidade, descontração, calma, entusiasmo - Percepção de que a Musicalidade estimula a socialização e promove o sentimento de pertencimento - Desconhecimento da Musicalidade como proposta de pesquisa (conteúdo de estudos e análise), reflexão das práticas no grupo de estudo 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos Introdutórios - Utilização de atividade já realizada, acrescida da audição/canto dos CDs - Adaptação do tamanho maior da letra para facilitar a leitura do aluno com baixa visão - Observação dos tempos de aprendizagens distintos - Vivência da troca de papéis: como aluna no grupo de estudos – observação das “dificuldades” e do “erro”, com possíveis constrangimentos - Confecção de fichas com letras maiores para facilitar a leitura para o aluno com baixa visão - Intencionalidade e Reciprocidade – objetivo secundário - Dúvida de como trabalhar com música e matemática.

<p>Momento-02 08 desdobramentos Passa a Bola</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem termo a termo até 36 - Habilidades de juntar, retirar, categorizar e de proporcionalidade - Cálculos com dezenas - Cálculo Mental (metade, dobro, triplo, adição, subtração, multiplicação, divisão) com dois níveis de Representação: sons de instrumentos musicais e números - Cálculo Mental (adição e multiplicação) com três níveis de representação: sílabas, pulsos e números - Operações inversas de adição e subtração - Consideração de pausas como elemento do SND - Percepção de que sem o conhecimento do SND não iriam realizar o cálculo de metade e dobro - Ideia de que a ordem das parcelas não altera o resultado da soma - Ideia de Progressão Aritmética - Ideia de fração (adequação de nomes com três sílabas em dois pulsos) - Ideia de números constantes e padronização - Ideia de conjuntos e suas relações - Identificação de “coisa matemática” - Memorização de cálculos com resultado - Figuras geométricas: esfera, círculo e cilindro - Utilização de sucata doméstica, para operações matemáticas - Ensino da utilização de calculadora - Validação de Resultados com utilização da calculadora - Consciência de que a matemática deve propiciar satisfação e afetividade para domínio efetivo posterior - Realização de avaliação do Sistema de Numeração Decimal em tempo real, por meio de resultados de Cálculo Mental, apresentados pelos alunos durante vivências de Musicalidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Consideração das Funções Executivas no planejamento, na realização de atividades e na avaliação, especialmente: - Atenção Voluntária - Memória Operacional - Planejamento - Criatividade - Controle Inibitório - Flexibilidade Cognitiva - Percepção da indissociabilidade da Memória Operacional com Atenção Voluntária ao realizar o Cálculo Mental - Destaque para o Controle Inibitório para o aluno com TDAH - Memorização de resultados de operações matemáticas - Favorecimento da Memória Explícita - Semântica (ideias de desenho e geometria em diferentes planos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Corporeidade: Praxia Global, Praxia Fina Escuta Atenta Ritmo/pulsos/ Movimentos Qualidades do Som (Altura, Timbre, Andamento, Intensidade) - Adequação dos tempos de contagem dos pulsos (lentidão) - Escuta Atenta – Professora explorou a música: <i>Passa a Bola</i>, cantada e instrumental - Escuta Atenta – relação do Controle Inibitório e autorregulação para favorecimento da reflexão matemática - Escuta Atenta – em preparação para realização dos cálculos, contribuiu com o controle da respiração e bem-estar dos alunos e da professora - Adequação de três elementos (sílabas) em dois pulsos rítmicos - Instrumentos Musicais (tambor e caxixi) - Sistematização da Musicalidade (com fundamentação teórica): ✓ Jogo: Adivinha que Número eu Sou? - Destaque do interesse, motivação e entusiasmo promovidos pela Musicalidade - Crítica ao desconhecimento da proposta nas escolas que têm aulas de Música e Matemática fragmentadas e isoladas - Crítica à Formação de Professores (desconhecimento dos professores acerca das habilidades matemáticas) - Implantação na turma de Educação Infantil da professora (ministrada em outro turno) com a proposta de Musicalidade estudada - Sugestão de Oficinas com pais e alunos para vivenciarem a Musicalidade para a Matemática - Reflexão sobre a concepção de lúdico da Musicalidade - Reflexão sobre metodologias que subestimam a inteligência dos alunos - Classificação da Musicalidade (Momento-02) como EAM (Experiência de Aprendizagem Mediada) 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença dos critérios: Intencionalidade/Reciprocidade e Significado (nos contextos dos desdobramentos) - Transcendência (SND, Contagem, Adição e Cálculo Mental) - Práticas Inclusivas sem distinção de atividades - Estudos sobre TDAH e baixa visão - Utilização da Musicalidade para estimular Controle Inibitório (Funções Executivas) no aluno com TDAH – relação da autorregulação com a Escuta Atenta - Oferta da calculadora com números de tamanho maior para aluno com baixa visão - Autonomia do currículo em ação - A partir dos conhecimentos produzidos no grupo, percepção da prática com maior criatividade e autonomia - Utilização de questionamentos para reflexão matemática dos alunos - Inserção de recurso tecnológico (calculadora) e recursos musicais (instrumentos) - Busca de conhecimentos atualizados de conceitos matemáticos (estudos autônomos) sobre conceitos de relações entre conjuntos e progressão aritmética - Análises, Reflexão e Argumentação do planejamento dos desdobramentos, indicando estudos de Musicalidade - Crítica ao currículo que privilegia a língua portuguesa em detrimento das habilidades matemáticas - Observação de que pais seguem a cobrança da visão mecanizada de atividades matemáticas por desconhecimento - Estranhamento da matemática sem apoio visual (insegurança) - Reflexão sobre novos paradigmas da Educação Matemática Inclusiva
---	--	--	--	---

<p>Momento-03 11 desdobramentos A Trilha do Sapo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contagem termo a termo até 27 - Contagem de 2 em 2 elementos - Contagem de sílabas marcadas com tempos fortes - Contagem com três níveis de representação: sílabas, pulsos e números - Habilidades de juntar, retirar, categorizar e de proporcionalidade - Vivências de multiplicação e divisão com dezenas - Vivências de operações entre conjuntos (união, diferença e interseção) - Cálculo Mental (adição, subtração, multiplicação e divisão) com dois níveis de Representação: frases, sons de instrumentos musicais e números - Cálculo Mental utilizando os termos: metade, dobro e triplo - Cálculo Mental com operações inversas e descontínuas (soma, subtração, multiplicação) - Consideração da pausa (tempo de silêncio) como unidade do SND - Números pares e ímpares - Ideias de padrão de referências - Comparação e identificação de atributos: cor, tamanho (maior e menor) e peso (pesado e leve) - Representação da escrita matemática em associação com letra da música (cartaz e atividade escrita) - Estimulação da percepção dos alunos quanto ao sentido do número, sua compreensão e utilização (Significado) - Reflexão sobre a “escrita espelhada dos números” (comum nos anos iniciais do ensino fundamental) - “Erro” como hipótese testada e vivenciada (estimulação de habilidades neurocognitivas) para novo procedimento - Importância da flexibilização dos conteúdos curriculares nos tempos de vivências da Musicalidade - Figuras geométricas: esfera, círculo, cilindro e triângulo - Ideia de Progressão Aritmética - Ideia de fração 	<ul style="list-style-type: none"> - Consideração das Funções Executivas no planejamento, na realização de atividades e na avaliação, especialmente: - Atenção Voluntária - Memória Operacional - Controle Inibitório - Flexibilidade Cognitiva - Criatividade (prática: “Rascunho de Planejamento”) 	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação e desenvolvimento do Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental - Músicas do Cancioneiro Infantil (<i>O Sapo não Lava o Pé</i>) - Sistematização da Musicalidade com fundamentação teórica: ✓ Roda Musical Orquestrada ✓ Jogo “Adivinha que Número eu sou?”, com maior complexidade ✓ Onda - Instrumentos Musicais (tambor e triângulo) - Emoções (alegria, prazer, entusiasmo, motivação, espontaneidade e afetividade) e Solidariedade do trato com os outros - Crítica à omissão da Corporeidade em práticas anteriores - Mudança de concepção de “erro” - Avaliação positiva da Musicalidade para o ensino do Sistema de Numeração Decimal para o 2º ano do ensino fundamental como estratégia inovadora, detentora de novos paradigmas - Indicação do Momento-03 como Experiência de Aprendizagem Mediada 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença dos critérios: Intencionalidade/ Reciprocidade e Significado (nos contextos dos desdobramentos) - Transcendência (SND, Contagem, Adição e Cálculo Mental) - Práticas Inclusivas sem distinção de atividades - Utilização de questionamentos para reflexão matemática dos alunos - Consideração de sugestões e reivindicações dos alunos para elaboração de novos desdobramentos - Controle Inibitório (ampliação da proposta da pesquisa) - Interdisciplinaridade (ciências e estudos sociais – partes e higiene do corpo / lixo e reciclagem; português – formatação de paródia, rimas e poesia / história dos brinquedos; tecnologias – sala de informática para construção de gráficos – <i>Word</i>); português – alfabetização e Letramento - Consideração dos diferentes tempos de aprendizagem - Valorização das elaborações cognitivas (cálculos e procedimentos mentais) - Realização da Autoavaliação: Percepção da autônoma, segurança e criatividade - Busca de conhecimentos atualizados de conceitos matemáticos (estudos autônomos) - Análises, Reflexão e Argumentação do planejamento dos desdobramentos, indicando estudos de Musicalidade - Destaque da importância da Corporeidade com Musicalidade e Matemática em práticas de ensino - Crítica ao sistema de notas classificatório no sistema de ensino da matemática - Visão do “erro” como mecanismo impulsionador do processo de aprendizagem - Classificação da Mediação Docente como “intensa” (TMCE)
---	--	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Cores primárias: azul, vermelho e amarelo - Interpretação de dados de tabelas e gráficos - Figuras geométricas: círculo, quadrado, retângulo, triângulo e cilindro - Realização de avaliação do Sistema de Numeração Decimal em tempo real, por meio de resultados de Cálculo Mental, apresentados pelos alunos durante vivências de Musicalidade 		<ul style="list-style-type: none"> - Indicação do Momento-03 como efetivação da Mediação Humanizada para a promoção da Experiência de Aprendizagem Mediada
--	--	--	---

Fonte: elaboração da autora (2017)

A observação do Cata-vento composto das tríades do 2º ano demonstrou a intensidade do giro entre os momentos inicial, mediano e final, quando as evoluções extrapolam conteúdos e metodologias e são assumidas na autoavaliação da professora, que se reportou ao termo “intensidade” para resumir sua trajetória pessoal e docente.

Na Tríade do SND (neurociências) ocorreu evolução gradativa, iniciada na contagem, aparentemente como adendo da atividade inicial, demonstrando claramente o desconhecimento da proposta e a dificuldade de pensar sem fragmentação, como o próprio grupo de professoras concluiu. No segundo momento, após duas atividades (que não foram consideradas na análise de dados), o SND tomou grandes proporções tanto em quantidade de conteúdos, quanto em habilidades estimuladas, quanto em complexidade, já demonstrando a exigência de procedimentos para o cálculo mental. A professora adotou a contagem termo a termo e partiu dessa prática para chegar à complexidade elaborada. Ela sempre realizou a contagem junto com os alunos, ora em tempo real da atividade, ora na validação dos resultados, de modo que todos puderam acompanhar o raciocínio dos colegas em evidência. Foi possível observar que a professora identificou na Corporeidade o campo de atuação das relações matemáticas, incentivando em todos os momentos a ressignificação das atividades vivenciadas com a Musicalidade ao levar os alunos a pensarem e refletindo sobre suas práticas. Ela utilizou vários códigos de representação e inseriu as quatro operações matemáticas de forma lúdica e desafiadora, partindo das vivências. Utilizou com desenvoltura os elementos da Musicalidade, desenvolvendo a flexibilidade, criatividade e originalidade em si própria e nos alunos, ao ponto de sistematizarem e denominarem atividades permanentes de Musicalidade com fundamentação teórica. No 2º ano, tal processo aconteceu no “Jogo do Adivinha que Número eu Sou?”, produzido ainda no Momento-02, na “Roda Musical Orquestrada” e na “Onda” no Momento-03, ampliando a complexidade no “Jogo do Adivinha que Número eu Sou?” e acrescentando cálculos de operações matemáticas além da contagem.

A professora afirmou que essas atividades entraram para o quadro de atividades permanentes dos planejamentos mensais.

A Tríade das Funções Executivas, após a compreensão dos conceitos, por meio dos estudos realizados em grupo, foi integrada ao planejamento, observada na realização das vivências de Musicalidade e considerada durante a avaliação em tempo real. Essa afirmação pauta-se também nas observações que a professora realizou sobre o aluno com TDAH pois, além da avaliação dos conteúdos acerca do Sistema de Numeração Decimal, ela mencionava e considerava o comportamento dele, citando a Atenção Voluntária, a Memória Operacional e o Controle Inibitório. Assim, ela demonstrou respeitar o desenvolvimento do aluno, considerando suas possibilidades, potencialidade, limites e tempo diferenciado.

Destacou-se a Atenção Voluntária promovida pela Escuta Atenta e os conhecimentos acerca da estimulação lúdica, tão necessária ao desenvolvimento da Memória Operacional, Memória Semântica, Planejamento, Criatividade, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva. Em especial, a professora desenvolveu uma prática que denominou de “Rascunho de Planejamento”, cujo objetivo era anotar ideias e observações específicas sobre as Funções Executivas que auxiliaram as práticas futuras. Ela demonstrou, no Momento-03, considerar as duas dimensões matemáticas, de habilidades neurocognitivas e conteúdo matemático, como instrumentos do ensino.

A Tríade da Musicalidade apresentou o domínio de novas estratégias didáticas, e o Momento-03 foi, especialmente, indicado como Experiência de Aprendizagem Mediada (FEURSTEIN *et al.*, 2014), com estrutura e formas organizadas originalmente pela professora, como efetiva Mediação Humanizada (FEURSTEIN *et al.*, 2014). Entre muitos, a Musicalidade oportunizou a autoria e autenticidade de desdobramentos a partir das vivências dos elementos integrados. A professora implantou e desenvolveu o Esquema de Corporeidade da Musicalidade para o Cálculo Mental, utilizou e diversificou o cancionário infantil e a criação de atividades sistematizadas de Musicalidade com fundamentação teórica e efeitos permanentes no planejamento, isto é, no currículo moldado e no currículo em ação (SACRISTÀN, 2000). Ela diversificou os instrumentos mediadores com escrita da letra musical, número de pulsos, instrumentos musicais e atividade escrita integrada à prática de vivências, muito diferente da representação escrita iniciada e finalizada sem representação da Corporeidade, sem significado para os alunos. Além disso, foi na Tríade da Mediação Docente que a professora apresentou críticas a partir dos novos conhecimentos, reelaborou aspectos pedagógicos importantes em relação à inclusão, como: atividades separadas e

coletivas, visão do erro como mecanismo impulsionador da aprendizagem e a avaliação em tempo real, que incorporou a funcionalidade diagnóstica e não classificatória.

As Tríades se integraram e promoveram evoluções à medida que os Momentos 01, 02 e 03 foram se alimentando de novos conhecimentos teóricos e refletidos com as vivências do grupo de estudos. As professoras tiveram oportunidade de observar e analisar suas práticas com novas perspectivas, possibilitando novos comportamentos e a efetivação da Mediação Humanizada para a promoção da Experiência de Aprendizagem Mediada. Essas evoluções podem ser consideradas contribuições de grande expressividade no ensino da matemática, na perspectiva inclusiva e mediada. Por fim, é importante registrar que, apesar de a pesquisa ter sido aprofundada com duas professoras (1º e 2º ano do ensino fundamental regular), as outras participantes do grupo também organizaram suas práticas conforme as mesmas orientações; seus materiais podem ser fruto de análises futuras porque poderão abranger diferentes atuações, a saber: três professoras da educação infantil, uma professora da Sala de Recursos para crianças com dificuldades de aprendizagem e uma professora da Sala Multifuncional que atende crianças com Transtorno do Espectro Autista.

É possível considerar outras possibilidades no efeito Cata-vento da Musicalidade para 3º e 4º ano do ensino fundamental. Por exemplo, na Tríade do SND (neurociências), em que habilidades matemáticas poderão ser direcionadas para serem estimuladas alterando os níveis de complexidade de acordo com novos desdobramentos. Quanto aos conteúdos de matemática, poderão ser abordados de acordo com as vivências da Musicalidade, que poderão ser representadas em linguagem musical, utilizando conceitos da música e associadas à linguagem matemática, como: altura das notas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si), estrutura fracionária da escrita musical no pentagrama, estudo da proporcionalidade considerando os compassos que determinam o ritmo da música (quaternário, de 4 tempos; ternário, de 3 tempos, ou binário, de 2 tempos), indicações com medidas numéricas sobre velocidade da nota musical (grave – muito lento; lento – lento; adagio – tranquilo; andante, ligeiramente pausado; allegro – rápido, alegre; presto – muito rápido), comparação e identificação de acordes (notas diferentes tocadas ao mesmo tempo, chamado de acordes), identificação de Intensidade sonora com termos específicos (*fortíssimo* – muito forte; *forte* – forte; *mezzoforte* – meio forte; *piano* – suave; *pianíssimo* – muito suave) e muitas possibilidades utilizando as figuras musicais, as quais representam o tempo de cada nota musical, que estruturam os ritmos.

Com esses e outros instrumentos, como o metrônomo e instrumentos musicais melódicos, de cordas, sopro ou de metais, abrem-se possibilidades de ferramentas didáticas

para fenômenos da matemática, que poderão ser vividos e transformados em escrita musical e escrita matemática, para a realização de cálculos e aprendizagem de conceitos, considerando a ideia de representação e função social da matemática.

REFERÊNCIAS

- ABDOUNUR, O. J. **Matemática e Música. O pensamento analógico na construção de Significados**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editoras – (Coleção ensaios transversais). 2003.
- AJURIAGUERRA, J. **Manual de psiquiatria infantil**. São Paulo: Mason, 1980.
- ANDRADE, M. de. **Namoros com a medicina**. 4. ed., Belo Horizonte, Itatiaia, 1980.
- ANTUNES, C. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. Campinas: Papirus, 2002.
- ARENI, C.S.; KIM, D. The influence of background music on shopping behavior: Classical versus top-forty music in a wine store. **Advances in Consumer Research**, p. 336-340, 1993.
- ASHBY, F. G.; ISEN, A. M.; TURKEN, A. U. A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. **Psychological Review**, n.106, p. 529-550, 1999.
- BADDELEY, A. **Human Memory; Theory and Practice**. Boston: Allyn e Bacon, 1997.
- _____. **Working Memory**. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- BAGGETTA P., ALEXANDER P.A. Conceituação e operacionalização da função executiva. **Rev. Mente, Cérebro e Educação**, 2016, p.10-33.
- BARKLEY, R. The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. **Neuropsychology**, n.11, v.1, p.1-29, 2001.
- BARROS, D. D. **Imagem Corporal: a descoberta de si mesmo**. Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-59702005000200020&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acessado em: 27 Set. 2016.
- BASTOS, J.A. **O cérebro e a matemática**. 1ª ed. São Paulo: Autor, 2008.
- BENEZON, R. **Teoria da musicoterapia: contribuição ao conhecimento do contexto não-verbal**. São Paulo: Summus, 1988.
- BRASIL. **Constituição Federal**, 1988.
- _____. **Declaração Mundial de Educação para Todos**, 1990. Disponível em: <http://www.unicef.org/brazil/pt/resources_10230.htm>. Acessado em: 16 Out. 2016.

_____. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. 2012. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>>. Acessado em: 29 Jul. 2016.

_____. **Política Nacional de Educação Especial**. Brasília: MEC/SEESP, 1994.

_____. **Lei nº 9.394, de 20/12/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, MEC, 1996.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: adaptações curriculares**. Brasília: MEC/SEESP, 1999.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Especial na Educação Básica**. Brasília, DF: MEC/SEF, 2001.

_____. **Saberes e Prática da Inclusão**. Dificuldades de Comunicação e Sinalização Deficiência Visual. 2ª edição, MEC. Brasília, 2006.

_____. Secretaria de Educação Básica. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Alfabetização Matemática** / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. – Brasília: MEC/SEB, 2014.

_____. Secretaria Estadual de Educação do Paraná. **Compreendendo a Música**. 2012. Disponível em: <<http://www.arte.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=136>>. Acessado em: 30 Ago. 2016.

_____. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa com Deficiência) Senado Federal / Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.senado.leg.br/atividade/rotinas/materia/getPDF.asp?t=169153&tp=1>>. Acessado em: 26 Set. 2016.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. 3ª versão, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acessado em: 03 Jun. 2017.

BRANNON, E. M.; ROITMAN, J. **Nonverbal representations of time and number in non-human animals and human infants**. In W. Meck (Org.) *Functional and neural mechanisms of interval timing* (p.143-182). New York: CRC Press, 2003.

BRITO, M. R. F. Contribuições da Psicologia Educacional à Educação Matemática. In: BRITO, M. R. F. (Org.). **Psicologia da Educação Matemática: Teoria e Pesquisa**. 2.ed. Florianópolis: Insular, 2005, p. 49-67.

BROCHARD, R.; DUFOUR, A.; DESPRÉS, O. Effect of musical expertise on visuospatial abilities: evidence from reaction times and mental imagery. **Brain and Cognition**. v. 54, 2004.

BRONFENBRENNER, U. **A ecologia do desenvolvimento humano: experimentos naturais e planejados**. (M. A. Verríssimo, Trad.) Porto Alegre: Artes Médicas.1996.

BYBEE, J. **Word frequency and context of use in the lexical diffusion of phonetically conditioned sound change**. Cambridge: University Cambridge Press, 2002.

BRUNNER, G.C. **Music, mood, and marketing**. American Marketing Association. Journal of Marketing, 1990, p.94-104.

BUNGE, S. A.; ZELAZO, P. D. **A brain-based account of the development of rule use childhood**. Current Directions in Psychological Science, vol.15, p. 118- 121. 2006.

CAHILL, L; HAIER, R. J.; FALLON, J. ; ALKIRE, M. T.; TANG, C. KEATOR, D. WU, J.; MCGAUGH, J.L. **Amygdala activity at encoding correlated with long – term, free call of emotional information**. Proc Natl Acad Sci U S A, 1996.

CAMARGOS, C. B. R. **Música e Matemática: A harmonia dos Números revelada em uma Estratégia de Modelagem**. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). 2010. Universidade Federal de Ouro Preto.

CAMPOS, G. P. da S. **Matemática e Música: Práticas Pedagógicas em Oficinas Interdisciplinares**. Dissertação (Mestrado em Educação). 2009. Universidade Federal do Espírito Santo.

CAPOVILLA, A.; MONTIEL, J.; CAPOVILLA, F. **Teoria e Pesquisa em Avaliação Neuropsicológica**. São Paulo: Memnon, 2007.

CARRAHER, T.N. **O Método Clínico: Usando os Exames de Piaget**. São Paulo: Cortez, 1986.

CARTER, R. **O livro do Cérebro**. Rio de Janeiro: Agir, 2012.

CID - 10 (**Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde**), Organização Mundial da Saúde (OMS), 10ª rev., vol. 1. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997.

CORSO H.V.; SPERB, T.M.; JOU, G. I. D.; SALLES, J.F. **Metacognição e Funções Executivas: Relações entre os Conceitos e Implicações para a Aprendizagem**. Rev Psicologia Teoria e Pesquisa, vol. 29, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v29n1/04.pdf>>. Acessado em: 16 Out. 2016.

COULL, J.T. Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging, and psychopharmacology. **Prog. Neurobiol**, v. 55, p 343-361, 1998.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa – Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CROSS, I.; MORLEY, I. **Music and evolution: the nature of the evidence**. University of Cambridge, 2006. Disponível em: <https://www.academia.edu/487045/Music_and_evolution_the_nature_of_the_evidence>. Acessado em: 12 Jul. 2016.

DALGALARRONDO, P. **Evolução do cérebro: sistema nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEHAENE, S.; BOSSINI, S; GIRAUX, P. **The mental representation of parity and number magnitude**. Journal of Experimental Psychology: General, 1993.

_____. COHEN, L. **Towards an anatomical and functional model of number processing**. Mathematical Cogn. 1995.

_____. **Varieties of numerical abilities**. Cognition, Amsterdam, v. 44, n. 1-2, 1992.

_____. **The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics**. Oxford University Press, 1999.

DIAMOND, A. **As funções executivas**. O Annual Review of Psychology 64, 2013, p.135-168.

DSM-5. **Manual Diagnóstico E Estatístico De Transtornos Mentais**. American Psychiatric Association, Tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento, *et al.* Revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli... [*et al.*]. Porto Alegre: Artmed, p. 67, 2014

DUNCKER, K. **On problem solving**. Psychological Monographs, 1945. 58, p. 1-110.

DÜRR, W.; GERSTENBERG, W. **Rhythm. (Rhythm and counterpoint)**. In The new Grove dictionary of music and musicians. Stanley Sadie (ed.). Londres: Macmillan Publishers Limited, v.15, p. 808-810, 1980.

FAUCONNIER, G.; TURNER, M. **The Way of Think**. New York: Basic Books, 2002.

FERRARI E. A. M.; TOYOLA M.S.S.; FALEIROS L. CERUTTI S.M. **Plasticidade neuronal: relações com o comportamento e abordagens experimentais**. Psicologia: Teoria e pesquisa, 2001.

FERNANDES, D. **Avaliar para aprender: fundamentos, práticas e políticas**. São Paulo: Editora UNESP, 2009, p.102.

FERNÁNDEZ, A. **Os idiomas do Aprendente**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

FEUERSTEIN, R.; KLEIN, P.S.; TANNENBAUM, A. J. **Mediated Learning Experience (MLE): Theoretical, Psychosocial and Learning Implications**. London: Freund, 1994.

_____. **Teoría de la Modificabilidad Cognitiva Estructural**. In: Es modificable la Inteligencia? Madrid: Editora Bruno, 1997.

FONSECA V. da. **Educação Especial: Programa de Estimulação Precoce – Uma introdução as Ideias de Feuerstein**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

_____. **Psicomotricidade: perspectivas multidisciplinares**. Lisboa: Ancora, 2001.

FONTELES, D. S. R. **Avaliação de Habilidades Matemáticas de Alunos com Transtornos do Espectro do Autismo**. Tese (Doutorado em Distúrbios do Desenvolvimento) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil, 2012.

FORÉS, A. **Neuromitos en educación: el aprendizaje desde la neurociência**. Plataforma Actual. Barcelona, 2015.

FRANCO A. S.; BARRETO T.; ASSIS. T. S de. **Neuroeducação e Inteligência: Como as artes e a atividade física podem contribuir para a melhora Cognitiva.** In: VIRGOLIM, A. M. R; KONKIEWITZ C. (org.) Campinas: Papirus, 2014.

FREIRE. P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à Prática Educativa.** 27. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FUSTER, J. M. **Cortex and mind: unifying cognition.** New York: Oxford University Press, 2003.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas, a teoria na prática.** Porto Alegre: Ed. Artmed, 1995.

_____. **Inteligência Um conceito Reformulado.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

GAZZANIGA, M. S.; SMYLE, C. E. **Dissociation of language and cognition: A psychological profile of two disconnected right hemispheres.** Brain, 1984.

GEARY, D. C. **A evolutionary perspective on learning disability in mathematics.** Developmental Neuropsychology, 2007.

GOLEMAN, D. **Inteligência Emocional A teoria revolucionária que define o que é ser inteligente.** Rio de Janeiro: Ed. Objetiva, 1996.

GOMES, H. C. **Musicalização Infantil; Formação Docente para Educação Ambiental.** 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) – UniFOA: Centro Universitário de Volta Redonda, 2011.

_____. **Impactos Do Processo De Musicalidade Na Educação Matemática Inclusiva.** Anais do I Encontro Fluminense de Inclusão e Tecnologias em Educação Matemática, UNIRIO. Rio de Janeiro-RJ, 2016.

_____. **Educação Inclusiva: Mediação Docente Visando A Modificabilidade Cognitiva Estrutural.** Anais do IV Colóquio Internacional Educação, Cidadania e Exclusão. UERJ, Rio de Janeiro-RJ. V. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/revistas/ceduce/anais.php>>. Acessado em: 17 fev. 2016.

_____; MANRIQUE, A. L. **Formação de Professores para Educação Inclusiva: A Musicalização na Alfabetização Matemática.** Anais do II Congresso Nacional de Formação de Professores e XII Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores. Águas de Lindóia-SP. UNESP, 2014. p. 750-762. Disponível em:

<http://www.geci.ibilce.unesp.br/logica_de_aplicacao/site/index_1.jsp?id_evento=31>. Acessado em: 11 Mar. 2016.

_____. **Educação Matemática Inclusiva, Musicalização e Atenção Voluntária.** Anais do Congresso Internacional de Educação e Inclusão - CINTEDI. Campina Grande-PR. CPEI e UEPB, 2014. Disponível em: <<http://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/anais.php>>. Acessado em: 11 de mar. 2016.

_____. **A Musicalização (Ritmo-Som-Corporeidade), como Intervenção Neurocognitiva de Habilidades Matemáticas.** Rev. REnCIMA - Ensino de Ciências e Matemática. v. 6, n.1, Universidade Cruzeiro do Sul-SP, 2015.

GORDON, E. E. **Teoria de Aprendizagem Musical:** Competências, conteúdos e padrões. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

_____. **Teoria da Aprendizagem Musical para recém-nascidos e crianças em idade pré-escolar.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

GOTLIEB, G. **Developmental psychobiological theory.** Em R. B. Cairns, G. H. Elder e E. J. Costello (Orgs.), *Developmental science* (pp. 63-77). New York: Cambridge University Press. 1996.

GRANJA, C.E. de S.C. **Musicalizando a Escola: Música, Conhecimento e Educação.** São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

GRAY, J.A. **The neuropsychology of anxiety:** An enquiry into the function of the septo-hippocampal system. Nova Iorque: Oxford University Press; 1982.

HARTT, V. **Febre de Cérebro.** Rev. Educação, n. 129, p.22-31, jan.2008.

HERCULANO-HOUZEL, S. **Neurociências na Educação.** Belo Horizonte: CEDIC, 2010.

HERNANDEZ, F. **Cultura visual, mudança educativa e projeto de trabalho.** Trad. Jussara H. Rodrigues. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

HETLAND, L. Learning to make music enhances spatial reasoning. **Journal of Aesthetic Education**, v.34, p.179-238, 2000.

HUGHES, J.R.; DAABOUL, Y.; FINO, J.J.; SHAW, G. L. - **The "Mozart Effect" On Epileptiform Activity** . *Clinical Electroencephalography*, 1998, 29(3), p. 109-119.

ISEN, A. M. **Positive Affect**. In: DALGLEISH, T; POWER, M. The handbook of cognition and emotion. New York:Wiley, p.521-539, 1999.

IZQUIERDO I. **Memória**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

JOLY, I. Z. L. **Música e Educação Especial: uma possibilidade concreta para promover o desenvolvimento de indivíduos**. Universidade Federal de São Carlos, 2003.

JOU, G. I, SPERB, T.M. **Teoria da mente: Diferentes abordagens**. Psicologia: Reflexão e Crítica, 1999.

JOURDAIN, R. **Música, cérebro e êxtase: como a música captura nossa imaginação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1997.

JUNTUNEN, M. L.; HYVONEN, L. **Embodiment in musical knowing: how body movement facilitates learning within Dalcroze Eurhythmics**. British-Journal-of-Music-Education, London, v. 21, n. 2, p. 199- 214, jul. 2004.

KARMILOFF-SMITH, A. **Beyond Modularity**. A developmental perspective on cognitive Science. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.

KERR, A., ZELAZO, P. D. **Development of “hot” executive function: The Children's Gambling Task**. Brain and Cognition, 2004.

KIHSLTROM, J.F., CANTOR, N. **Social Intelligence**, In: R.J.Stemberg (Ed), Handbook of Intelligence. Cambridge: Cambridge, 2000.

KRISTENSEN, C. H., ALMEIDA, R. M. M., GOMES, W. B. **Desenvolvimento histórico e fundamentos metodológicos da neuropsicologia cognitiva**. Psicologia: Reflexão e Crítica, 2001. p. 259-274.

LE BOULCH, J. **Educação Psicomotora: a psicocinética na idade escolar**. Trad. de Jeni Wloff. Porto Alegre: Artmed, 1987.

LEVITIN, D.J. **A Música no seu cérebro: a ciência de uma obsessão humana**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

LEZAK, M. D. **The problem of assessing executive functions**. International Journal of Psychology, 1982.

_____. HOWIESON, D.B.; LORING, D. W.: **Neuropsychological Assessment**. New York: Oxford University Press, 2004.

LURIA, A. R. **Fundamentos da Neuropsicologia**. Trad. Juarez Aranha Ricardo, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981. Disponível em: <<http://fisio2.icb.usp.br:4882/wp-content/uploads/2016/02/LURIA-A-R-Fundamentos-de-Neuropsicologia.pdf>>. Acessado em: 26 Set. 2016.

MACHADO M. M. **Merleau-Ponty e a Educação**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010, p.35. Coleção Pensadores e Educação.

MAIA, V. **Funções Neuropsicológicas e Desempenho Matemático: Um estudo com crianças da 2ª série**. Dissertação (Mestrado em Educação). 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MAIER, N. R. F. Reasoning in humans: 11. The solution of a problem and its appearance in consciousness. **Journal of Comparative Psychology**, v.12, p. 181-194, 1931.

MALLOY-DINIZ L.F.; PAULA J.J.; LOSCHIAVO-ALVARES F.Q. **Exame das Funções Executivas**. In: MALLOY-DINIZ L.F.; FUENTES D.; MATTOS P.; ABREU N. editores. **Avaliação Neuropsicológica**. Porto Alegre: Artmed. 2010, p. 94-113.

MARQUES, N., MENNA-BARRETO, L. **Cronobiologia: Princípios e Aplicações**. 3. ed., São Paulo: Edusp, 2003.

MCCLOSKEY, M. **Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia**. *Cognition*. 1992.

MELLO, C. B. de Memória. In: MUSZKAT, M.; MELLO, C.B. **Neuropsicologia do desenvolvimento e suas Interfaces**. V.1. Conceitos: São Paulo: All Print Editora, 2008.

MERLEAU-PONTY. **Fenomenologia da Percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MILLER, E. K. **The prefrontal cortex and cognitive control**. *Nature reviews neuroscience*. Vol. 1, p. 59-65, 2000.

MILLIMAN, R.E. **Using background music on the behavior of supermarket shoppers**. *Journal of Marketing*, 1982, p.86-91.

MITRE, S. M.; SOUZA, R.C. de; MAYRINK B. M. M. **Neuroplasticidade**. In: ANTONIO V. E. ; BATISTA, R. S. **Neurociências: diálogos e interseções**. Rio de Janeiro: Rubio, 2012.

MOREIRA, G.; MANRIQUE, A.L.; MARTINS, A.P.L.; SANTOS, A.C.; HATTUM-JANSSEN, N.V.; AREZES, P.M.F.M; MARTINHO, M. H. Validação da Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com NEE em Aulas de Matemática. In: **Desafios da Educação Matemática Inclusiva: formação de Professores.** (Org.) MANRIQUE, A.L.; MARANHÃO, M.C.S. de A.; G.E. MOREIRA. Vol. 1, Ed. Livraria Física, 2016. P. 163-173.

MORIN, E. **O Enigma do Homem.** São Paulo: Circulo do Livro, 1973, p. 140-141.

MOURA, I. C. de; BOSCARDINI, M. T. T.; ZAGONEL, B. **Musicalizando Crianças.** São Paulo: Ática, 1989.

MUKAMAL R. C.; MOREIRA V. G.; CARRASCO, F.M. Neurobiologia da Memória. In: ANTONIO V. E.; BATISTA, R. S. **Neurociências: diálogos e interseções.** Rio de Janeiro: Rubio, 2012.

MUSZKAT, M. **Música e Neurociência.** Neuroclin, 2012. Disponível em: <http://www.neuroclin.com.br/noticias/Dr_Mauro_Muszkat_05.html>. Acessado em: 22 Jul. 2016.

_____. CORREIA, C. M. F. e CAMPOS, S. M. **Música e Neurociências.** Revista Neurociências, 8(2): 70-75, 2000.

_____. **Música, Neurociência e Desenvolvimento Humano.** In: JORDÃO. G.; ALLUCCI R. R.; MOLINA S.; TERAHATA A. M. (Coord.) A Música na Escola, São Paulo: Alluci e Associados Comunicações, 2012. p. 67-69.

_____. MELLO, C. B. de; MIRANDA, M. C. **Neuropsicologia do Desenvolvimento Conceitos e Abordagens.** São Paulo: Memnon, 2005.

_____. **Neuropsicologia do desenvolvimento e suas Interfaces.** Vol 1. Conceitos: São Paulo: All Print Editora, 2008.

_____. **Neuropsicologia do desenvolvimento e suas Interfaces.** Vol 2. Conceitos: São Paulo: Editorama, 2010.

_____. **Inclusão e Singularidade: Desafio da Neurociência Educacional.** São Paulo: All Print Editora, 2012.

_____. RIZZUTTI, S. **Enfrentando Desafios do Neurodesenvolvimento.** São Paulo: ed. Serene, 2016.

NABAS, T. R.; XAVIER, G. F. Neurobiologia da atenção visual. In: ANDRADE, V. M.; SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. (Org.) **Neuropsicologia hoje**. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p. 101-124.

NERICI, I. G. **Metodologia do Ensino: Uma Introdução**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1989.

NKEITA, J.H.K. **The Music of Africa**. London: Gollancz, 1988.

NÓVOA, A. A formação tem que passar por aqui: as histórias de vida no projeto Prosalus. In: NÓVOA A. e FINGER, M. (orgs). **O método (auto) biográfico e a formação**. Lisboa: Ministério da Saúde, 1988. p. 109-130.

_____. Diz-me como ensinas, dir-te-ei quem és e vice-versa. In: FAZENDA, I.(Org.). **A Pesquisa em Educação e as Transformações do Conhecimento**. 2ed. Campinas: Papirus, 1997.

NUNES, T.; CAMPOS, T.M.M; MAGINA S.; BRYANT P. **Educação Matemática Números e Operações Numéricas**. 2. Ed – São Paulo: Cortez, 2009.

ORTEGA, F.; ZORZANELLI, R. **Corpo em Evidência: a ciência e a redefinição do Humano**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

PANTANO, T.; ZORZI, J.L.; **Neurociência Aplicada à Aprendizagem**. São Jose dos Campos, 2010.

PATEL, A.D. **Music, Language, and the brain**. New York: Oxford University Press, 2008.

PAZETO, T. de C. B. **Avaliação das Funções Executivas, Linguagem Oral e Escrita em Pré-Escolares**. Dissertação (Mestrado em Distúrbios do Desenvolvimento). 2012. Universidade Presbiteriana Mackenzi – São Paulo.

PEDERIVA, P.; TUNES, E. **Musicalidade, fala expressão das emoções**. In: Anais do SIMCAM4 – IV Simpósio de Cognição e Artes Musicais, 2008. SIMCAM4.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**./Philippe Perrenoud; trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PILLÃO, D. **A Pesquisa no Âmbito das Relações Didáticas entre Matemática e Música: estado da Arte**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade São Paulo.

POCINHO, M. D. **A Música na Relação Mãe-Bebé**. 3ª ed. Instituto Piaget. Lisboa: Portugal, 2011.

RANGEL, M. L., DAMASCENO, L. A., FILHO, C. A.I. dos S., OLIVEIRA, F. S. de, JAZENKO, F., GAWRYSZEWSKI, L. G., PEREIRA, A. **Deficiência Visual e Plasticidade no Cérebro Humano**. Rev. Teoria e Prática. 2010. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S15166872010000100016&script=sci_arttext>. Acessado em: 20 fev. 2015.

RATEY, J. J. **O Cérebro – Um Guia para o Usuário**. Rio de Janeiro: Ed. Objetiva, 2001.

RIBEIRO, W. **História da Música no Antigo Continente**. São Paulo: Ed. Coleção, FTD, 1965, p.5.

ROEDERER, J. G. **Introdução à Física e Psicofísica da Música**. São Paulo: Edusp, 2002.

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. dos S. **Transtornos de Aprendizagem – Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar**. São Paulo: Artmed, 2006.

SACRISTAN, J. G. **O Currículo, uma Reflexão sobre a Prática**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

SANTAELLA, L.A. **Matrizes da Linguagem e Pensamento: Sonora, Visual e Verbal**. São Paulo: Iluminuras/Fapesp, 2001.

SASSON, D. **Anotações. Curso de Formação PEI – Programa de Enriquecimento Instrumental**. Curitiba: CDCP, 2006.

SCHAFER, M. **O Ouvido Pensante**. Tradução de Marisa Fonterrada. São Paulo: Editora Unesp, 1991.

SCHELLENBERG E.G. **Music and nonmusical abilities**. Annals of the New York Academy of Sciences, 2000, 930, p. 355-371.

_____. **Music and cognitive abilities**. Current Directions in Psychological Science, 2005.

SERRALVA, M. **Musicalização Infantil - Apostila básica**. Curso: Musiqueducando, 2012. Disponível em: <<http://musiqueducando.com.br/>>. Acessado em: 16 Out. 2016.

SIFUENTES, T. R.; DESSEN, M.A.; OLIVEIRA, M.C.S.L. de, Desenvolvimento Humano: Desafios para a Compreensão das Trajetórias Probabilísticas. **Psic.: Teor. e Pesq.**, Brasília, vol. 23 n. 4, p. 379-386, Out-Dez, 2007.

SILVA, M.J.P.; SOUZA, N.A, de. **Portfólio: Limites e Possibilidades em uma Avaliação Formativa**. Anais Educere, Curitiba - PR, 2007. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2007/anaisEvento/arquivos/CI-137-05.pdf>>. Acessado em: 14 Out. 2016.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P.. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOUZA, C. S. L. de. **Música e Inclusão: Necessidades Especiais ou Necessidades Profissionais Especiais?** Dissertação (Mestrado em Música). 2010. Universidade Federal da Bahia.

SQUIRE L.R.; ROBERTS J.L.; SPITZER N.; ZIGMOND M. J.; McCONNELL, S.K.. **Fundamental Neuroscience**. New Yor: Oxford University Press, 2003.

STANDLEY, J. M.; HUGHES, J. E. **Evaluation of an early intervention music curriculum for enhancing prereading/writing skills**. Music Therapy Perspect., v. 15, p. 79-85, 1997.

SUGAHARA, L. Y. **Música na Escola, um Estudo a partir da Psicogenética Walloniana**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

THOMPSON, R. A. **Emotion Regulation: a theme in search of a definition**. In N. A Fox (org.) The developmente of emotion regulation. Monographs of the Society for Research in Child Development. Vol. 59, 1994.

THOMPSON, W. F. **Music, Thought and Feeling: Uderstanding the Psychology of Musica**. 2ª ed. New York: Oxford University Press, 2015.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **Neuroeducation. La Formación Docente em el siglo XXI**. (2010a, p.22). Disponível em: <http://traceytokuhama.com/index.php?option=com_tz_portfolio&view=tags&id=32&Itemid=314>. Acessado em: 15 Jun. 2017.

TULVING E.; CRAIK, F. **Handbook of Memory**. Oxford: Oxford University Press. 2000.

TURRA, N. C. Rieven Feurstein: “Experiencia de Aprendizagem Mediada: Um Salto para a Modificabilidade Cognitiva Estrutural”. **Rev de Educação: Educere et Educere**. v. 2, nº4, Jul/Dez, p. 297-310. 2007.

VIANNA, P. M. da M.; RODRIGUES, M. R. C. **Psicologia do Desenvolvimento e da Linguagem do Deficiente Visual**. Rio de Janeiro: Editora UNIRIO, 2008.

VILLAS BOAS, B.M.F. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. Campinas. SP: Papyrus, 2004.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

_____. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007.

WILLEMS, E. **As Bases Psicológicas da Educação Musical**. Suíça. Trad. Ed. Pró Musica, Bienne, 1968.

_____. **El Valor Humano de La Educacion Musical**. Barcelona: Ed. Paidos, 2002.

WINN, K. **Addition and Subtraction by Human Infants**. *Nature*. Ver Nature, vol. 358, 1992, p. 749-751.

WISNIK, J. M. **O Som e o Sentido: Uma outra história da Música**. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

ZATORRE, R. J.; CHEN, J. L.; PENHUNE, V. B. **Interactions Between Auditory and Dorsal Premotor Cortex During Synchronization to Musical Rhythms**. Elseier, 2006.

ZELAZO, P.; QU, L.; MULLER, U. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early language development. In: W. Schneider, R. Schumann-Hegsteler, e B. Sodian (Eds.), **Young children's cognitive development: Interrelations among executive functioning, workin memory, verbal ability and theory of mind**, p. 71-93, 2005.

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Comitê de Ética em Pesquisa – PUC/SP
Endereço para contato comitê: <http://www.pucsp.br/cometica>
Rua Ministro Godói, 969 – Sala 63-C - Perdizes - São Paulo/SP – tel (11) 3670-8466

Responsável pela execução da pesquisa: Herica Cambraia Gomes (Doutoranda Educação Matemática)
 Telefones para contato: Cel: (24) 99974986 / (24) 981110197 / Res. (24) 3322-0433
 Email: herica.cambraia@gmail.com

Título Pesquisa: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA: MUSICALIDADE, MODIFICABILIDADE COGNITIVA ESTRUTURAL E MEDIAÇÃO DOCENTE

Informações ao Professor /Sujeito da Pesquisa

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que tem como objetivo: *Considerando a perspectiva docente, identificar os impactos da musicalidade em processos neurocognitivos da educação matemática inclusiva da educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental.

- a) Antes de aceitar participar da pesquisa, leia atentamente as explicações abaixo que informam sobre os procedimentos:

A pesquisa será realizada com grupos de até 4 (quatro) professores procedentes do ensino regular com alunos em processo de inclusão da rede municipal e particular de Barra Mansa-RJ, pelos critérios: a) atuando na educação infantil ou nos dois primeiros anos do ensino fundamental; b) disponibilidade e desejo para participação dos encontros (viabilidade de calendário e horário). Serão realizados 10 (dez) encontros de 04 (quatro) horas cada um, no período de agosto a dezembro de 2016, organizados em seis etapas:

- 1) Estudo sobre as teorias norteadoras da pesquisa;
- 2) Desenvolvimento com seus alunos de uma atividade elaborada pela pesquisadora;
- 3) Elaboração de atividades práticas pelos professores, com a orientação da pesquisadora e desenvolvimento destas, com seus alunos na sala de aula, durante a rotina da semana;
- 4) Descrição sobre o desenvolvimento das atividades e impactos na aprendizagem matemática de seus alunos (portfólio e registros em forma de relatório, áudio, vídeo e/ou outros);
- 5) Análise e identificação da proposta da musicalidade para o ensino (mediado) da matemática, por meio de sua perspectiva.
- 6) Devolutiva de percepção da pesquisadora para os sujeitos da pesquisa.

A coleta de dados realizar-se-á por meio de questionários, depoimentos, filmagens e áudios de sua prática, conforme sua indicação, seminário e produção do portfólio individual.

- b) Você poderá recusar participar da pesquisa e abandonar os procedimentos em qualquer momento, sem nenhuma penalização ou prejuízo. Durante os encontros, você poderá recusar responder a qualquer pergunta, dar seu depoimento ou opinião que por ventura lhe causar algum constrangimento.
- c) A sua participação como voluntário (a), não auferirá nenhum privilégio, seja ele de caráter financeiro ou de qualquer natureza, podendo se retirar do projeto em qualquer momento sem prejuízo.
- d) Serão garantidos o sigilo e privacidade, sendo reservado ao participante o direito de omissão de sua identificação ou de dados que possam comprometê-lo.
- e) Na apresentação dos resultados não serão citados os nomes dos participantes.
- f) **Confirmo ter conhecimento do conteúdo deste termo. A minha assinatura abaixo indica que concordo em participar desta pesquisa e por isso dou meu consentimento.**

Barra Mansa, 13 de Agosto de 2016.

Participante (Assinatura idêntica ao do RG) _____

RG n°: _____ órgão expedidor: _____

ANEXO B – Questionário

Escala Multidimensional de Inclusão de Alunos com NEE em Aulas de Matemática

Dr. Geraldo Eustáquio Moreira – UnB/Brasil
 Dr^a Ana Lúcia Manrique – PUCSP/ Brasil
 Dr^a Ana Paula Loução Martins – UMINHO/ Portugal
 Dr^a Anabela Cruz dos Santos – UMINHO/ Portugal
 Dr^a Natascha Van Hattum-Janssen – Saxion University/ Holanda
 Dr. Pedro Arezes – UMINHO/ Portugal
 Dr^a Maria Helena Martinho – UMINHO/ Portugal

Inclusão de Alunos com NEE em aulas de Matemática

Este questionário é parte de uma pesquisa conjunta do Instituto de Educação/Centro de Investigação em Educação da Universidade de Minho, Portugal, e do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil, vinculada ao projeto “Desafios para a educação inclusiva” aprovado no Programa Observatório da Educação da Capes, protocolo de pesquisa nº 149/2011 do Comitê de Ética, PUC-SP. Este questionário tem como objetivo conhecer a percepção dos professores que ensinam Matemática em escolas da Educação Básica sobre a inclusão de alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE). Gostaríamos de solicitar a sua colaboração, respondendo a este questionário, que ocupará aproximadamente 20 minutos do seu tempo. Este questionário não é um teste, não existem respostas “certas” ou “erradas”, então procure responder com suas opiniões. Agradecemos a sua colaboração

I. Variáveis Demográficas

Assinale com um (✓) a opção que expressa sua resposta.

1. **Gênero:** Masculino Feminino 2. **Idade:** _____

3. **Qual seu nível de escolaridade?**

- 3.1 Ensino Médio
 3.2 Magistério
 3.3 Curso Técnico em _____
 3.4 Licenciatura em _____
 3.5 Bacharelado em _____
 3.6 Complementação Pedagógica
 3.7 Especialização em _____
 3.8 Mestrado em _____
 3.9 Doutorado em _____
 3.10 Outro qual? _____

4. **Quantos anos de experiência em Educação você possui?**

- 4.1 Menos de 5 anos
 4.2 5 a 10 anos
 4.3 11 a 15 anos
 4.4 16 a 20 anos
 4.5 Mais de 20 anos

5. **Você leciona para classes de quantos alunos?**

- 5.1 15-20 alunos
 5.2 20-30 alunos
 5.3 30-40 alunos
 5.4 Mais de 40 alunos

6. **Para que ano(s) você leciona?** _____

II - Educação Especial

7. Como você descreveria seu contato em geral com alunos com NEE?

- 7.1 Nunca
- 7.2 Raramente
- 7.3 Às vezes
- 7.4 Frequentemente
- 7.5 Sempre

8. Já teve em sua sala de aula alunos que apresentassem NEE? Sim Não

Se sim, indique quais tipos de NEE:

9. Indique a probabilidade de você vir a trabalhar com alunos com NEE:

- Grande Moderada Pequena Nenhuma

10. Você já teve acesso a informações sobre os tipos de NEE que existem?

- Sim Não

11. Você já participou de alguma formação sobre NEE?

- Sim Não

Se sim, indique quais:

II. Percepção do professor sobre a inclusão de alunos com NEE

Indique o quanto você concorda ou discorda de cada uma das informações abaixo marcando com um (X) a opção apropriada:

	<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
12				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE <u>graves</u> pode ser benéfica para eles.			
13				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE <u>moderadas</u> pode ser benéfica para eles.			
14				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE <u>leves</u> pode ser benéfica para eles.			
15				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE pode ser benéfica para a comunidade.			
16				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE pode ser benéfica para os professores.			
17				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE pode ser benéfica para a família desses alunos.			
18				
	A inclusão, na classe regular, de alunos com NEE pode ser benéfica para os colegas de turma.			
19				
	Os alunos com NEE devem ser inseridos em classes separadas nas escolas regulares.			
20				
	Os alunos com NEE devem ser inseridos em classes regulares.			
21				
	Alunos com NEE devem estudar em escolas especiais.			
22				
	A inclusão de alunos com <u>baixa visão</u> (ambliopia) em classes regulares pode ser benéfica para eles.			
23				
	A inclusão de alunos <u>com cegueira</u> em classes regulares pode ser benéfica para eles.			
24				
	A inclusão de alunos com <u>deficiência auditiva parcial</u> (hipoacusia) em classes regulares pode ser benéfica para eles.			
25				
	A inclusão de alunos <u>com surdez</u> em classes regulares pode ser benéfica para eles.			

- 26 A inclusão de alunos com deficiência motora em classes regulares pode ser benéfica para eles.
- 27 A inclusão de alunos com deficiência intelectual em classes regulares pode ser benéfica para eles.
- 28 A inclusão, na classe regular, tem impacto positivo no progresso escolar do aluno com NEE.
- 29 A inclusão, na classe regular, tem impacto positivo na socialização do aluno com NEE.
- 30 A inclusão de um aluno com NEE na classe regular é prejudicial para o progresso escolar dos colegas de turma.

IV. Percepção dos professores sobre o ensino de Matemática a alunos com NEE

Assinale com um (X) a opção que expressa sua resposta em cada item abaixo:

31. **Você conhece materiais didáticos apropriados para o ensino de Matemática para alunos com:**

Muitos Alguns Poucos Nenhum

Baixa visão (ambliopia)?

Cegueira?

Deficiência auditiva parcial (hipoacusia)?

Surdez?

Deficiência motora?

Deficiência intelectual?

Dificuldades de aprendizagem específicas?

32. **Considera que a sua escola está equipada com material didático apropriado ao ensino de Matemática para alunos com:**

Sim Não

Baixa visão (ambliopia)?

Cegueira?

Deficiência auditiva parcial (hipoacusia)?

Surdez?

Deficiência motora?

Deficiência intelectual?

Dificuldades de aprendizagem específicas?

33. **Se sim, utiliza-os nas suas aulas:** Sempre Frequentemente Raramente Nunca
Especifique

34. **Alguma vez solicitou a compra de material didático apropriado ao ensino de Matemática para alunos com NEE à direção da sua escola?** Sempre Frequentemente Raramente Nunca

35. **Se já solicitou a compra de material didático, que tipo de resposta recebeu?**

uma resposta positiva e rápida

uma resposta positiva, mas demorada

uma resposta negativa

nenhuma resposta

36. **Tem em alguma experiência no ensino de Matemática para alunos com NEE?** Sim Não

37. **Se sim, como descreve o ensino de Matemática a esses alunos? Tem feito adaptações? De que tipo? Tem encontrado barreiras? Quais?**

38. **Assinale os materiais utilizados por você em suas aulas de matemática para alunos com deficiência, indicando a frequência de seu uso.**

Sempre *Às vezes* *Raramente* *Nunca*

Ábaco
Caixa tátil
Caixas diferentes tamanhos e cores
Cubaritmo
Geoplano
Jogo da Memória tátil
Multiplano
Mosaico geométrico
Números em braile
Números ilustrados em língua gestual
Soroban
Tangran
Outros (descreva):

39. Se utilizou esses materiais, como avaliou a competência matemática do(s) aluno(s) com NEE?

V. Percepção dos professores sobre o uso de tecnologia assistiva (TA*)

**TA pode ser definida como qualquer dispositivo ou equipamento, seja ele adquirido comercialmente, modificado ou adaptado, usado para manter, aumentar ou melhorar as capacidades funcionais de indivíduos com NEE.*

40. Que tipo de TA está disponível para os alunos com NEE na sua escola?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Nenhuma | <input type="checkbox"/> Software de reconhecimento de voz |
| <input type="checkbox"/> Gravador/leitor com controle de velocidade | <input type="checkbox"/> Equipamento com rastreamento do movimento ocular |
| <input type="checkbox"/> Equipamentos de comunicação com radiotransmissão | <input type="checkbox"/> Leitor de tela e navegador textual |
| <input type="checkbox"/> Calculadora com síntese de voz | <input type="checkbox"/> Display Braille |
| <input type="checkbox"/> Caneta digital | <input type="checkbox"/> Ampliador de tela |
| <input type="checkbox"/> Software educativo para o ensino de Matemática | <input type="checkbox"/> Mesa educativa multissensorial |
| <input type="checkbox"/> Software de reconhecimento de caracteres | <input type="checkbox"/> Sintetizador de voz |
| <input type="checkbox"/> Materiais de leitura falados e audiolivros | <input type="checkbox"/> Outros _____ |
| <input type="checkbox"/> Capacete com ponteira | |
| <input type="checkbox"/> Editores de texto com software de reconhecimento de siglas/acrônimos | |

41. As tecnologias assistivas disponíveis na sua escola são suficientes (em quantidade e aplicabilidade) para atender aos alunos com NEE nas aulas de Matemática?

Indique o quanto você concorda ou discorda de cada uma das informações abaixo:

	<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
42	A existência de TA na escola é útil para apoiar o aluno com NEE.			
43	O uso de TA pode aumentar a autoconfiança e o sentido de independência do aluno com NEE.			
44	Em geral, as TA adaptam-se corretamente às características dos alunos com NEE.			
45	Na maioria das vezes, o equipamento das TA precisa de ser modificado/adaptado para atender às condições específicas dos alunos com NEE.			

VI. Percepção dos professores sobre a sua formação para o trabalho com a inclusão de alunos com NEE na classe regular

46. Durante a sua formação inicial para a docência, teve alguma disciplina que abordasse a inclusão de alunos com NEE nas aulas de Matemática? () Sim () Não

Em caso afirmativo, descreva que tipo de conteúdos foram referidos:

47. Durante o seu processo de formação contínua (ou continuada) procurou cursos que abordassem a inclusão de alunos com NEE nas aulas de Matemática? () Sim () Não

Em caso afirmativo, descreva-os:

48. Na sua opinião, qual deveria ser o processo de formação de professores de forma a estarem preparados para a inclusão de alunos com NEE nas aulas de Matemática?

COMPLEMENTO – Pesquisa GOMES, 2016

49. Possui algum conhecimento específico de música? () Não () Sim

50. Se a resposta anterior foi afirmativa, descreva seus conhecimentos na área musical:

Curso específico: _____

Instrumento Musical: _____

Canto: _____

51. Utiliza música em suas aulas de matemática? () Não () Sim

52. Se a resposta anterior foi afirmativa, descreva sua prática:

ANEXO C - Lista de Músicas - CDs**Cd de Músicas 01 - Músicas do Folclore Brasileiro (Domínio Público)**

- Faixa 01 – Ciranda, Cirandinha
- Faixa 02 – Marcha Soldado
- Faixa 03 – Samba lê lê
- Faixa 04 – Escravos de Jó
- Faixa 05 – O meu chapéu tem três pontas
- Faixa 06 – Trem
- Faixa 07 – Pirulito que bate bate
- Faixa 08 – Nesta rua
- Faixa 09 – O Cravo brigou com a Rosa

Cd de Músicas 02 – Sons de Animais (Domínio Público)

- Faixa 01 – Passarinhos
- Faixa 02 – Boi
- Faixa 03 – Gato
- Faixa 04 – Leão
- Faixa 05 – Cachorro
- Faixa 06 – Porco
- Faixa 07 – Cavalo
- Faixa 08 – Peru
- Faixa 09 – Galo

Cd de Músicas 03 – Músicas de roda - instrumental (Domínio Público)

- Faixa 01 – Ciranda Cirandinha
- Faixa 02 – Samba lê lê
- Faixa 03 – Escravos de Jó
- Faixa 04 – O Cravo Brigou com a Rosa
- Faixa 05 – O meu chapéu tem três pontas
- Faixa 06 – Fui no Tororó
- Faixa 07 – A Barata diz que tem