

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PATOLOGIA

Laura Flach Schwade

***Mismatch Negativity* em crianças
com queixas de dificuldades de
aprendizagem**

UFCSPA

Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre

Porto Alegre
2018

Laura Flach Schwade

***Mismatch Negativity* em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem**

Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Patologia da Fundação
Universidade Federal de Ciências
da Saúde de Porto Alegre como
requisito para a obtenção do grau
de Mestre.

Orientador: Dr. Paulo Ricardo Gazzola Zen

Co-orientadora: Dra. Pricila Sleifer

Co-orientador: Dr. Rafael Fabiano Machado Rosa

**Porto Alegre
2018**

Catálogo na Publicação

Flach Schwade, Laura

Mismatch negativity em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem / Laura Flach Schwade. -- 2019.

106 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Patologia, 2019.

Orientador(a): Paulo Ricardo Gazzola Zen ;
coorientador(a): Pricila Sleifer, Rafael Fabiano Machado Rosa.

1. Potenciais evocados auditivos. 2. Eletrofisiologia.
3. Criança. 4. Aprendizagem. I. Título.

Agradecimentos

À minha orientadora Profa. Dra. Pricila Sleifer, por abrir tantas portas para a minha vida acadêmica, por sempre estar ao meu lado me ajudando e orientando com muita disposição, dedicação e carinho. És minha grande inspiração.

Aos meus queridos orientadores, Prof. Dr. Paulo Ricardo Gazzola Zen e Prof. Dr. Rafael Fabiano Machado Rosa pela oportunidade que me deram de realizar o mestrado nesta universidade e por sempre estarem dispostos a me ajudar.

Às integrantes e colegas do Núcleo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição e Neuroaudiologia da UFRGS, que prestaram todo o apoio para a realização desta pesquisa, principalmente durante a coleta de dados.

Ao meu namorado Lucas Herzer, por ser o meu companheiro, por não medir esforços em me ajudar e por me dar tanto amor.

Aos meus pais e minha irmã, pela paciência, pelo apoio e por sempre acreditarem em mim.

Às pessoas que de alguma me acompanharam nesta trajetória, em especial, minhas amigas e parceiras Laura Herzer, Karoline de Almeida, Liliane Schneider, Fernanda Becker, Monalisa Deboni e Bárbara Melissa.

Aos participantes desta pesquisa, às crianças e aos seus responsáveis, por aceitarem fazer parte deste trabalho.

À UFCSPA e a UFRGS pela oportunidade.

A Deus por me guiar.

Sumário

1. Introdução	9
1.1 Sistema auditivo	9
1.1.1 Sistema auditivo periférico	11
1.1.2 Sistema auditivo central	13
1.2 Avaliação auditiva periférica	14
1.3 Avaliação auditiva central	18
1.3.1 Potenciais evocados auditivos	19
1.3.2 Potenciais relacionados a eventos auditivos	24
1.3.3 <i>Mismatch Negativity</i> (MMN)	26
1.4 Relação entre o sistema nervoso auditivo central e a aprendizagem	30
1.5 Aplicações clínicas do MMN em crianças com dificuldades de aprendizagem	32
1.5.1 Revisão bibliográfica: MMN em crianças com dificuldades ou transtornos de aprendizagem	34
1.6 Referências bibliográficas	40
2. Objetivos	50
3. Artigo científico redigido em inglês	51
4. Considerações finais	71
5. Anexos	73
5.1 Normas da revista: Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología	73
5.2 APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	99
5.3 APÊNDICE B: Protocolo de coleta de dados	104

Lista de abreviaturas

UFCSPA: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

MMN: *Mismatch Negativity*

MAE: Meato Acústico Externo

SNAC: Sistema Nervoso Auditivo Central

ATL: Audiometria Tonal Limiar

Hz: Hertz

MIA: Medidas de Imitância Acústica

LRF: Limiar de Reconhecimento de Fala

IPRF: Índice Percentual de Reconhecimento de Fala

dB: Decibel

ASHA: *American Speech-Language-Hearing Association*

PEAs: Potenciais Evocados Auditivos

ms: Milissegundos

μV: Microvolt

Na: Pico negativo registrado no Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

Pa: Pico positivo registrado no Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

Nb: Pico negativo registrado no Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

Pb: Pico positivo registrado no Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

P1: Pico de polaridade positivo próximo a 100ms

N1: Pico de polaridade negativo próximo a 100ms

P2: Pico de polaridade positivo próximo a 200ms

N2: Pico de polaridade negativo próximo a 200ms

P300 ou P3: Potencial Cognitivo com pico de polaridade próximo a 300ms

PEATE: Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico

BERA: *Brainstem Evoked Response Audiometry*

PEAML: Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

PEALL: Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

P: Voltagem positiva

N: Voltagem negativa

PREAs: Potenciais Relacionados a Eventos Auditivos

N400: Potencial Relacionado a Eventos Auditivos com pico próximo a 400ms

Ω : Ohm

TDAH: Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade

SNC: Sistema Nervoso Central

PAC: Processamento Auditivo Central

LDN: *Late Discriminative Negativity*

OD: Orelha direita

OE: Orelha esquerda

Resumo

Introdução: O *Mismatch Negativity* (MMN) é uma medida eletrofisiológica da audição que reflete as habilidades de discriminação auditiva e do processamento auditivo central. **Objetivos:** Analisar os resultados do MMN em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem e comparar os resultados com crianças sem queixas de dificuldades de aprendizagem.

Material e Métodos: Estudo transversal e comparativo. A amostra foi composta por 105 crianças de ambos os sexos, com idades entre 8 anos e 11 anos e 11 meses, estudantes do 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental. O grupo estudo foi composto por 35 crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem e o controle por 70 crianças sem queixas da mesma. Todas as crianças foram submetidas à audiometria tonal limiar, à audiometria vocal, às medidas de imitância acústica e ao *Mismatch Negativity* (MMN). **Resultados:** A média das latências do MMN foi de 213,3ms na orelha direita e de 215,2ms na esquerda no grupo estudo, e de 169,3ms na orelha direita e de 170,4ms na esquerda no grupo controle. A média da latência do MMN foi significativamente maior no grupo estudo em comparação ao controle ($p < 0,001$). A média da amplitude do MMN no grupo estudo foi de 5,76µV na orelha direita e 5,62µV na esquerda, enquanto que no controle foi de 5,01µV na orelha direita e 5,22µV na esquerda. **Conclusões:** Na amostra estudada, as crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem apresentaram uma média das latências do MMN significativamente maior do que aquelas sem as mesmas queixas.

Palavras-chave: Potenciais evocados auditivos; Eletrofisiologia; Crianças; Aprendizagem

1. Introdução

O presente referencial teórico tem como finalidade abordar os aspectos considerados pertinentes a fim de possibilitar ao leitor maior compreensão do estudo realizado. Os assuntos foram divididos em tópicos.

Inicia-se por uma revisão bibliográfica sobre o funcionamento do sistema auditivo. A seguir, será abordada a avaliação auditiva periférica e central, enfatizando o potencial evocado auditivo *Mismatch Negativity* (MMN).

Por fim, apresenta-se uma explicação sobre a relação entre a audição central e as dificuldades de aprendizagem, bem como, um capítulo sobre as aplicações clínicas do MMN em crianças com dificuldades de aprendizagem e uma revisão bibliográfica de estudos a cerca deste tema, seguido de um quadro com o resumo das pesquisas.

1.1 Sistema auditivo

O sistema auditivo, em sua integralidade e funcionalidade, permite ao ser humano a capacidade de ouvir e de se comunicar. É constituído de estruturas sensoriais e conexões centrais responsáveis pela audição. Este sistema pode ser dividido em duas porções relacionadas, definidas como sistema auditivo periférico e sistema auditivo central (Bonaldi, 2015). A integridade da via auditiva é essencial para que a aquisição e o desenvolvimento da fala, da linguagem oral e escrita e da aprendizagem escolar ocorram de forma plena (Brossi e cols., 2007).

Na porção periférica ocorre a captação do estímulo sonoro e integram estruturas da orelha externa, orelha média, orelha interna e do sistema nervoso periférico, ou seja, nervo vestibulococlear (Bonaldi, 2015). Ao nível central, a via auditiva segue do tronco encefálico até as áreas corticais e refere-se ao processamento auditivo, bem como aos processos mais avançados de interpretação e integração dos estímulos sonoros, que podem gerar respostas emocionais, cognitivas e linguísticas (Teixeira e cols., 2015; Ferreira, 2017).

A orelha humana tem capacidade de perceber entre 20 e 20.000Hz de frequência. As frequências mais sensíveis estão em torno de 1000Hz, que é a frequência de fala. A intensidade do estímulo sonoro é definida por decibel, que varia de 0 a 120dB, sendo 0dB o limiar mínimo da audição, ou seja, a menor intensidade audível, e 120dB é considerado o limiar máximo e pode causar desconforto ao ouvinte (Menezes, Hyppolito, 2015).

O sistema auditivo inicia a sua função a partir da vigésima segunda semana gestacional e continua seu desenvolvimento até a adolescência. Após o nascimento, a audição é do tipo reflexa, mesmo que a cóclea se apresente em condições de funcionamento, o sistema auditivo ainda é considerado imaturo. O sistema e as vias auditivas amadurecem com o passar dos anos, e neste período, as experiências auditivas propiciam o processo de aprendizagem dos sons e seus significados (Boéchat, 2015). Para que todo este processo ocorra de maneira efetiva, é necessário que o sistema auditivo esteja íntegro, tanto as estruturas morfológicas, quanto as fisiológicas, além do funcionamento e da sincronia entre elas.

1.1.1 Sistema auditivo periférico

O sistema auditivo periférico é um dos sistemas mais novos do corpo humano e é o responsável pela sensação e percepção dos estímulos sonoros. O sistema auditivo periférico pode ser dividido em: orelha externa, orelha média e orelha interna. Envolve a captação e a transmissão da onda sonora pela orelha e pelo meato acústico externo (orelha externa), a transdução sonora na membrana timpânica, na cadeia ossicular e nos músculos intratimpânicos (orelha média), o processamento da informação auditiva na cóclea e na porção coclear do nervo vestibulococlear (orelha interna e sistema nervoso periférico) (Bonaldi, 2015).

A orelha externa é constituída de orelha (pavilhão auricular) e de meato acústico externo, tendo como função proteger a membrana timpânica contra danos, assim como captar e conduzir a onda sonora em direção à membrana timpânica (André e cols., 2012).

A orelha média é representada pela cavidade timpânica. Contém a cadeia ossicular responsável por conduzir as vibrações da membrana timpânica à orelha interna e é composta pelos ossículos martelo, bigorna e estribo, que são articulados entre si e suspensos pelos ligamentos e músculos tensor do tímpano e estapédio (André e cols., 2012). O músculo tensor do tímpano e o músculo estapédio são compostos por fibras musculares estriadas esqueléticas e lisas, que apresentam contração reflexa involuntária, provocando enrijecimento da cadeia ossicular e funcionando como um mecanismo de proteção da cóclea mediante uma estimulação sonora intensa. A extremidade externa da cadeia ossicular está em contato com a membrana

timpânica; enquanto que a extremidade interna está em contato com a orelha interna e, dessa forma, a cadeia ossicular une meios com densidades diferentes através do acoplamento de impedâncias, permitindo que a reflexão do som seja mínima e a transmissão máxima (Bonaldi, 2015).

A membrana timpânica é uma estrutura translúcida e responsável pela transmissão de vibrações sonoras para a orelha média. Na parede anterior da cavidade timpânica, destaca-se a tuba auditiva, que se estende à parte nasal da faringe e apresenta função ventilatória (com o objetivo de arejar a orelha média e equalizar a pressão de ar externo com a pressão de ar da orelha média) e também de drenagem (Bonaldi, 2012).

Na orelha interna encontra-se a cóclea, principal responsável pela função auditiva, e também a porção vestibular, responsável pelo equilíbrio humano, onde estão os canais semicirculares, o sáculo e o utrículo (Menezes, Hyppolito, 2015). A cóclea é preenchida por fluídos: a perilinfa, que preenche a rampa vestibular e a timpânica, e a endolinfa, que se encontra no ducto coclear. Ao longo deste ducto, situa-se o órgão espiral, responsável pela transdução do estímulo sonoro em potenciais de ação. Uma vez formados os potenciais de ação, ocorrem contrações nas células ciliadas externas (que constituem o amplificador coclear), estimulando os cílios mais longos das células ciliadas internas. A estimulação dos cílios despolariza as células ciliadas internas (unidades receptoras e codificadoras cocleares) e provoca a abertura dos canais de potássio, formando potenciais receptores que levam à liberação de neurotransmissores, gerando uma mensagem sonora eletricamente codificada e enviada através do nervo coclear ao sistema nervoso central (Bonaldi, 2015).

Sendo assim, a onda sonora é inicialmente captada pela orelha e conduzida à membrana timpânica pelo meato acústico externo (MAE). A cóclea recebe a transmissão sonora por meio da via aérea, pela vibração da membrana timpânica e da cadeia ossicular, ou pela via óssea, que se define pela vibração direta dos ossos do crânio (Bonaldi, 2015).

1.1.2 Sistema auditivo central

O sistema auditivo central engloba a via auditiva desde o tronco cerebral até as áreas corticais e, ao longo das vias auditivas, existem diversos centros de integração onde o processamento das informações sonoras é realizado. Os impulsos nervosos são transmitidos pelas fibras do VIII nervo craniano (nervo vestibulococlear) para os núcleos cocleares, tronco encefálico, tálamo e córtex auditivo (Sleifer, 2015; Teixeira e cols., 2015).

A via auditiva central estende-se do complexo nuclear coclear até o córtex auditivo cerebral. As estruturas da via auditiva central são: núcleos cocleares, núcleos olivares superiores, lemnisco lateral, colículo inferior, corpo geniculado medial, formação reticular e córtex auditivo. Outras áreas não auditivas centrais também podem estar envolvidas neste sistema, como o lobo frontal e as conexões temporoparieto-occipitais. Esse conjunto de estruturas é responsável pela detecção e discriminação do som, pela compreensão, reconhecimento, localização, memória sonora, dentre outras (Bhatnagar, 2004; Teixeira e cols., 2015).

É um sistema complexo que transporta informações originadas do ramo coclear do nervo, por meio de potenciais de ação, para o córtex e são

chamadas de vias aferentes. As fibras nervosas que atuam na inibição e excitação de informações em estágios anteriores ao córtex são as vias eferentes (Momensohn-Santos, Russo, 2009; Panassol, Sleifer, Ferreira, 2017).

No sistema nervoso auditivo central (SNAC), a maioria das fibras segue um caminho contralateral na via auditiva. Logo, a orelha direita é mais vigorosamente representada no lado esquerdo do córtex, ou seja, hemisfério cerebral esquerdo, que é mais especializado para perceber os sons de fala; enquanto que a orelha esquerda é mais fortemente representada no lado direito do córtex, que decodifica melhor os sons ambientais e musicais (Musiek, Reeves, 1990; Teixeira, Griz, 2012; Teixeira e cols., 2015). Dessa forma, o córtex auditivo tem importância vital na discriminação auditiva baseada nos padrões de tempo de eventos auditivos, tal como a percepção da fala humana e a sua ligação com a área de Wernicke constitui o córtex de associação e compreensão da linguagem (Teixeira e cols., 2015).

Em termos gerais, os mecanismos e o processo do sistema auditivo central interferem tanto nos sinais verbais, quanto nos não verbais e influenciam as funções mais elevadas, incluindo a linguagem e o aprendizado. Dessa forma, o termo “transtornos” no processamento auditivo é utilizado para descrever um “déficit” na percepção ou na análise completa da informação auditiva verbal ou não verbal, por falha no sistema auditivo central (Teixeira e cols., 2015).

1.2 Avaliação auditiva periférica

A avaliação auditiva é composta por diversos procedimentos comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos, tendo como objetivo principal identificar alterações e avaliar a integridade do sistema auditivo periférico e central (Lopes e cols., 2015). Existem dois tipos de avaliação audiológica: a avaliação auditiva periférica, que permite identificar o tipo, o grau e a configuração da perda auditiva em cada orelha e a avaliação auditiva central, que avalia o processamento auditivo do som através do sistema nervoso auditivo central (Bonaldi, 2015; Teixeira e cols., 2015).

Clinicamente é convencional e básico utilizar a Audiometria Tonal Limiar (ATL), a Audiometria Vocal e as Medidas de Imitância Acústica (MIA) para diagnosticar alterações do sistema auditivo periférico (Bonaldi, 2015).

Para o processo de diagnóstico audiológico, é importante realizar uma anamnese ou entrevista para obter informações da queixa auditiva e da história clínica do paciente e são necessários procedimentos padrão como a inspeção do MAE, para verificar se não há impedimentos para a realização da avaliação auditiva (Lopes e cols., 2015).

A ATL, considerada padrão-ouro na avaliação da audição, é realizada através da utilização de um audiômetro e determina os limiares auditivos, comparando estes valores com os padrões de normalidade, usando como referência o tom puro. É pesquisado o mínimo de intensidade sonora em que o indivíduo detecta a presença do tom puro em cada frequência avaliada na condução aérea (250, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000Hz) ou por condução óssea (500, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000Hz), tanto na orelha direita, como na esquerda (Lopes e cols., 2015).

Para a realização da ATL, o paciente encontra-se dentro da cabine audiométrica, geralmente sentado, utilizando fones e/ou vibrador ósseo. É necessária a participação do indivíduo, que deve informar uma resposta ao fonoaudiólogo toda a vez que ouvir o estímulo auditivo que está sendo apresentado. O fonoaudiólogo realiza o exame pesquisando a via aérea e a via óssea, determinando o tipo, o grau e a configuração da perda auditiva. Se necessário, faz-se o uso do mascaramento, que é um ruído utilizado para evitar o fenômeno da lateralização, que significa a percepção do estímulo auditivo pela orelha contralateral à testada (Bento e cols., 1998; Lopes e cols., 2015).

A Audiometria Vocal permite verificar a capacidade de detecção e de reconhecimento da fala, confirmando os limiares tonais obtidos na ATL e auxiliando tanto no topodiagnóstico, como na previsão do desempenho social do indivíduo. Pode ser usado o mesmo equipamento de realização da ATL, porém, não é utilizado o tom puro, e sim, o estímulo de fala, apresentando palavras foneticamente balanceadas e que fazem parte do vocabulário usual do indivíduo. As palavras são apresentadas pelo fonoaudiólogo através de um microfone. Os testes habitualmente utilizados na avaliação auditiva são o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) (Menegotto, Costa, 2015).

O LRF indica a menor intensidade em que o indivíduo é capaz de reconhecer 50% dos estímulos de fala. Para a realização do LRF, o fonoaudiólogo deverá calcular a média dos limiares auditivos de 500, 1.000 e 2.000Hz. O teste é iniciado 30dB ou 40dB acima desta média tritonal. O profissional apresenta uma palavra dissílaba ou trissílaba e o indivíduo é orientado a repeti-la. A cada acerto são diminuídos 5dB e assim que houver o

primeiro erro, aumenta-se 5dB e apresenta-se quatro palavras por nível de intensidade. Assim, o valor do LRF é obtido quando o paciente acertar 50% das palavras apresentadas. O valor obtido deve ser compatível com os limiares obtidos na ATL, podendo ser igual ou até 10dB acima da média dos limiares tonais (Russo e cols., 2011; Menegotto, Costa, 2015).

O IPRF fornece uma medida de inteligibilidade da fala em uma condição específica. Indica a porcentagem de acertos de um material de fala específico em uma intensidade que permita o melhor desempenho possível do indivíduo avaliado. Para a pesquisa do IPRF, é necessário que o fonoaudiólogo calcule a média dos limiares auditivos para 500, 1.000 e 2.000Hz. Após, o indivíduo é orientado a repetir uma lista com 25 monossílabos em cada orelha. A intensidade é mantida fixa, 30 ou 40dB acima da média tritonal. A cada acerto, são pontuados 4% e assim, ao final das 25 palavras apresentadas, o paciente pode obter um índice de 100% de acertos. Caso o índice total de acertos com monossílabos seja inferior a 88%, deve-se apresentar uma lista com 25 dissílabos, repetindo-se o mesmo procedimento adotado com os monossílabos (Russo e cols., 2011; Menegotto, Costa, 2015; Borges e cols., 2016).

Para avaliar a condição, a função e a integridade da orelha média, mais especificadamente do sistema auditivo periférico, são comumente realizados na prática clínica os exames de MIA como a timpanometria e a medida do reflexo acústico. Estes procedimentos permitem determinar a pressão da orelha média, a mobilidade da membrana timpânica, avaliar a tuba auditiva e a continuidade da cadeia ossicular. Os testes são realizados por meio de um imitanciômetro, que possui um microfone sonda e um fone, a fim de emitir e

captar as ondas sonoras (Jerger, 1970; Moraes, Macedo, Feniman, 2012; Carvalho, Sanches, 2015).

A timpanometria é a medida de variação da imitância acústica do sistema auditivo em função da variação de pressão introduzida no meato acústico externo, que resulta na mudança do estado de mobilidade, ou seja, de complacência da membrana timpânica. É representada graficamente por uma curva que mostra a mobilidade da membrana timpânica (Carvalho, Sanches, 2015).

O reflexo acústico é uma contração involuntária dos músculos da orelha média em resposta a um estímulo sonoro. O reflexo acústico deve aparecer 70dB acima do limiar audiométrico do indivíduo, caso contrário pode ser considerado uma condição de recrutamento do som. Normalmente, é medido nas frequências de 500, 1.000, 2.000 e 4.000Hz. Além de fornecer informações sobre a condição da orelha média, as medidas do reflexo acústico apresentam uma avaliação funcional da via auditiva (Pereira, Anastasio, 2015).

1.3 Avaliação auditiva central

O sistema auditivo central e as habilidades auditivas podem ser avaliados por testes comportamentais ou pela avaliação eletrofisiológica da audição, conforme recomendação da *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) (ASHA, 2003).

A avaliação da atividade neuroelétrica da audição reflete uma resposta cerebral aos estímulos acústicos e pode ser realizada por meio dos Potenciais

Evocados Auditivos (PEAs), instrumento que vem sendo bastante utilizado como método objetivo da avaliação auditiva central (Matas e cols., 2015).

A utilização de técnicas não invasivas, como os PEAs, que realizam representações mensuráveis do funcionamento cerebral humano, é uma das abordagens mais promissoras empregadas no estudo da função auditiva e do desenvolvimento cognitivo atualmente (Regaçone, Gução, Frizzo, 2013).

1.3.1 Potenciais evocados auditivos

Os PEAs foram descritos pela primeira vez por Davis em 1939. O autor observou modificações no traçado do eletroencefalograma decorrentes de estímulos sonoros. Os PEAs são métodos objetivos utilizados na prática clínica e avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, bem como o processamento auditivo central dos estímulos sonoros. O potencial de ação consiste em uma sequência de alterações rápidas no potencial da membrana das células nervosas, deflagradas por um agente elétrico, químico ou físico, que modificam o estado normal de repouso da fibra (Souza e cols., 2010; Matas e cols., 2015; Sleifer, 2015).

Os PEAs podem ser classificados de acordo com a latência (tempo necessário para o estímulo auditivo gerar a atividade neuroelétrica, sendo dividida em curta, média e longa latência), com a amplitude (que demonstra a extensão da alocação neural envolvida nos processos cognitivos), com a origem anatômica (sítio gerador da atividade neuroelétrica), com a relação entre o estímulo e a resposta (transitória/contínua ou endógena/exógena) e com o posicionamento dos eletrodos (campo próximo ou distante). A

classificação mais utilizada é a latência medida em milissegundos (ms) e a amplitude medida em microvolt (μV) das ondas, considerando que o aumento das latências e/ou a diminuição das amplitudes das respostas evidenciam objetivamente alterações clínicas (Matas e cols., 2015; Romero e cols., 2015).

A captação dos PEAs pode ser realizada utilizando-se eletrodos fixados na superfície do couro cabeludo e na fronte da cabeça, e nas mastoides de cada orelha. As respostas neuroelétricas captadas passam por um processo de filtragem e amplificação, são separadas dos artefatos e somadas, permitindo assim, sua observação em forma de ondas no computador (Matas e cols., 2015).

Os PEAs são exames de grande valia no diagnóstico de alterações auditivas, sobretudo na infância, quando as crianças ainda não conseguem responder aos exames comportamentais, como a ATL, por exemplo (Sousa, Didoné, Sleifer, 2016).

A classificação mais utilizada é referente à latência e quanto mais próximo da periferia estiver a fonte geradora da atividade bioelétrica, menor será o tempo de resposta da latência. De acordo com esse parâmetro, os PEAs podem ser divididos em: potenciais de curta latência, os quais surgem nos primeiros 10 a 12ms, potenciais de média latência, os quais ocorrem entre 12 e 50ms, e os potenciais de longa latência, os quais surgem entre 50 e 600ms (Picton, Hillyard, 1974). A figura 1 ilustra os PEAs e o quadro 1 descreve os PEAs de acordo com a classificação da latência.

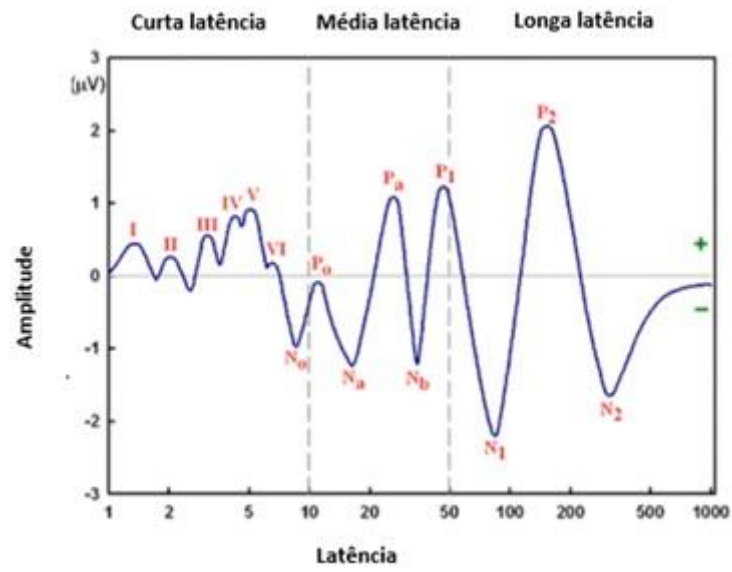


Figura 1 – Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência

Fonte: Adaptada de Lamoré (2009)

Quadro 1 – Potenciais evocados auditivos de acordo com a classificação de curta, média e longa latência

Potencias evocados auditivos	
Potenciais de curta latência	- Ondas I, II, III, IV, V, VI, VII - Microfonismo coclear - Potencial de somação - Potencial de ação - Potencial evocado auditivo de estado estável com modulação maior que 60Hz
Potenciais de média latência	- Ondas Na, Pa, Nb, Pb - Potencial evocado auditivo de estado estável com modulação entre 20 e 60Hz
Potenciais de longa latência	- Ondas P1, N1, P2, N2 - <i>Mismatch Negativity</i> (MMN) - Potencial cognitivo P300 - Potencial evocado auditivo de estado estável com modulação menor ou igual a 20Hz

Fonte: autoria própria (informações baseadas em Boéchat e cols., 2015)

Um dos PEAs de curta latência é o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), também já descrito com a nomenclatura BERA. Este potencial aparece num intervalo de 10ms após o estímulo auditivo e avalia objetivamente a atividade eletrofisiológica desde os primeiros neurônios do

sistema auditivo até o tronco encefálico (Souza e cols., 2010; Sleifer, 2015). É composto por sete ondas, com picos positivos, cujos sítios geradores são identificados com precisão, sendo as ondas I, III e V as mais visíveis e de maiores valores clínicos (Sleifer e cols., 2007). Trata-se de um exame bastante utilizado clinicamente e dentre as principais aplicações, destacam-se a pesquisa do limiar eletrofisiológico da audição e a pesquisa da integridade da via auditiva (Matas e cols., 2015).

Outro PEA de curta latência é a Eletrococleografia, que estuda os potenciais gerados nas células ciliadas do órgão de Corti e no nervo auditivo. Analisa também o microfonismo coclear, que é um potencial sensorial gerado pelas células ciliadas externas, cuja amplitude pode atingir 10 μ V e tem o limiar em torno de 60 a 80dB (Anastasio, Hyppolito, 2015).

Os Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAML) são identificados num intervalo entre 10 e 60ms após o estímulo e captam informações dos núcleos e das vias situadas na região tálamo-cortical e no córtex auditivo primário, principalmente no trato tálamo-cortical. As formas de onda aparecem com pico de voltagem positiva (P) e negativa (N), que incluem os componentes Po, Na, Pa, Nb, Pb e Nc. Normalmente, apenas as ondas Pa (30ms), Pb (50ms), Na (18ms) e Nb (40ms) são analisadas, já que são as maiores em amplitude e mais estáveis do que as outras. A captação desses potenciais reflete a atividade cortical envolvida nas habilidades de audição primária (reconhecimento, discriminação e figura-fundo) e não primária (atenção seletiva, sequência auditiva e integração auditiva/visual). ser utilizado clinicamente na determinação eletrofisiológica dos limiares auditivos na faixa de frequências baixas, na avaliação do funcionamento do implante coclear, na

avaliação e no diagnóstico do funcionamento da via auditiva, bem como na investigação de distúrbios do processamento auditivo (Schochat, 2015).

Os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) ou também denominados de Potencial Evocado Cognitivo são respostas bioelétricas da atividade do tálamo e do córtex, observados num intervalo entre 80 a 600ms após o início do estímulo auditivo. Refletem a atividade eletrofisiológica cortical envolvida nas habilidades de atenção, discriminação, memória, integração auditiva e capacidade de decisão (Regaçone e cols., 2014; Reis, Frizzo, 2015).

Os PEALL podem ser divididos em potenciais exógenos e endógenos. O potencial é considerado exógeno por refletir as características acústicas e temporais do estímulo auditivo e por ser gerado de forma passiva e reflexa no indivíduo. É produzido por eventos externos relacionados às características dos estímulos que os provocaram e são representados pelo complexo P1-N1-P2. Este complexo traz informações da chegada do estímulo auditivo ao córtex e início do processamento cortical e mostra se o sinal sonoro foi recebido adequadamente no córtex auditivo. A onda N2 refere-se a um componente misto dos potenciais exógenos e endógenos, enquanto que a onda P3 faz parte dos potenciais endógenos, gerada voluntariamente, de forma ativa e é afetada pela atenção e participação do indivíduo em sua realização (Reis, Frizzo, 2015; Regaçone e cols., 2014).

1.3.2 Potenciais relacionados a eventos auditivos

Os Potenciais Relacionados a Eventos Auditivos (PREAs) fazem parte dos PEALL e referem-se às respostas elétricas geradas pelo tálamo, córtex auditivo e por áreas de associações corticais que envolvem discriminação, integração e atenção. Os PREAs consistem em uma série de picos positivos e negativos em seu registro, que acontecem a partir de 50ms após o início do estímulo e podem ser úteis para avaliar os mecanismos neurais relacionados à percepção auditiva (Romero e cols., 2015).

Os PREAs refletem a recepção e o processamento das informações sensoriais relacionadas à atenção seletiva, atualização de memória, compreensão semântica além de outras atividades cognitivas. A latência dos PREAs informam o tempo da atividade de processamento em milisssegundos (latência), e a amplitude (μV) indica a extensão da alocação dos recursos neurais envolvidos nos processos cognitivos (Romero e cols., 2015).

O P3 ou P300 é caracterizado por uma onda ampla e positiva, com pico máximo por volta dos 300ms, com amplitude entre 10 e 20 μV . Trata-se de um procedimento gerado voluntariamente, de forma ativa, durante o desempenho de uma tarefa específica realizada pelo indivíduo. O P3 tem se mostrado um instrumento importante para auxiliar na compreensão do funcionamento do processamento auditivo central e das condições patológicas correlatas, principalmente nos distúrbios da cognição relacionados a patologias neurológicas (disfunção cognitiva, demências, afasias, dentre outras) e nos distúrbios do processamento auditivo central em idosos e em crianças com dificuldades de aprendizagem (Souza e cols., 2010; Souza e cols., 2017).

O N400 é um componente negativo dos PREAs que atinge seu pico de amplitude aproximadamente 400ms após o início do estímulo. É gerado no lobo

temporal esquerdo, com pequena contribuição do lobo temporal direito, e sua distribuição parece ser mais frontal em crianças do que em adultos. Tem sido utilizado para avaliar a sensibilidade às características lexicais e aos substratos neurais relativos à linguagem (Romero e cols., 2015).

1.3.3 *Mismatch Negativity* (MMN)

O *Mismatch Negativity* (MMN) é um PEALL e é um componente negativo dos PREAs, primeiramente relatado em 1978, por Näätänen, Gaillard e Mantysalo. Trata-se de um instrumento de avaliação objetiva da habilidade cerebral de discriminação auditiva, memória auditiva e atenção involuntária. A discriminação auditiva é a principal habilidade do processamento auditivo, avaliada por meio desse potencial (Näätänen e cols., 2014; Roggia, 2015; Schwade, Didoné, Sleifer, 2016).

É um potencial que reflete uma resposta cerebral elétrica desencadeada pela detecção de mudança do estímulo auditivo, indicando uma discordância (ou seja, um *mismatch*) na apresentação do estímulo auditivo raro em relação aos estímulos auditivos frequentes já estocados na memória sensorial auditiva de curto prazo. O termo *negativity* representa a polaridade desse potencial, que é sempre negativa (Roggia, 2015).

Os principais geradores do MMN estão localizados no córtex temporofrontal, tendo como participação fundamental o córtex auditivo e recebendo contribuições do córtex frontal, tálamo e hipocampo (Ferreira, 2017). O componente frontal está envolvido e provavelmente relacionado com uma

mudança involuntária da atenção auditiva do indivíduo, ocorrida durante a realização do MMN (Roggia, 2015).

Uma das vantagens relevantes do MMN como um indicador neural de mudança auditiva, é que ele pode ser eliciado independentemente da atenção do sujeito ouvinte, ou seja, ele ocorre de forma passiva, o que o torna um procedimento adequado em populações de difícil manejo como crianças e sujeitos com alterações cognitivas e comportamentais (Roggia, 2015; Sleifer, 2015).

Em relação à aquisição do MMN, a maneira mais utilizada para o registro deste potencial é com o uso do paradigma *oddball*, no qual os sons que ocorrem de modo infrequente são aleatoriamente intercalados por meio de sons frequentes homogêneos, que são diferentes em alguma dimensão acústica, por exemplo, variando quanto à frequência, duração, intensidade, diferenças fonêmicas, localização espacial e omissão parcial. Seja qual for o paradigma utilizado, deve-se considerar que a latência e a amplitude do MMN dependem da magnitude da diferença entre o estímulo frequente e o estímulo raro. Sendo assim, obtém-se a onda do MMN ao subtrair a resposta evocada pelo estímulo raro em relação ao estímulo frequente (Näätänen e cols., 2004; Shiga, 2011; Roggia, 2015).

A apresentação dos estímulos auditivos para o registro do MMN, geralmente, é feita via fones de ouvidos, sendo as duas orelhas estimuladas simultaneamente. Para a colocação dos eletrodos, a pele deve ser devidamente preparada, preferencialmente com o uso de creme esfoliante específico para a pele. Quanto ao posicionamento dos eletrodos, a posição Fz, do sistema de posicionamento de eletrodos internacional 10-20, é a mais

indicada, considerando-se que o MMN comumente aparece nas regiões frontocentrais do couro cabeludo. Os eletrodos de referência podem ser colocados nas mastoides. A impedância dos eletrodos deve permanecer inferior a 5Ω (Roggia, 2015).

Tipicamente, o MMN é medido em situações nas quais os participantes não são solicitados a prestar atenção ou a responder aos sons. Desse modo, o sujeito deve direcionar a sua atenção para outro tipo de atividade, tais como a leitura de algum livro, assistir filmes de vídeos sem som, entre outras (Roggia, 2015).

Sobre os valores ideais de latência do MMN referidos na literatura, considera-se como presença de MMN o aparecimento de uma onda com polaridade negativa e com latência entre 100 e 250ms em adultos (Brossi e cols., 2007; Schwade, Didoné, Sleifer, 2016), 150 a 250ms em crianças (Näätänen e cols., 2007; Ferreira e cols., 2018; Roggia, 2015) e 200 a 400ms em lactentes (Alho e cols., 1990). A latência está relacionada com o tempo necessário para que o estímulo raro seja diferenciado do estímulo frequente (Roggia, 2015).

A amplitude do MMN pode ser medida pelo tamanho de seu pico em uma dada latência. Os valores de amplitude dentro dos padrões de normalidade são em torno de 0,5 a $5\mu V$, porém, em geral, é menor do que $2\mu V$ (Roggia, 2015; Ferreira e cols., 2018; Ducan e cols., 2009). A amplitude está relacionada com a maior ou menor habilidade do sistema auditivo diferenciar o estímulo raro do estímulo frequente. Sendo assim, observa-se que quanto melhor o desempenho de discriminação auditiva do sujeito, maior a amplitude da onda de resposta do MMN (Roggia, 2015).

A Figura 2 ilustra o registro do MMN na orelha esquerda e na orelha direita em criança com limiares auditivos normais. Observa-se que as latências e amplitudes do MMN estão dentro dos padrões de normalidade, de acordo com a literatura (Schwade, Didoné, Sleifer, 2016; Ferreira e cols., 2018).

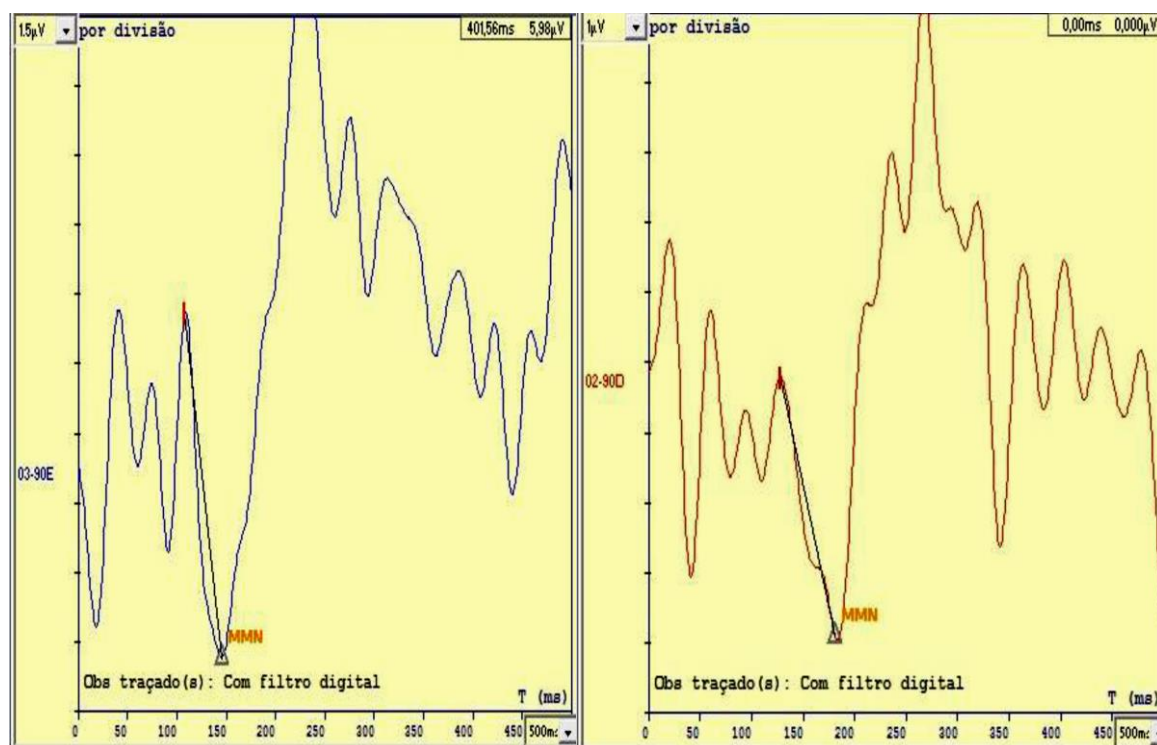


Figura 2 – *Mismatch Negativity* (MMN) em criança com limiares auditivos normais. Fonte: Arquivo pessoal da autora (2017)

O MMN já foi pesquisado para diversas finalidades, como medida objetiva da degeneração cerebral geral e do estado funcional do cérebro, contribuindo para informar sobre condições clínicas do paciente em outras áreas médicas, por exemplo, na psiquiatria (em relação aos pacientes com esquizofrenia, epilepsia ou aqueles sob efeito de drogas) e na neurologia (em

indivíduos com esclerose múltipla, idosos e em pacientes em estado de coma) (Schwade, Didoné, Sleifer, 2016).

Há estudos que analisaram o MMN em indivíduos com transtorno do espectro autista, transtornos do processamento auditivo central, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), psicose, fissura labiopalatina, prematuridade, distúrbio específico da linguagem, dislexia, entre outros (Bruckmann e cols., 2016; Ferreira e cols., 2017).

1.4 Relação entre o sistema nervoso auditivo central e a aprendizagem

A aprendizagem se processa no Sistema Nervoso Central (SNC) cujo funcionamento envolve condições anatômicas e fisiológicas (Ohlweiler, 2016). No ato de aprender, ocorrem modificações funcionais e condutais que dependem do contingente genético de cada indivíduo, associado ao ambiente onde ele está inserido (Rotta, 2007).

Vários fatores podem influenciar no aprendizado e no desenvolvimento escolar infantil, de modo que as dificuldades nesse processo podem ser de origem orgânica, intelectual/cognitiva e/ou emocional (Santos e cols., 2016). Por isso, as causas do baixo desempenho escolar têm sido estudadas por diversas áreas de conhecimento, principalmente as áreas da educação e da saúde: pedagogia, neurologia, pediatria, fonoaudiologia, psicologia, entre outras (Zuanetti, 2016; Riesgo, 2007).

Para o estabelecimento da situação aprendizagem, é necessário que se encontrem situações adequadas internas e externas. As internas estão relacionadas às condições do corpo, com integridade anatomofuncional e

cognitiva, enquanto que as externas estão associadas ao campo de estímulos (Rotta, 2007).

O termo dificuldades de aprendizagem não se refere a um único distúrbio, mas a uma ampla gama de problemas que podem afetar qualquer área do desempenho acadêmico (Engelmann, Ferreira, 2009), entre os quais abrangem as habilidades de identificação ou de decodificação da palavra, compreensão da leitura, soletração e expressão escrita, cálculo e raciocínio matemático (Pinheiro, Capellini, 2010).

A dificuldade de aprendizagem caracteriza-se por um resultado substancialmente abaixo do esperado no desenvolvimento de elementos básicos escolares. O baixo rendimento escolar para a idade em notas ou tarefas é a diferença entre aptidão acadêmica e o desempenho, uma das manifestações mais evidentes em crianças com dificuldade ou distúrbio de aprendizagem (Brasil, Schochat, 2018; Zuanetti, 2016).

As dificuldades de aprendizagem podem caracterizar dois tipos de transtornos específicos: a dislexia do desenvolvimento e o transtorno de aprendizagem. A dislexia possui origem neurológica, definida pela dificuldade com a fluência correta na leitura e pela falta de habilidade na decodificação e na soletração, resultante de um déficit fonológico da linguagem. O transtorno de aprendizagem é um diagnóstico diferencial, tanto em relação à dislexia, quanto à dificuldade de aprendizagem, sendo uma expressão genérica de um grupo de alterações que manifestam dificuldades na aquisição e no uso da audição, fala, leitura, escrita, raciocínio e habilidade matemáticas (Oliveira, Cardoso, Capellini, 2012).

Estudos mostram que fatores acústicos e do processamento auditivo central podem interferir na aprendizagem e afetar negativamente a comunicação em sala de aula. A audição está envolvida na aprendizagem, pois o desenvolvimento normal da linguagem oral e escrita se deve, em grande parte, ao processamento adequado das informações auditivas (Brasil, Schochat, 2018).

O processamento auditivo, a consciência fonológica e a discriminação sonora são fatores que interferem no aprendizado da leitura e da escrita por estarem diretamente relacionados à audição receptiva (Regaçone e cols., 2014). Diversos estudos correlacionam as dificuldades de aprendizagem, principalmente as alterações em habilidades de leitura e escrita, com possíveis transtornos do processamento auditivo central (Murphy, Schochat, 2009; Pinheiro, Capellini, 2010; Soares e cols., 2011; Halliday e cols., 2014).

Assim, recomenda-se avaliação auditiva completa, tanto do sistema auditivo periférico, quanto do sistema auditivo central, em crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem, pois essas avaliações fornecem contribuições valiosas para o diagnóstico dos transtornos de aprendizagem e auxiliam a conduta terapêutica para essas crianças (Rotta, Pedroso, 2007). O MMN demonstra ser uma ferramenta potencial para complementar a avaliação auditiva central nessa população (Ferreira e cols., 2017).

1.5 Aplicações clínicas do MMN em crianças com dificuldades de aprendizagem

O *Mismatch Negativity* (MMN), por ser uma medida eletrofisiológica e objetiva que reflete a habilidade do cérebro em discriminar sons, independentemente da capacidade atencional e comportamental do indivíduo, é um instrumento clínico útil, adequado e de fácil aplicação para ser utilizado na avaliação do sistema nervoso auditivo central na população infantil (Sleifer, 2015; Ferreira e cols., 2018).

As queixas de dificuldades de aprendizagem em crianças em idade escolar são frequentes na prática clínica fonoaudiológica. Diversos estudos referem que o MMN pode ser utilizado para avaliar a discriminação auditiva e outras habilidades do processamento auditivo central, as quais estão envolvidas no processo de aprendizagem, principalmente na leitura e na escrita, permitindo maior entendimento sobre a funcionalidade das estruturas centrais auditivas nessa população (Soares e cols., 2011; Frizzo, 2015; Volkmer, Schulte-Körne, 2018).

Admite-se que crianças com alterações de leitura e escrita podem apresentar atraso no desenvolvimento de habilidades auditivas, impedindo o adequado processo da informação e interferindo no processo de aprendizagem. Já há estudos que correlacionam alterações em leitura e escrita com possíveis transtornos do processamento auditivo central, evidenciados na avaliação auditiva central com o MMN (Soares e cols., 2011; Regaçone e cols., 2014; Frizzo, 2015).

Assim, a utilização clínica do MMN possibilita verificar se crianças com dificuldades de aprendizagem apresentam déficit na discriminação auditiva, alterações no processamento auditivo central e em outras habilidades auditivas para que, a partir disso, possam ser elaborados planos terapêuticos mais

completos e eficientes para ser realizado na prática clínica fonoaudiológica, assim como para realizar intervenções fonoaudiológicas no ambiente escolar (Soares e cols., 2011).

1.5.1 Revisão bibliográfica: MMN em crianças com dificuldades ou transtornos de aprendizagem

Como critério de escolha desta revisão bibliográfica, foram considerados estudos que abordassem o MMN em crianças com dificuldades de aprendizagem, com transtorno específico de aprendizagem (como a dislexia), bem como crianças com risco para o desenvolvimento do mesmo.

O estudo de Soares e cols. (2011) teve como objetivo caracterizar o processamento auditivo central (PAC) e os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) em 12 crianças entre 8 a 12 anos com alterações de leitura e escrita. Para avaliação eletrofisiológica da audição, foram utilizados o potencial evocado auditivo P300 e o MMN. Os estímulos acústicos utilizados foram *tone burst* em 1000Hz para o estímulo frequente e 1500Hz para o estímulo raro. A pesquisa demonstrou resultados alterados do MMN, a média das latências do MMN foi de 304,92ms na orelha direita e 324,67ms na orelha esquerda, possibilitando uma melhor caracterização da função auditiva, em comparação ao P300. Além disso, os autores referem que os PEALL trazem contribuições importantes na investigação de habilidades auditivas, as quais são fundamentais para o desenvolvimento adequado da leitura e da escrita.

A avaliação eletrofisiológica da audição foi analisada por Regaçone e cols. (2014) em 30 escolares, sendo 15 com transtorno de aprendizagem e 15

crianças com desenvolvimento típico, com idade variando de 7 a 14 anos. Foi empregado o estímulo acústico *tone burst*, nas frequências de 1000Hz para o estímulo frequente e 2000Hz para o estímulo raro. Os resultados apontaram aumento das latências dos PEALL para nas crianças com transtorno de aprendizagem quando comparado às crianças com desenvolvimento típico. O estudo refere que a onda N2, um componente misto, eliciada tanto por fatores exógenos, quanto por fatores endógenos, contribui para a discriminação física das características acústicas dos estímulos e também se relaciona a fatores endógenos relativos ao processamento auditivo sensorial, responsável pelas atividades de atenção, percepção, discriminação e reconhecimento dos sons. A resposta passiva e automática pré-atencional, desencadeada pela discriminação de um estímulo raro, em meio aos estímulos frequentes, durante o registro do PEALL, se deu de forma deficitária nos escolares com dificuldades de aprendizagem deste estudo, indicando que as funções de discriminação e atenção apresentavam-se alteradas.

Ao analisar o MMN em 91 crianças com problemas de aprendizagem em comparação com 90 crianças com desenvolvimento típico, na faixa etária de 6 a 15 anos, Kraus e cols. (1996) observaram que as crianças com desenvolvimento típico obtiveram melhor discriminação auditiva dos estímulos de fala do MMN em comparação às crianças com problemas de aprendizagem.

Hutunen e cols., 2007 investigou o MMN em 21 crianças com dificuldade de leitura, 21 com déficit de atenção e 21 crianças com desenvolvimento típico, com idades entre 8 e 14 anos. Os pesquisadores não encontraram diferença significativa nas latências e amplitudes do MMN entre os grupos estudados, apenas acharam uma diferença significativa entre os grupos quanto à

lateralidade dos hemisférios cerebrais em relação às amplitudes do MMN. Foi utilizado um paradigma passivo por mudanças de duração em uma frequência contínua, consistindo de dois tons alternados (600 e 500Hz) de 100ms, e os estímulos auditivos desviantes eram de 30 ou 50ms de duração.

Barros e cols. (2007) verificaram as respostas do MMN em dois subtipos de dislexia. Os participantes foram divididos em três grupos: grupo com dislexia fonológica (5 crianças), grupo com dislexia superficial (9) e grupo controle formado por crianças saudáveis (7 crianças), com idade cronológica entre $10,65 \pm 0,88$; $10,60 \pm 0,86$; $10,66 \pm 0,51$, respectivamente. Utilizaram o paradigma de discriminação de frequências dos estímulos auditivos, sendo 1000Hz o estímulo frequente e 1200Hz o estímulo raro. Com relação aos resultados, no grupo controle e no grupo de crianças com dislexia superficial o MMN foi registrado e, nas crianças com dislexia fonológica, o potencial não foi eliciado, sugerindo uma dificuldade subjacente mais generalizada do processamento auditivo central nas crianças com dislexia fonológica.

Halliday e cols. (2014) analisaram o MMN em 20 crianças com dislexia, entre 6 a 14 anos de idade, e compararam os resultados com um grupo controle de 20 crianças com desenvolvimento típico, não acharam diferenças significativas entre os grupos diante das respostas do MMN. Os potenciais foram gerados por estímulos auditivos variando a frequência (1000Hz para os estímulos frequentes, 1200Hz e 1030Hz para os estímulos raros). Portanto, a detecção e a discriminação de mudança de frequência auditiva foram evidenciadas como regulares em crianças com dislexia.

Outras pesquisas abordaram o MMN em crianças com risco para o desenvolvimento de transtorno de aprendizagem, como a dislexia. Neuhoff e

cols. (2012) estudaram o MMN em 225 crianças, na faixa etária de 10 a 15 anos, divididas entre três grupos. O primeiro grupo foi composto por 105 crianças com dislexia, o segundo foi formado pelos seus irmãos com risco genético para dislexia (105 indivíduos) e o terceiro grupo era de 15 crianças com desenvolvimento típico e sem dislexia (grupo controle). O objetivo foi determinar se o MMN precoce e/ou tardio para estímulos de fala diferem entre crianças disléxicas e seus irmãos com risco genético para dislexia. O estímulo auditivo de fala utilizado no MMN foram as sílabas /da/ e /ba/. O componente tardio do MMN revelou diferenças entre os grupos. A média do MMN tardio foi atenuada nas crianças disléxicas e seus irmãos em comparação com as crianças do grupo controle, indicando alterações nos processos neurofisiológicos em crianças com dislexias e naquelas com risco genético para a dislexia, e sugerindo que o MMN tardio pode ser um potencial endofenótipo para dislexia.

O estudo de Noordenbos e cols. (2012) também verificou a discriminação dos estímulos de fala, por meio do MMN, em 31 crianças com risco para dislexia e 30 crianças com desenvolvimento típico. O estímulo acústico de fala, com as sílabas /ba/ e /da/, foi utilizado no MMN. Diante dos resultados, foram observadas alterações quanto à amplitude do MMN, sendo menor em crianças com risco para dislexia.

A seguir, será apresentado um quadro com o resumo das pesquisas citadas.

Quadro 2 – Revisão bibliográfica: estudos do MMN em crianças com dificuldades e transtornos de aprendizagem

Autor (Ano)	Objetivo	População	Amostra/Idade	Parâmetros do MMN	Conclusões sobre MMN
Kraus e cols. (1996)	Analisar e comparar o MMN em crianças com transtornos de aprendizagem ou déficit de atenção em comparação às crianças com desenvolvimento típico.	Crianças com transtornos de aprendizagem ou déficit de atenção e crianças com desenvolvimento típico.	91 crianças com problemas de aprendizagem; 90 crianças com desenvolvimento típico. 6 a 15 anos.	Estímulo acústico de fala.	As crianças com desenvolvimento típico obtiveram melhores resultados do MMN em comparação com as crianças com problemas de aprendizagem.
Barros e cols. (2007)	Verificar as respostas do MMN em dois subtipos de dislexia.	Crianças com dislexia fonológica, com dislexia superficial e com desenvolvimento típico.	5 crianças com dislexia fonológica; 9 crianças com dislexia superficial; 7 crianças com desenvolvimento típico. Idade cronológica.	Estímulo acústico de frequência.	O MMN não foi eliciado nas crianças com dislexia fonológica.
Huttunen e cols. (2007)	Analisar e comparar o MMN em crianças com dificuldade de leitura, com déficit de atenção e com desenvolvimento típico.	Crianças com dificuldades de leitura, crianças com déficit de atenção e crianças com desenvolvimento típico.	21 crianças com dificuldades de leitura; 21 com déficit de atenção; 21 com desenvolvimento típico. 8 e 14 anos.	Estímulo acústico de frequência, com desvios de duração.	Não houve diferença significativa nas latências e amplitudes do MMN, apenas uma diferença quanto à lateralidade das amplitudes do MMN entre os grupos.
Soares e cols. (2011)	Caracterizar o PAC e os PEALL em crianças com alterações de leitura e escrita.	Crianças com alteração de leitura e escrita.	12 crianças com alteração de leitura e escrita. 8 a 12 anos.	<i>Tone burst</i> frequência.	Resultados alterados nas latências do MMN.

Neuhoff e cols. (2012)	Determinar se o MMN precoce e/ou tardio para estímulos de fala diferem entre crianças disléxicas e seus irmãos com risco genético para dislexia.	Crianças com dislexia, seus irmãos com risco genético para dislexia e crianças com desenvolvimento típico.	105 crianças com dislexia; 105 irmãos; 15 crianças com desenvolvimento típico. 10 a 15 anos.	Estímulo acústico de fala.	A média do MMN tardio foi atenuada nas crianças disléxicas e seus irmãos em comparação com as crianças do grupo controle.
Noordenbos e cols. (2012)	Verificar a discriminação do estímulo de fala por meio do MMN em crianças com risco para dislexia.	Crianças com risco para dislexia e com desenvolvimento típico.	31 crianças com risco para dislexia; 30 com desenvolvimento típico. 6 anos.	Estímulo acústico de fala.	A amplitude do MMN foi menor em crianças com risco para dislexia.
Halliday e cols. (2014)	Analisar o MMN em crianças com dislexia.	Crianças com dislexia e com desenvolvimento típico.	20 crianças com dislexia; 20 crianças com desenvolvimento típico. 6 a 14 anos.	<i>Tone burst</i> frequência.	As respostas do MMN não revelaram diferenças significativas entre os grupos.
Regaçon e cols. (2014)	Estudar os PEALL e comparar os achados em escolares com e sem transtornos específicos de aprendizagem.	Crianças com e sem transtornos específicos de aprendizagem.	15 crianças com transtornos de aprendizagem; 15 crianças com desenvolvimento típico. 7 a 14 anos.	<i>Tone burst</i> frequência.	Onda N2 dos PEALL alterada nos escolares com transtornos específicos de aprendizagem.

Legenda: MMN=*Mismatch Negativity*; PAC=Processamento auditivo central;

PEALL=Potenciais evocados auditivos de longa latência; N2= Pico de polaridade negativa próxima a 200ms).

Fonte: autoria própria (informações baseadas em Kraus e cols., 1996; Barros e cols., 2007; Huttunen e cols., 2007; Soares e cols., 2011; Neuhoff e cols., 2012; Noordenbos e cols., 2012; Halliday e cols., 2014; Regaçon e cols., 2014).

1.6 Referências bibliográficas

Alho K, Sainio K, Sajaniemi N, Reinikainen K, Näätänen R. Event related brain potential of human newborns to pitch change of an acoustic stimulus. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1990;77(02):151-5.

Anastasio ART, Hyppolito MA. Eletrococleografia. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. *Tratado de audiologia*. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 57-67.

André KD, Sanches SGS, Carvallo RMM. Middle ear resonance in infants: Age effects. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2012;16(3):353-7.

ASHA. American Speech-Language Hearing Association. Guidelines for Competencies in Auditory Evoked Potential Measurement and Clinical Applications; 2003 [Acesso em 04/04/18] Disponível em: <http://www.asha.org/policy/KS2003-00020/>.

Barros DH, Pérez-Abalo MC, Fonte RMM, Crespo VR, García LG, Febles ES. Estudio de la negatividad de discrepancia auditiva en dos subtipos de niños con dislexia del desarrollo. *Rev. logop. foniatr. audiol*. 2007;27(1):30-8.

Bento RF, Miniti A, Marone SAM. *Tratado de otologia*. São Paulo: EDUSP/Fundação Otorrinolaringologia/FAPESP; 1998. p. 482.

Bhatnagar SC. *Neurociência para o estudo dos distúrbios da comunicação humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2004. p. 189-97.

Boéchat EM. Sistema Auditivo Nervoso Central: Plasticidade e Desenvolvimento. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART, organizadores. Tratado de Audiologia. 2ª ed. São Paulo: Editora Santos; 2015. p. 9-14.

Bonaldi LV. Sistema Auditivo Periférico. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, BalenSA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S, organizadores. Tratado de Audiologia. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Santos; 2012. p. 03-16.

Bonaldi LV. Estrutura e Função do Sistema Auditivo Periférico. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART, organizadores. Tratado de Audiologia. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Santos; 2015. p. 3-8.

Borges MGS, Labanca L, Couto EAB, Guarisco LPC. Audiological evaluation and cognitive screening in elderly. Rev CEFAC. 2016;18(6):1285-93.

Brasil PD, Schochat E. Eficácia do treinamento auditivo utilizando o software Programa de Escuta no Ruído (PER) em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar. CoDAS. 2018;30(5):e20170227.

Brossi AB, Borba KC, Garcia CFD, Reis ACMB, Isaac ML. Verificação das respostas do mismatch negativity (MMN) em sujeitos adultos normais. Rev Bras Otorrinolaringol. 2007;73(6):793-802.

Bruckmann M, Santos VAVF, Biaggio EPV, Garcia MV. Aplicabilidade do mismatch negativity em crianças e adolescentes: uma revisão descritiva. Rev. CEFAC. 2016;18(4):952-9.

Carvalho RMM, Sanches SGG. Medidas de Imitância Acústica. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de audiologia. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 57-67.

Duncan CC, Barry RJ, Connolly JF, Fisher C, Michie PT, Näätänen R, et al. Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. Clin Neurophysiol. 2009;120(11):1883-1908.

Engelmann L, Ferreira MIDC. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2009;14(1):69-71.

Ferreira DA. Caracterização do *Mismatch Negativity* em crianças [dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.

Ferreira DA, Bueno CD, Costa SS, Sleifer P. Mismatch Negativity in Children: Reference Values. Int Arch Otorhinolaryngol. ISSN 1809-9777. Epub 2018 Jun 2.

Frizzo ACF. Auditory evoked potential: a proposal for further evaluation in children with learning disabilities. Front Psychol. 2015;6:788.

Halliday LF, Barry JG, Hardiman MJ, Bishop DVM. Late, not early mismatch responses to changes in frequency are reduced or deviant in children with dyslexia: an event-related potential study. *J Neurodev Disord*. 2014;6(1):21.

Huttunen T, Halonen A, Kaartinen J, Lyytinen H. Does mismatch negativity show differences in reading-disabled children compared to normal children and children with attention deficit? *Dev Neuropsychol*. 2007;31(3):453-70.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;92(4):311-24.

Kraus N, McGee TJ, Carrell TD, Zecker SG, Nicol TG, Koch DB. Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science*. 1996;273:971-73.

Lamoré. Auditieve 'Evoked Potentials' van hogere centra. *Audiologieboek*. 2009 Jan [Acesso em 18/10/18] Disponível em: <http://www.audiologieboek.nl/htm/hfd4/4-5-2.htm>.

Lopes AC, Munhoz GS, Bozza A. Audiometria tonal liminar e de Altas Frequências. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. *Tratado de audiologia*. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 57-67.

Matas CG, Silva FBL, Carrico B, Leite RA, Magliaro FCL. Potenciais evocados auditivos de longa latência em campo sonoro em crianças audiologicamente normais. *Audiol Commun Res*. 2015;20(4):305-12.

Menegotto IH, Costa MJ. Avaliação da Percepção de Fala na Avaliação Audiológica Convencional. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlach RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de audiologia. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 67-75.

Menezes PL, Hyppolito MA. Biofísica da Audição e Bases para Audiologia. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de Audiologia. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 30-41.

Momensorhn-Santos TM, Russo ICP. Prática da audiologia clínica. 3ª ed. São Paulo: Cortez; 2009. p. 375.

Moraes TFD, Macedo CC, Feniman MR. Timpanometria em lactentes utilizando sonda multifrequencial. Int Arch Otorhinolaryngol. 2012;16(2):186-94.

Musiek FE, Reeves AG. Asymmetries of the auditory areas of the cerebrum. J Am Acad Audiol. 1990;1(4):240-5.

Murphy CFB, Schochat E. Correlações entre leitura consciência fonológica e processamento temporal auditivo. Pró-fono. 2009;21(1):13-8.

Näätänen R, Gaillard AW, Mantysalo S. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. Acta Psychol. (amst) 1978;42(4):313-29.

Näätänen R, Paavilainen P, Rinne T, Alho K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. Clin Neurophysiol. 2007;118(12):2544-90.

Näätänen R, Pakarinen S, Rinne T, Takegata R. The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clin Neurophysiol.* 2004;115(1):140-4.

Näätänen R, Sussman E, Salisbury D, Shafer V. Mismatch negativity (MMN) as an index of cognitive dysfunction. *Brain Topogr.* 2014;24(4):451-66.

Neuhoff N, Bruder J, Bartling J, Warnke A, Remschmidt H, Müller-Myhsok B et al. Evidence for the Late MMN as a Neurophysiological Endophenotype for Dyslexia. *PLoS ONE.* 2012;7(5):e34909.

Noordenbos MW, Segers E, Serniclaes W, Mitterer H, Verhoeven L. Neural evidence of allophonic perception in children at risk for dyslexia. *Neuropsychologia.* 2012;50(8):2010-7.

Ohlweiler L. Fisiologia e neuroquímica da aprendizagem. In: Rotta NT, Ohlweiler L, Riesgo RS, organizadores. *Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar.* 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2016. p. 28-42.

Oliveira AM, Cardoso MH, Capellini SA. Caracterização dos processos de leitura em escolares com dislexia e distúrbio de aprendizagem. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;17(2):201-7.

Panassol P, Sleifer P, Ferreira MI. Avaliação eletrofisiológica: aplicabilidade em neurodiagnóstico e nos resultados da reabilitação. In: Ferreira MI, organizador. *Reabilitação auditiva: fundamentos e proposições para a atuação no sistema Único de Saúde (SUS).* Ribeirão Preto, SP: Book Toy; 2017. p.123-41.

Pereira AEL, Anastasio ART. Reflexo Acústico/Aplicações Clínicas. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de audiologia. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 57-67.

Picton TW, Hillyard SA. Human auditory evoked potentials II: Effects of attention. *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 1974;36:191-9.

Pinheiro FH, Capellini SA. Treinamento auditivo em escolares com distúrbio de aprendizagem. *Pró-fono*. 2010;22(1):49-54.

Regaçone SF, Gução ACB, Frizzo ACF. Eletrofisiologia: perspectivas atuais de sua aplicação clínica em fonoaudiologia. *Verba Volant*. 2013;4(1):1-20.

Regaçone SF, Gução ACB, Giacheti CM, Romero ACL, Frizzo ACF. Long latency auditory evoked potentials in students with specific learning disorders. *Audiol Commun Res*. 2014;19(1):13-8.

Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial Evocado Auditivo Cognitivo. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de audiologia. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 57-67.

Riesgo RS. Anatomia da aprendizagem. In: Rotta NT, Ohlweiler L, Riesgo RS, organizadores. Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed; 2007. p. 21-42.

Roggia SM. Mismatch Negativity. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de audiologia. 2ª ed. São Paulo: Editora Santos; 2015. p. 151-9.

Romero ACL, Regacone SF, Lima DDB, Menezes PL, Frizzo ACF. Potenciais relacionados a eventos em pesquisa clínica: diretrizes para eliciar, gravar, e quantificar o MMN, P300 e N400. *Audiol Commun Res*. 2015;20(02):vii–viii.

Rotta NT. Dificuldades para a aprendizagem. In: Rotta NT, Ohlweiler L, Riesgo RS, organizadores. Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed; 2007, p. 113-26.

Rotta NT, Pedroso FS. Transtornos da linguagem escrita-dislexia. In: Rotta NT, Ohlweiler L, Riesgo RS, organizadores. Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed; 2007, p. 151-64.

Russo ICAP, Santos TMM. A prática da audiologia clínica. São Paulo: Cortez; 2011.

Santos JBG, Gonçalves TS, Lima RF, Crenitte PAP. Sinais sugestivos de estresse infantil em escolares com transtornos de aprendizagem. *Rev CEFAC*. 2016;18(4):854-63.

Schochat E. Potencial evocado auditivo de média latência. In: Boéchat EM, Menezes PD, Couto CM, Frizzo ACM, Scharlah RC, Anastasio ART, organizadores. Tratado de audiologia. 2ª ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 135-9.

Schwade LF, Didoné DD, Sleifer P. Auditory evoked potential mismatch negativity in normal-hearing adults. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2017;21(3):232-8.

Shiga T, Yabe H, Yu L, Nozaki M, Itagaki S, Lan TH et al. Temporal integration of deviant sound in automatic detection reflected by mismatch negativity. *Neuroreport* 2011;22(7):337-41.

Sleifer P. Avaliação eletrofisiológica da audição em crianças. In: Cardoso MC, organizador. *Fonoaudiologia na infância: avaliação e tratamento*. Rio de Janeiro, Brasil: Revinter; 2015. p. 171-94.

Sleifer P, Costa SS, Cóser PL, Goldani MZ, Dornelles C, Weiss KM. Auditory brainstem response in premature and full-term children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71:1449-56.

Soares AJC, Sanches SGG, Neves-Lobo IF, Carvalho RMM, Matas CG, Cárnio MS. Potenciais evocados auditivos de longa latência em processamento auditivo central em crianças com alterações de leitura e escrita: Dados preliminares. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2011;15(4):486-91.

Sousa AC, Didoné DD, Sleifer P. Longitudinal comparison of auditory steady-state evoked potentials in preterm and term infants: the maturation process. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;21(3):200-5.

Souza LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL. Conceitos básicos e fundamentos eletrofisiológicos. In: Souza LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL, organizadores. *Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas*:

Princípios e aplicações clínicas. 2ª ed. Ribeirão Preto: Editora Novo Conceito; 2010. p. 7-8.

Souza J, Rocha VO, Berticelli AZ, Didoné DD, Sleifer P. Potencial evocado auditivo de longa latência – P3 em crianças com e sem queixas de dificuldade de aprendizagem. *Audiol Commun Res*. 2017;22(e1690):1-6.

Teixeira CF, Griz SMS. Sistema Auditivo Central. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S, organizadores. *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Editora Santos; 2012. p. 17-28.

Teixeira CF, Griz S, Advíncula K, Caldas S. Sistema Auditivo Central. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART, organizadores. *Tratado de Audiologia*. 2ª ed. São Paulo: Editora Santos; 2015. p. 9-14.

Volkmer S, Schulte-Körne G. Cortical responses to tone and phoneme mismatch as a predictor of dyslexia? A systematic review. *Schizophr Res*. 2018;191:148-60.

Zuanetti PA, Santos KAS, Mishima-Nascimento F, Fukuda MTH. Desempenho escolar de crianças com distúrbio de aprendizagem: comparação entre crianças com e sem deficiência intelectual. *Distúrb Comum*. 2016;28(2):202-10.

2. Objetivos

Analisar os resultados do MMN em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem e comparar os resultados com crianças sem queixas de dificuldades de aprendizagem.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Comparar as latências e amplitudes do MMN em ambas as orelhas nas crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem e nas crianças sem queixas de dificuldades de aprendizagem.
- Comparar as latências e amplitudes do MMN em ambos os sexos das crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem e das crianças sem queixas de dificuldades de aprendizagem.

3. Artigo científico redigido em inglês

MISMATCH NEGATIVITY IN CHILDREN WITH COMPLAINTS OF LEARNING DIFFICULTIES

Laura Flach Schwade¹, Rafael Fabiano Machado Rosa^{1,2}, Paulo Ricardo

Gazzola Zen^{1,2}, Pricila Sleifer³

1. Programa de Pós-Graduação em Patologia, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

2. Genética Clínica, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre (CHSCPA), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

3. Departamento de Saúde e Comunicação Humana, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Corresponding author: Laura Flach Schwade

Departamento de Saúde e Comunicação Humana da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Núcleo de Estudos em Eletrofisiologia da Audição.

Rua Ramiro Barcelos, 277, Santa Cecília, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 90035003. (51)33085066 – laura_fs_@hotmail.com

Field: Audiology

Type of Manuscript: Original research paper

No conflict of interest.

Funding: This research was funded by CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel).

Abstract

Introduction: Mismatch Negativity (MMN) is an electrophysiological measure of hearing that reflects the skills of auditory discrimination and central auditory processing. **Objective:** To analyze MMN results in children with complaints of learning difficulties and to compare the results with children without complaints of learning difficulties. **Methods:** Cross-sectional and comparative study. The sample consisted of 105 male and female children, aged between 8 years and 11 years and 11 months, 3rd to 5th graders at Elementary School. The study group consisted of 35 children with complaints of learning difficulties and the control group, of 70 children without complaints. All children underwent pure-tone threshold audiometry (PTTA), vocal audiometry, acoustic immittance measurements and Mismatch Negativity (MMN) evaluations. **Results:** The mean latency of MMN was 213.3ms in the right ear and 215.2ms in the left in the study group, and 169.3ms in the right ear and 170.4ms in the left in the control group. The mean MMN latency was significantly higher in the study group compared to the control group ($p < 0.001$). The mean amplitude of MMN in the study group was 5.76 μ V in the right ear and 5.62 μ V in the left, while in the control it was 5.01 μ V in the right ear and 5.22 μ V in the left. **Conclusion:** In the study sample, children with complaints of learning difficulties had significantly higher mean latencies than those without the same complaints.

Keywords: Evoked potentials; Auditory; Electrophysiology; Children; Learning

Introduction

Changes in hearing skills, particularly in central auditory processing, have been one of the theories used to try to explain the etiology of disorders and difficulties in the learning process of school children (Frizzo, 2015; Kraus et al., 1996; Murphy & Schochat, 2009; Regaçone, Gução, Giacheti, Romero, & Frizzo, 2014; Soares et al., 2011).

The term learning difficulties does not refer to a single disorder but to a wide range of changes that may affect any area of academic performance (Engelmann & Ferreira, 2009; Frizzo, 2015). They include skills such as word identification or decoding, reading comprehension, spelling and written expression, mathematical calculus and reasoning (Pinheiro & Capellini, 2010).

Several studies have correlated learning difficulties, especially changes in reading and writing skills, with possible disorders of central auditory processing (Frizzo, 2015; Halliday, Barry, Hardiman, & Bishop, 2014; Murphy & Schochat, 2009; Neuhoff et al., 2012; Pinheiro & Capellini, 2010; Roggia & Colares, 2008; Soares et al., 2011; Souza, Rocha, Berticelli, Didoné, & Sleifer, 2017; Volkmer & Schulte-Körne, 2018). Auditory processing, phonological awareness and sound discrimination are factors that interfere in the learning of reading and writing because they are directly related to receptive hearing (Kraus et al., 1996; Regaçone et al., 2014).

Central auditory processing, as well as auditory abilities, can be studied through the electrophysiological assessment of hearing, as recommended by the American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (ASHA, 2003). Long-latency auditory evoked potentials (LLAEP) have been seen as one of the

most promising electrophysiological tests to evaluate dysfunctions and disorders of the central auditory nervous system (Ferreira, Bueno, Costa, & Sleifer, 2017; Rocha-Muniz, Lopes, & Schochat, 2015).

Mismatch Negativity (MMN) is a LLAEP, and it is also one of the components of Event-Related Potentials (ERP). It reflects an electrical brain response from processing, sound discrimination, and auditory memory skills. It is elicited by the detection of change, indicating a mismatch between the new sensory input and a standard auditory stimulus stored in short-term auditory sensory memory, and a negative polarity (negativity) presented in the register of this potential (Näätänen, Astikainen, Ruusuvirta, & Huotilainen, 2010; Rocha-Muniz et al., 2015; Roggia, 2015; Schwade, Didoné, & Sleifer, 2017).

The most important fact is that MMN can be acquired without the influence of the subject's attention to the auditory stimuli that are being presented and without the requirement of tasks during testing. Therefore, MMN is a potential clinical instrument, particularly suitable for use in children (Ferreira, Bueno, & Costa, 2018; Schwade et al., 2017; Sleifer, 2015).

Despite the considerable number of previous studies on MMN in children, there is still little research in Brazil about this subject (Bruckmann, Santos Filha, Biaggio, & Garcia, 2016; Ferreira et al., 2017).

The performance of students with learning difficulties in central electrophysiological auditory evaluations was the object of study of some researchers (Engelmann & Ferreira, 2009; Oliveira, Murphy, & Schochat, 2013; Regaçone et al., 2014; Soares et al., 2011; Wiemes, Kozłowski, Mocellin, Hamerschmidt, & Schuch, 2012). A previous study, which analyzed MMN and cognitive potential (P300) in children with reading and writing disorders,

evidenced alterations in MMN and P300 in these individuals and emphasized that MMN enabled a better characterization of auditory function in the study population (Soares et al., 2011). On the other hand, another study did not find alterations in the latency and amplitude values of MMN among the groups composed of healthy children and children with reading difficulties and attention deficits (Huttunen, Halonen, Kaartinen, & Lyytinen, 2007). In previous studies that analyzed MMN in children with dyslexia, which is considered to be a learning disorder, the authors found alterations in MMN responses and suggested impairment in hearing abilities in dyslexic children (Hernández Barros et al., 2007; Moll, Hasko, Groth, Bartling, & Schulte-Körne, 2016; Neuhoﬀ et al., 2012).

Importantly, detection of deficits in the central auditory nervous system and early intervention in children with learning difficulties are essential to mitigate the negative impact on school and social life in this population (Regaçone et al., 2014; Roggia & Colares, 2008).

Based on previously established relationships, the aim of this study was to analyze the results of MMN in children with complaints of learning difficulties and to compare the results with children without complaints of learning difficulties.

Methods

The present study was observational, cross-sectional, comparative, contemporary and individual. It was approved by the Research Ethics Committee of the Institute of Psychology of the Federal University of Rio

Grande do Sul (UFRGS), under Protocol No. 55977316.8.0000.533. All procedures were performed after the children had agreed to participate in the study and their parents or legal guardians had signed an Informed Consent Form. The study was carried out at the Study Center for Electrophysiology Testing, Audiology Clinic, UFRGS.

The convenience sample consisted of both male and female children, aged between 8 and 11 years and 11 months, divided into two groups: study group (SG), composed of children with complaints of learning difficulties, and control group (CG), formed by children without complaints of learning difficulties and with adequate and regular school development. To estimate the standardized effect size of 0.9 (moderate), a sample size of 32 children was calculated in each group. Significance level was set at 0.5 with power = 90% (EpilInfo - Statcal).

Data on age, gender, schooling, learning difficulties in reading, writing and mathematics were reported by the parents or guardians, as well as by the teachers and the language-speech therapist at the school.

Inclusion criteria for the SG were complaints of difficulties in the learning process of reading, writing and mathematics, for more than four months. For the CG, only children without the above-mentioned complaints were included. The children who participated in the SG were invited and referred to participate in this research by the teacher and language-speech therapist of the school they attended. All the children participating in this research are students in grades 3 to 5 of Elementary School, in state schools.

Exclusion criteria for both groups (SG and CG) were presence of auditory complaints, any type of hearing loss, history of otological diseases, intellectual

disability, syndromes, psychiatric, or neurological disorders or any other illness reported by the parents or legal guardians or confirmed by medical diagnosis. They were excluded if they did not perform the procedures or did not finish the tests.

All children (SG and CG) were submitted to peripheral and central electrophysiological auditory evaluations. The peripheral auditory evaluation consisted of inspection of the external auditory meatus and pure-tone threshold audiometry (PTTA). PTTA was performed in an acoustic booth and the auditory thresholds of the frequencies of 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 and 8000 Hz were investigated by air-conduction, while those of 500, 1000, 2000, 3000, 4000 Hz by bone-conduction.

After that, vocal audiometry was performed with the speech recognition percentage index (SRPI) and the speech recognition threshold (SRT). SRPI was performed with 25 monosyllabic words, presented at a constant and comfortable intensity (40 dBHL above the three-tone average value of the frequencies of 500, 1000 and 2000 Hz by air-conduction) in each ear; the children were expected to repeat the words correctly. SRT also used the initial intensity of 40 dBNA above the three-tone average value by air-conduction. Such intensity was reduced until reaching the level of intensity in which the children understood and repeated 50% of the trisyllabic words presented. PTTA and vocal audiometry were performed with a previously calibrated Inventis audiometer (Harp Inventis).

After PTTA was completed, Acoustic Immitance Measurements (AIM) were performed with an AT235h Interacoustics Impedance Audiometer. Tympanometric curves were determined with a probe inserted into the children's

external auditory canal. Static and dynamic complacencies were investigated. Then, a curve was drawn and characterized according to Jerger's (1970) classification. During testing of ipsilateral and contralateral acoustic reflexes, the thresholds were investigated for frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz in both ears.

In both groups (SG and CG), children who presented auditory thresholds higher than or equal to 15 dB were included in all frequencies tested in PTTA, according to the classification proposed by Northens and Downs (2005), type A tympanogram curves (Jerger, 1970), and ipsilateral and contralateral acoustic reflexes present in both ears. Thus, only children with peripheral auditory evaluation without evidence of alterations were included.

The electrophysiological central auditory evaluation tested Mismatch Negativity (MMN). For this test, the children were seated in a comfortable chair with a headrest. The examiner cleansed the children's skin with a skin prep gel (Nuprep®) and common gauze. Subsequently, silver electrodes were placed with an EEG conductive paste (Ten20®conductive) and adhesive tape. The ground electrode was placed on the forehead; the active (Fz), near the scalp; M1 on the right mastoid and M2 on the left mastoid. Finally, earphones (*TONE™GOLD*) were placed in both ears. The test was performed in an acoustically-treated and electrically-insulated room with a *MASBE ATC Plus* device manufactured by Contronic®. Electrical impedance was less than 5Ω in each lead and the difference between the three electrodes did not exceed 2Ω.

After impedance measurement, electroencephalogram (EEG) scanning was performed to capture spontaneous brain electrical activity to check for

artifacts that might affect the test results. The children were instructed not to hold their limbs, nor cross their legs or arms.

For MMN recording, several equal stimuli (frequent stimulus) were presented at short time intervals, alternated with stimuli that differ in frequency (rare stimulus). During this process, the children were made to watch an interesting and quiet video on a tablet to divert their attention on the auditory stimuli that were presented. Before the beginning of the test, the children received instructions on how the test was going to be performed.

For MMN recording, the auditory stimuli were presented monaurally, with frequency of 1000 Hz (50 cycles) for the frequent stimulus and 2000 Hz (50 cycles) for the rare stimulus, in an intensity between 70 dB and 80 dB for both stimuli, with 1.8 stimuli per second. On average, 300 stimuli were presented. The oddball paradigm in use was 90/10, and polarity was alternated. During acquisition, full scale was 200 μ V; high-pass filter = 1 Hz; low-pass filter = 20 Hz; time window = 500 ms and tracing amplitude = 7.5 μ V. Importantly, for greater reliability in the analyses, at least two samples were collected in each ear to ensure reproducibility of the waves. In addition, all electrophysiological records were analyzed by two evaluators, at different times.

In order to check the agreement on MMN analysis, methods of Kappa statistic were used (Landis & Koch, 1997). Correlations between strength of agreement and the Kappa value were interpreted on the basis of the scale: <0.00 (poor), 0.00-0.20 (negligible), 0.21-0.40 (weak), 0.41-0.60 (moderate), 0.61-0.80 (substantial) and 0.81-1.00 (almost perfect). The interpretation of the Interclass Correlation Coefficient (I) was based on the following classification: I <0.4 (poor correlation strength), I between 0.4-0.75 (fair correlation strength)

and $I > 0.75$ (excellent correlation strength) (Fleiss, 1986).

The results were organized descriptively; the quantitative variables were described by means and standard deviation. Qualitative variables were reported through absolute and relative frequencies. To compare the ears between groups for latency and amplitude results, the t-Student test was applied for the paired samples. The level of significance was set at 5% ($p < 0.05$) and the analyses were performed in the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 21.0.

Results

Thirty-six children were invited to participate in this study to form the study group (SG). Only one of them was excluded because it could not adequately complete all the proposed procedures. Thus, the results refer to a sample of 35 children from the SG and 70 from the control group (CG), duplicated and paired by sex and age. Table 1 shows the characteristics of the sample.

There was an excellent concordance between the evaluators in the analysis of MMN components (Kappa 0,88). According to the interclass correlation coefficient, the value 0.77 was found for MMN, with a near perfect correlation.

In the comparative analysis between the right ear (RE) and the left ear (LE) of the SG, there was no statistically significant difference for latency ($p = 0.387$) and amplitude ($p = 0.391$) values of MMN. These results indicate that the RE and the LE present equivalent latency and amplitude of MMN in this group. Likewise, there were no differences in latency and amplitude of MMN between

the SG and the GC for any of the ears as regards sex ($p = 0.618$ and $p = 0.532$, respectively).

Table 2 shows the means and standard deviation of latency and amplitude of MMN in the SG and the CG, both in the RE and the LE. The data show that there were significant differences in the latency values of MMN between the SG and the CG ($p = 0.001$), indicating that the children of the SG presented increased latency values of MMN in comparison to the CG.

Table 1. Characteristics of the sample: measures of central tendency and variability for age; absolute and relative distribution for sex.

Variables	Study Group (SG) (n=35)	Control Group (CG) (n=70)
Age (years)		
Mean $\pm$ SD	9.4 $\pm$ 1.6	9.6 $\pm$ 1.4
(Minimum- Maximum)	(8-11)	(8-11)
Sex – n(%)		
Males	18 (51.4)	35 (50)
Females	17 (48.6)	35 (50)

Caption: n = number of children; Study group = children with complaints of learning difficulties; Control group = children without complaints of learning difficulties; SD = standard deviation.

Table 2. Comparison of MMN results among children with complaints of learning disabilities (Study Group) and without complaints (Control Group).

Variables	Study Group	Control Group	p-value
	(SG)	(CG)	
	(n=35)	(n=70)	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
MMN latency (ms)			
Right ear	213.3 $\pm$ 39.3	169.3 $\pm$ 39.2	<0.001*
Left ear	215.2 $\pm$ 39.5	170.4 $\pm$ 33.6	<0.001*
MMN amplitude (μV)			
Right ear	5.76 $\pm$ 3.01	5.01 $\pm$ 2.13	0.195
Left ear	5.62 $\pm$ 2.98	5.22 $\pm$ 1.95	0.273

Caption: Study group = children with complaints of learning difficulties; Control group = children without complaints of learning difficulties; MMN= *Mismatch Negativity*; ms= millisecond; μ V= microvolt; n= sample number; SD= standard deviation; Student's t-test, significant * $p \leq 0.001$.

Discussion

Complaints of learning difficulties in school-age children are frequent in speech-language therapy practice, and previous studies have indicated that MMN may be a promising measure to improve the investigation of auditory abilities in children with learning disorders (Bruckmann et al., 2016; Ferreira et al., 2017; Frizzo, 2015; Souza et al., 2017). Changes in one or more auditory abilities have been found in this population (Moll et al., 2016; Murphy & Schochat, 2009; Oliveira et al., 2013; Regaçone et al., 2014; Soares et al., 2011).

The sample of this research consisted of 105 children, aged between 8 and 11 years and 11 months. A decision was made to check MMN responses in

children above 8 years of age, because it is believed that child have better literacy performance at this age group, and up to 11 years and 11 months of age, since this is the beginning of adolescence (Child and Adolescent Statute, 1990).

The results found in this study showed a significant difference in the mean latency values of MMN between the groups with and without complaints of learning difficulties. There was an increase in the average MMN latency values in the right and left ears of the SG participants compared to the CG individuals. This result suggest that the auditory discrimination and central auditory processing skills are compromised in children with learning difficulties. The reason is that the auditory stimuli take longer to be detected, differentiated and processed in the children from the SG.

A previous study (Soares et al., 2011) that analyzed MMN in 12 children with reading and writing disorders resulted in an even higher average latency of MMN than in the present study; namely, 304.9ms in the RE and 324.7ms in the LE . This finding can be explained by differences in the MMN parameters used in their study, e.g., frequency of auditory stimuli. The study used 1000 Hz for the frequent stimulus and 1500 Hz for the rare stimulus, and this difference between the frequency of the auditory stimuli is lower than the one used in the present study; the lower the difference in frequency between the two stimuli, the more difficult auditory discrimination becomes (Aurélio et al., 2006). Therefore, it is assumed that this is one of the reasons why the above-mentioned study had more variation in the results for MMN than the present research.

Previous studies analyzing MMN responses in children with dyslexia, a learning disorder particularly related to reading and writing difficulties, also

found altered MMN results (Chobert, François, Habib, & Besson, 2012; Halliday et al., 2014; Maciejewska, Wiskirska-Woźnica, Świdziński, & Michalak, 2014; Žarić et al., 2014).

The scientific literature (Ferreira et al., 2017) has reported that the most commonly performed analysis occurs through observation of latency and wave amplitude in research on long-latency auditory evoked potentials. It has also described that when there is an increase in latency values or a decrease in amplitude values, clinical and subclinical changes can be objectively evidenced. Latency informs the auditory processing activity time and also demonstrates the time required for the rare stimulus to be differentiated from the frequent stimulus, whereas wave amplitude is related to the greater or lesser ability of the auditory system to differentiate between rare and frequent stimuli (Roggia, 2015).

Therefore, it is worth mentioning that the SG composed of children with complaints of learning difficulties had higher mean latency values in comparison to the CG, with statistically significant results. However, in a general analysis, both groups remained within the norms of normality in comparison to the data referred in the scientific literature, which mentions MMN latency values between 150 and 250 ms, which can vary from 200 to 300 ms in children (Ferreira et al., 2018; Roggia, 2015).

As for amplitude, in this study, the mean values of MMN amplitudes were similar between the groups and similar to the mean described in other studies that reported MMN amplitude values between 0.5 and 5 μV (Duncan et al., 2009; Ferreira et al., 2018). However, it has been reported that, when there is an increase in the degree of discrepancy between the frequent stimuli and the

rare stimuli of MMN, amplitude also tends to increase (Ferreira et al., 2018). It is believed that, for this reason, the mean values of MMN amplitude found in the present study are similar to the maximum values described in the literature.

Long-latency auditory evoked potentials, including MMN, are one of the measures used in research on central auditory processing that reflects cortical activity, involving both the most simple and the most complex auditory abilities (Jansson-Verkasalo, Haverinen, Valkama, & Korpilahti, 2011; Regaçone et al., 2014). The clinical use of MMN makes it possible to check if children with learning difficulties present disorders in central auditory processing and in other auditory abilities. This finding enables the design of more complete and efficient therapeutic plans to be performed in speech-language clinical practice, as well as in speech-language interventions in schools (Ferreira et al., 2017; Frizzo, 2015).

Considering that reading is a particular type of information gathering, formed by events that elapse over time, it is assumed that the integrity of the auditory physiological mechanisms plays a fundamental role in the perception of speech, in learning in understanding language; it is, therefore, a prerequisite to learn reading and writing (Soares et al., 2011).

Thus, it is becoming increasingly important to evaluate central auditory processing abilities in children who are in the learning phase, because disorders in auditory abilities may influence their learning process, hence it is crucial to diagnose and intervene as early as possible. MMN is a useful and appropriate tool to carry out such evaluations.

Conclusion

In the study sample, there was evidence of changes in the mean MNN latencies in children with complaints of learning difficulties compared to children without complaints of learning difficulties. These results suggest that, in the target sample, the children with complaints may have difficulty in hearing discrimination and possible disorders in other central auditory processing skills.

References

- ASHA. American Speech-Language Hearing Association. Guidelines for Competencies in Auditory Evoked Potential Measurement and Clinical Applications (2003). <http://www.asha.org/policy/KS2003-00020/>. Consulted in 25.09.18.
- Aurélio, M., Santos, R., Lei, M. S., Peixoto, M. A. L., Geraldi, V., Rodrigues, J. L., & Macedo, L. (2006). Contribuição do Mismatch Negativity na avaliação cognitiva de indivíduos portadores de esclerose múltipla. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 72(6), 800–808. <http://doi.org/10.1590/S0034-72992006000600011>.
- Bruckmann, M., Santos Filha, V. A. V. dos, Biaggio, E. P. V., & Garcia, M. V. (2016). Aplicabilidade do mismatch negativity em crianças e adolescentes: uma revisão descritiva. *Revista CEFAC*, 18(4), 952–959. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201618423415>.
- Chobert, J., François, C., Habib, M., & Besson, M. (2012). Deficit in the preattentive processing of syllabic duration and VOT in children with dyslexia. *Neuropsychologia*, 50(8), 2044–2055. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.05.004>.
- Duncan, C. C., Barry, R. J., Connolly, J. F., Fischer, C., Michie, P. T., Näätänen, R., Van Petten, C. (2009). Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, 120(11), 1883–1908. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.07.045>.

- Engelmann, L., & Ferreira, M. I. D. da C. (2009). Auditory processing evaluation in children with learning difficulties. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 14(1), 69–74. <http://doi.org/10.1590/S1516-80342009000100012>.
- Estatuto da Criança e do Adolescente do Brasil. Lei Nº 8.069., de 13 de julho de 1990. Título I, Das Disposições Preliminares, Art. 2º. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8069.htm. Consulted in 20.05.17.
- Ferreira, D. A., Bueno, C. D., Costa, S. S. da, & Sleifer, P. (2017). Aplicabilidade do Mismatch Negativity na população infantil: revisão sistemática de literatura. *Audiology Communication Research*, 22, 1–10. <http://doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1831>.
- Ferreira, D. A., Bueno, C. D., & Costa, S. S. da. (2018). Mismatch Negativity in Children: Reference Values. *International Archives of Otorhinolaryngology*. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667313>.
- Fleiss, J. L. (1986). *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. New York: John Wiley e Sons.
- Frizzo, A. C. F. (2015). Auditory evoked potential: A proposal for further evaluation in children with learning disabilities. *Frontiers in Psychology*, 6(JUN), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00788>.
- Halliday, L. F., Barry, J. G., Hardiman, M. J., & Bishop, D. V. (2014). Late, not early mismatch responses to changes in frequency are reduced or deviant in children with dyslexia: An event-related potential study. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/1866-1955-6-21>.
- Hernández Barros, D., Pérez Abalo, M. C., Morgades, R. M., Reigosa, V., Galán, L., & Santos, E. (2007). Estudio de la negatividad de discrepancia auditiva en dos subtipos de niños con dislexia del desarrollo. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 27(1), 30–38. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(07\)70069-4](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(07)70069-4).
- Huttunen, T., Halonen, A., Kaartinen, J., & Lyytinen, H. (2007). Does mismatch negativity show differences in reading-disabled children compared to normal children and children with attention deficit? *Developmental*

- Neuropsychology*, 31(3), 453–470.
<https://doi.org/10.1080/87565640701229656>.
- Jansson-Verkasalo, E., Haverinen, S., Valkama, A. M., & Korpilahti, P. (2011). Los niños prematuros tienen un alto riesgo de dificultades en el procesamiento auditivo central, evidenciadas mediante los potenciales evocados auditivos. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiologia*, 31(3), 125–132.
[https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(11\)70181-4](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(11)70181-4).
- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology*, 92(4), 311–324.
<https://doi.org/10.1001/archotol.1970.04310040005002>.
- Kraus, N., McGee, T. J., Carrell, T. D., Zecker, S. G., Nicol, T. G., & Koch, D. B. (1996). Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science*, 273(5277), 971–973.
<https://doi.org/10.1126/science.273.5277.971>.
- Landis, J. R., Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
<http://www.jstor.org/stable/2529310>.
- Maciejewska, B., Wiskirska-Woźnica, B., Świdziński, P., & Michalak, M. (2014). Assessing auditory processing disorders in children with developmental dyslexia using auditory cognitive event-related potentials. *Folia Phoniatria et Logopaedica*, 65(3), 129–135. <https://doi.org/10.1159/000354167>.
- Moll, K., Hasko, S., Groth, K., Bartling, J., & Schulte-Körne, G. (2016). Letter-sound processing deficits in children with developmental dyslexia: An ERP study. *Clinical Neurophysiology*, 127(4), 1989–2000.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.01.005>.
- Murphy, C. F. B., & Schochat, E. (2009). Correlações entre leitura , consciência fonológica e processamento temporal auditivo. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 21(1), 13–18. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872009000100003>.
- Näätänen, R., Astikainen, P., Ruusuvirta, T., & Huotilainen, M. (2010). Automatic auditory intelligence: An expression of the sensory-cognitive core of cognitive processes. *Brain Research Reviews*, 64(1), 123–136.
<https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2010.03.001>.

- Neuhoff, N., Bruder, J., Bartling, J., Warnke, A., Remschmidt, H., Müller-Myhsok, B., & Schulte-Körne, G. (2012). Evidence for the late MMN as a neurophysiological endophenotype for dyslexia. *PLoS ONE*, 7(5), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034909>.
- Northens, J. L., & Downs, M. P. (2005). Audição e perda auditiva em crianças. In *Audição na Infância* (pp. 14). (5ª ed). Guanabara Koogan.
- Oliveira, J. C., Murphy, C. F. B., & Schochat, E. (2013). Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica. *CoDAS*, 25(1), 39–44. <https://doi.org/10.1590/S2317-17822013000100008>.
- Pinheiro, F. H., & Capellini, S. A. (2010). Treinamento auditivo em escolares com distúrbio de aprendizagem. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 22(1), 49–54. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872010000100010>.
- Regaçone, S. F., Gução, A. C. B., Giacheti, C. M., Romero, A. C. L., Frizzo, A. C. F. (2014). Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. *Audiology Communication Research*, 19(1), 13–18. <https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000100004>.
- Rocha-Muniz, C. N., Lopes, D. M. B., & Schochat E. (2015). Mismatch negativity in children with specific language impairment and auditory processing disorder. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 81(4), 408–415. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.08.022>.
- Roggia, S. M. (2015). Mismatch Negativity. In E. M. Boéchat, P. L. Menezes, C. M. Couto, A. C. F. Frizzo, R. C. Scharlach, & A. R. T. Anastásio (Eds.), *Tratado de Audiologia* (pp. 151-159). (2ª ed). São Paulo: Santos.
- Roggia, S. M., & Colares, N. T. (2008). O mismatch negativity em pacientes com distúrbios do processamento auditivo (central). *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74(5), 705–711. [https://doi.org/10.1016/S1808-8694\(15\)31380-X](https://doi.org/10.1016/S1808-8694(15)31380-X).
- Schwade, L. F., Didoné, D. D., & Sleifer, P. (2017). Auditory evoked potential mismatch negativity in normal-hearing adults. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 21(3), 232–238. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1586734>.

- Sleifer, P. (2015). Avaliação eletrofisiológica da audição em crianças. In M. C. Cardoso (Eds.), *Fonoaudiologia na infância: avaliação e tratamento* (pp. 171-194). Rio de Janeiro: Revinter.
- Soares, A. J. C., Sanches, S. G. G., Neves-Lobo, I. F., Carvalho, R. M. M., Matas, C. G., & Cárnio, M. S. (2011). Potenciais evocados auditivos de longa latência e processamento auditivo central em crianças com alterações de leitura e escrita: Dados preliminares. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 15(4), 486–491. <https://doi.org/10.1590/S1809-48722011000400013>.
- Souza, J., Rocha, V. O., Berticelli, A. Z., Didoné, D. D., & Sleifer, P. (2017). Potencial evocado auditivo de longa latência – P3 em crianças com e sem queixas de dificuldade de aprendizagem. *Audiology Communication Research*, 22(e1690), 1–6. <http://doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1690>.
- Volkmer, S., & Schulte-Körne, G. (2018). Cortical responses to tone and phoneme mismatch as a predictor of dyslexia? A systematic review. *Schizophrenia Research*, 191, 148–160. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2017.07.010>.
- Wiemes, G. R. M., Kozłowski, L., Mocellin, M., Hamerschmidt, R., & Schuch, L. H. (2012). Cognitive evoked potentials and central auditory processing in children with reading and writing disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 78(3), 91–97. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942012000300016>.
- Žarić, G., González, G. F., Tijms, J., Van Der Molen, M. W., Blomert, L., & Bonte, M. (2014). Reduced neural integration of letters and speech sounds in dyslexic children scales with individual differences in reading fluency. *PLoS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110337>.

4. Considerações finais

A avaliação auditiva central realizada por meio do potencial evocado auditivo *Mismatch Negativity* (MMN) possibilita investigar a detecção, a discriminação e a memória auditiva de curto prazo de estímulos auditivos independentemente da capacidade atencional e comportamental do indivíduo, tornando-se uma ferramenta valiosa e adequada para ser utilizada na população de crianças com dificuldades de aprendizagem.

A integridade dos mecanismos fisiológicos auditivos e as habilidades do processamento auditivo central, principalmente a discriminação auditiva, são fundamentais para que o aprendizado ocorra de maneira efetiva. Frente a isso, salienta-se a importância de detectar e intervir nos transtornos relacionados ao sistema nervoso auditivo central o mais precocemente, com o intuito de atenuar o impacto no desempenho escolar e na vida social das crianças com dificuldades de aprendizagem.

Considerando os objetivos apresentados no presente trabalho, foi possível encontrar evidências de alterações nas latências do MMN em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem em comparação com crianças sem as mesmas queixas, sugerindo que, na casuística analisada, é provável que as crianças com dificuldades de aprendizagem apresentem dificuldades de discriminação auditiva e possíveis transtornos em outras habilidades do processamento auditivo central.

Algumas limitações são encontradas neste estudo, como a dificuldade em encontrar crianças com dificuldades de aprendizagem, sem que tivessem

outro transtorno associado, como por exemplo, histórico de doenças otológicas, alterações neurológicas, psiquiátricas e deficiência intelectual.

Na literatura científica, foram encontradas diversas pesquisas que verificaram o MMN em crianças com transtornos de aprendizagem, como a dislexia, mas há poucos estudos que analisaram o MMN em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem. Sendo assim, a presente pesquisa pode contribuir a ampliar o conhecimento sobre os achados auditivos centrais de crianças com dificuldades de aprendizagem, além de sugerir a utilização do MMN na prática clínica fonoaudiológica para a avaliação auditiva central nesta população.

5. Anexos

5.1 Normas da revista: Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología

La Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología es la revista oficial de la Asociación Española de Logopedia, Foniatría y Audiología e Iberoamericana de Fonoaudiología (AELFA-IF). Es una revista multidisciplinar que publica artículos relacionados con los campos de la Logopedia, la Foniatría y la Audiología y cumple la normativa de la APA. El proceso de revisión es por pares doble ciego. Publica cuatro números al año con temáticas relacionadas principalmente con la investigación y la clínica. Los tipos de artículos que incluye son principalmente originales, revisiones y casos clínicos. Está incluida en las siguientes bases de datos: Scopus, ISOC, IME, IBECS, Latindex, Psicondoc, EMBASE/Excerpta Medica, PSYCINFO, REDINED.

Tipos de artículo

Revisiones: Artículos de revisión en los que se amplíen conocimientos sobre un tema determinado. La extensión máxima del texto del manuscrito será de 6000 palabras y aparte se incluirá: un resumen no estructurado de no más de 150 palabras, entre 3-6 palabras clave; hasta 50 citas bibliográficas y los pies de figuras. Se admitirán hasta un máximo de 6 figuras o tablas. Se recomienda que no superar el número de 3 autores. Originales. Artículos originales que relaten una investigación o bien proporcionen ideas personales sobre algún tema. La extensión máxima del texto del manuscrito será de 6.000 palabras y aparte se incluirá: un resumen estructurado de no más de 250 palabras, entre

3-6 palabras clave; hasta 40 citas bibliográficas y los pies de figuras. Se admitirán hasta un máximo de 6 figuras o tablas. El máximo de autores es 6.

Casos clínicos: Aquí se incluirían artículos sobre un plan terapéutico en los que se describa una programación general o individual que por sus características se considere interesante; artículos sobre equipos, grupos, centros de trabajo en los que se exponga su metodología, evolución, experiencias, problemática, etc. La extensión máxima del texto del manuscrito será de hasta 2.400 palabras y aparte se incluirá un resumen no estructurado de no más de 150 palabras. Se incluirán 3-6 palabras clave, los pies de figuras y hasta 10 referencias bibliográficas. Se admitirán hasta 2 figuras o tablas. El número máximo de autores será 4.

Cartas al editor: En esta sección se publicarán objeciones, comentarios, observaciones o experiencias relativas a artículos publicados recientemente en la Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología. La extensión máxima del texto del manuscrito será de 1.000 palabras y hasta 15 referencias bibliográficas. No incluirá ni palabras clave, ni resumen estructurado de no más de 250 palabras y los pies de figuras. Se admitirán 1 figura o 1 tabla. El número máximo de autores será 4.

Envío del manuscrito

Por favor, remita su manuscrito a través de la página web <http://ees.elsevier.com/rifa>

Idioma

Esta revista se publica en idioma español o inglés.

Listado de comprobación

Este listado le será útil en la última revisión del artículo previa a su envío a la revista. Consulte las distintas secciones de la presente Guía para autores si desea ampliar detalles de alguno de los puntos. Compruebe que ha realizado todas las tareas siguientes: Nombrar un autor de correspondencia e incluir sus datos de contacto (dirección postal, dirección de correo electrónico). Preparar todos los archivos para su envío.

Manuscrito:

- Contiene la lista de palabras clave;
- Todas las figuras y sus títulos correspondientes;
- Todas las tablas (con el título, descripción y notas pertinentes);
- Todas las referencias a tablas y figuras en el texto coinciden con los archivos de tablas y figuras que envía;
- Indicar claramente si alguna de las figuras requiere impresión a color Archivos de Resumen gráfico / Puntos clave (si corresponde) Archivos suplementarios (si corresponde);

Otros:

- Realizar una corrección ortográfica y gramatical del manuscrito;
- Comprobar que todas las citas del texto se hallan en el listado de referencias, y vice-versa;
- Obtener los permisos necesarios para el uso de material sujeto a derechos de autor, también para el material que proviene de Internet;
- Realizar las declaraciones de conflicto de intereses;
- Revisar la normativa de la revista detallada en la presente Guía;

- Proporcionar sugerencias de revisores incluyendo los datos de contacto de los mismos, si la revista lo requiere. Hallará más información en Atención al cliente.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Ética de la publicación científica

Consulte los enlaces siguientes para obtener información sobre las consideraciones éticas en la publicación científica: [Ética de la publicación científica](#) y [Guía sobre ética de la publicación en revistas científicas](#).

Conflicto de intereses

Se pide a los autores que informen sobre cualquier conflicto de interés, potencial o real, del ámbito financiero, personal o profesional, en relación con personas o con empresas, relativo a los tres años anteriores al envío del manuscrito, susceptible de influir de forma inapropiada en la realización del manuscrito. Más información. **Declaraciones inherentes al envío del**

manuscrito y verificación

La presentación de un artículo implica que el trabajo descrito no se ha publicado previamente (excepto en forma de resumen o en el marco de una conferencia publicada o una tesis académica, o como prepublicación electrónica; véase el apartado sobre 'Publicación múltiple, redundante o concurrente' de nuestra página sobre ética de la publicación para más información), que no está en evaluación para publicarse en ningún otro medio, que su publicación está autorizada por todos los autores y expresa o tácitamente por las autoridades responsables de la institución en que se llevó a cabo el trabajo, y que, en caso de aceptarse, no se publicará en ningún otro medio con el mismo formato, en inglés ni en ningún otro idioma, ni siquiera en

formato electrónico, sin el consentimiento por escrito del titular del copyright. Para verificar su originalidad, el manuscrito podrá ser examinado mediante el servicio CrossCheck.

Contribución

Todos los autores deben haber participado en el trabajo de investigación y/o en la preparación del artículo. Se pide a cada uno de los autores que declare el tipo de contribución que han realizado y que confirme que ha aprobado la versión final del artículo.

Cambios en la autoría

Se recomienda a los autores que revisen cuidadosamente el listado y el orden de los autores antes de enviar su manuscrito por primera vez. Cualquier incorporación, supresión o reordenación de los nombres de los autores debe hacerse antes de que el manuscrito haya sido aceptado y solamente con la aprobación del Editor de la revista. Para solicitar este cambio, el autor de correspondencia enviará a la atención del Editor: a) el motivo que justifica la petición de modificación del listado de autores; y b) la confirmación escrita (ya sea por correo electrónico o por carta) de todos los autores manifestando su acuerdo con la incorporación, supresión o reordenación. En el caso de la incorporación o supresión de un autor, debe incluirse también la confirmación del autor afectado. El Editor tomará en consideración la incorporación, supresión o reordenación de autores en un manuscrito ya aceptado, solamente si concurren circunstancias excepcionales. La publicación del artículo se detendrá mientras el Editor evalúa la petición de cambios. Si el manuscrito ya estuviese publicado en versión online, cualquier petición de cambio aprobada por el Editor daría lugar a una fe de errores (corrigendum).

Copyright y derechos de los autores

Una vez aceptado el artículo, se solicitará a los autores que rellenen un «acuerdo de publicación» (más información). Se enviará un mensaje de correo electrónico al autor de correspondencia confirmando la recepción del manuscrito y adjuntando el documento del acuerdo de publicación en la revista, o bien un enlace a la versión en línea de dicho acuerdo. Los suscriptores pueden reproducir los sumarios o bien preparar listados de artículos con sus resúmenes para la distribución interna en sus instituciones. Se requiere permiso de la editorial para la reventa o distribución fuera de la institución así como para cualquier otro trabajo derivado, como por ejemplo compilaciones y traducciones. Si se incluyen extractos de otras obras con derechos de autor, el autor o los autores deben obtener permiso por escrito de los propietarios del copyright y citar la fuente en el artículo. Elsevier cuenta con formularios para el uso de los autores en estos casos.

Artículos open access: Una vez aceptado el artículo, se solicitará a los autores que rellenen un «acuerdo de licencia exclusiva para la publicación en la revista» (más información). El tipo de licencia de usuario presente en cada artículo define los usos permitidos para el mismo.

Derechos de autor

Como autor, usted, o su empleador o institución, posee derechos para reutilizar su trabajo. Más información.

Comparta de forma responsable

Consulte como puede compartir los trabajos publicados en revistas de Elsevier.

Fuente de financiación

Le rogamos que indique los datos de la(s) institucion(es) que han proporcionado financiación económica para la realización de la investigación y/o la preparación del artículo, así como que describa brevemente el papel que ha(n) desempeñado dicho(s) patrocinador(es) en el diseño del estudio, la recolección, el análisis y la interpretación de los datos, la redacción del artículo o la decisión de enviar el artículo para su publicación. Si no existió ningún tipo de participación, por favor indíquelo también. Si no se ha recibido fondo alguno, le rogamos que incluya la siguiente frase: La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores público, comercial, o sin ánimo de lucro.

Acuerdos y políticas del organismo de financiación

Elsevier ha realizado acuerdos con distintos organismos de financiación para que los autores puedan cumplir con las políticas de libre acceso que estas entidades solicitan. En algún caso, los autores pueden recibir un reembolso por las tasas de publicación asociadas. Más información sobre los acuerdos existentes.

Open access

Esta revista permite elegir la modalidad de publicación de los artículos:

Open access

- El artículo estará disponible gratuitamente tanto para los suscriptores como para el resto de lectores, y su reutilización está permitida.
- Los autores tienen que hacerse cargo de los costes de publicación del artículo, ya sea directamente o bien a través de su institución o entidad financiadora de la investigación.

Suscripción

- Los artículos estarán disponibles para los suscriptores de la revista, así como en los programas de acceso universal de Elsevier dirigidos a los países en desarrollo y grupos de pacientes (<http://www.elsevier.com/access>).
- No existe cuota de publicación. Los autores no deben hacerse cargo de los costes económicos por la publicación de su artículo.

La modalidad de publicación escogida no tendrá ningún efecto en el proceso de revisión por pares o en la aceptación de su manuscrito.

En los artículos Open Acces, la licencia Creative Commons presente en cada artículo define los usos permitidos para el mismo.

Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (CC BY-NCND)

No admite fines comerciales. Permite copiar, distribuir e incluir el artículo en un trabajo colectivo (por ejemplo, una antología), siempre y cuando no exista una finalidad comercial, no se altere ni modifique el artículo y se cite apropiadamente el trabajo original. La tarifa de publicación open access en esta revista es de 1.500 €(impuestos no incluidos). Consulte la Política de precios de Elsevier.

Green open access

Existen distintas formas en que los autores pueden compartir su investigación. Elsevier ofrece opciones de acceso green open access. Recomendamos a los autores que consulten nuestra página sobre green open access para obtener más información. Los autores pueden autoarchivar su manuscrito de forma inmediata y permitir el acceso público al mismo desde el repositorio de su institución después de un período de embargo. Nos referimos a la versión del manuscrito que ha sido aceptada para su publicación y que normalmente

incluye los cambios (incorporados por el autor) sugeridos durante el período de revisión por pares y valoración de los editores. Período de embargo: los artículos de suscripción requieren un determinado período de tiempo para dar valor a la inversión de los subscriptores antes de estar disponibles al público en general. Este período de tiempo se denomina embargo y comienza a calcularse desde el día de publicación del artículo online en su versión final paginada. Más información. Esta revista tiene un período de embargo de 12 meses.

Publishing Campus de Elsevier

La plataforma online Publishing Campus de Elsevier (www.publishingcampus.com) ofrece recursos gratuitos para la publicación científica: seminarios, formación interactiva y consejo profesional. El apartado 'College of Skills training' contiene módulos sobre cómo preparar, escribir y estructurar un artículo y explica cómo los editores evaluarán su manuscrito una vez enviado a la revista. Utilice estos recursos, entre otros, para enviar el mejor manuscrito que Vd sea capaz de preparar.

Idioma (modalidad y servicios de edición): Por favor, asegúrese de que utiliza un inglés correcto y de calidad (se acepta tanto la modalidad americana como la británica, pero no una mezcla de ambas). Aquellos autores que tengan dudas sobre el grado de corrección gramatical, calidad y estilo científico de su manuscrito en inglés pueden utilizar los Servicios de edición en idioma inglés de la WebShop de Elsevier.

Envío del manuscrito

Nuestro sistema de envío de manuscritos le guiará paso a paso en el proceso de introducir los datos de su artículo y adjuntar los archivos. El sistema creará un único documento pdf con todos los archivos que conforman el manuscrito

para realizar el proceso de revisión por pares. El autor de correspondencia recibirá información sobre el proceso de revisión de su manuscrito a través del email.

Remita su artículo

La dirección de envío de los manuscritos es <http://ees.elsevier.com/rlfa>

Revisores

Le rogamos que proponga varios revisores potenciales para su artículo, indicando su nombre y dirección de correo institucional. Consulte más detalles en Atención al cliente. Tenga en cuenta que el editor es quien decide en última instancia si utiliza o no los revisores propuestos.

PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Revisión por pares (peer review)

Esta revista utiliza un sistema de revisión de doble ciego. El editor realiza una primera valoración de los manuscritos para comprobar que encajan con los objetivos de la revista. En caso afirmativo, cada manuscrito se envía, como mínimo, a dos revisores independientes que evalúan la calidad científica del manuscrito. El editor es el responsable de la decisión final sobre la aceptación o rechazo del artículo para su publicación. Más información sobre tipos de revisión por pares.

Revisión doble ciego

Esta revista utiliza un sistema de revisión doble ciego, lo que significa que tanto autores como revisores son anónimos para el proceso de revisión (Más información). Por este motivo le rogamos que incluya la información siguiente en una página inicial independiente del resto del manuscrito:

Página inicial (con datos de los autores): título, nombre y filiación de todos los autores y dirección postal completa y correo electrónico del autor de correspondencia.

Manuscrito cegado (sin autores): el cuerpo del manuscrito (con las figuras, tablas, referencias y agradecimientos) no deberá incluir ningún tipo de identificación de los autores ni tampoco sus filiaciones.

Procesador de textos

Es importante que guarde el manuscrito en el formato nativo del procesador de textos que utilice. El texto debe estar presentado en una sola columna y de la forma más sencilla posible. Tenga en cuenta que la mayor parte de los códigos de formato serán eliminados y sustituidos durante el proceso de edición del artículo. En concreto, no utilice las opciones de justificación de texto o de partición automática de palabras. Puede utilizar negrita, cursiva, subíndices y superíndices o similares. Si prepara las tablas con la herramienta del procesador, utilice una única cuadrícula para cada tabla individual, pero no para cada una de las filas. Si no utiliza cuadrícula, alinee cada una de las columnas mediante tabulaciones, pero nunca mediante espacios. El texto electrónico debe prepararse de forma similar a la de los manuscritos convencionales (consulte la Guía para publicar en Elsevier). Las imágenes y gráficos deben enviarse siempre de forma separada en el archivo fuente original en el que fueron creadas, independientemente de si se han incrustado en el texto o no. Consulte también el apartado de Imágenes, más adelante. Para evitar errores innecesarios, le recomendamos encarecidamente que utilice las funciones de revisión de ortografía y gramática presentes en el procesador de textos.

Estructura del artículo

Apartados: Organice su artículo mediante apartados y subapartados claramente definidos, precedidos por un encabezado conciso (como Introducción, Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones) en una línea aparte. Los encabezados deben utilizarse para realizar referencias a apartados concretos del texto.

Introducción

Describa los objetivos del trabajo, basados en los fundamentos apropiados. Evite realizar una revisión detallada de la literatura o resumir los resultados.

Material y métodos

Proporcione los detalles suficientes para permitir la reproducción del trabajo. Si los métodos se han publicado previamente, debe indicarse mediante una referencia y solamente deben describirse las modificaciones relevantes.

Resultados

Deben ser claros y concisos

Discusión

Debe analizar el significado de los resultados, pero no repetirlos. A veces es apropiado combinar ambas secciones en una sola. Evite las citas demasiado extensas, así como el comentario de artículos publicados.

Conclusiones

Debe ser una sección corta, independiente de las dos anteriores, que presente las principales conclusiones del estudio.

Apéndices

Si existe más de un apéndice, deberá numerarse como A, B, etc. Si incluyen fórmulas y ecuaciones, se utilizará una numeración independiente: Eq. (A.1),

Eq. (A.2), etc, Eq. (B.1), etc. Del mismo modo para tablas y figuras: Tabla A.1, Fig. A.1, etc.

Primera página

- Título. Conciso e informativo. El título se utiliza en los sistemas de recuperación de la información (índices). Evite incluir fórmulas y abreviaturas en el mismo siempre que sea posible. Se incluirá también el título en inglés.
- Nombres y filiaciones de los autores. Indique nombre y apellidos de cada uno de los autores y asegúrese de que los proporciona en la forma ortográfica correcta. Incluya los datos de filiación de cada uno de los autores (nombre y dirección de la institución en la que se realizó el estudio) debajo de los nombres. Indique todas las filiaciones mediante una letra minúscula en superíndice al final del apellido de cada autor. La misma letra debe preceder los datos de la institución. Indique la dirección postal completa para cada filiación, sin olvidar el país, así como la dirección de correo electrónico de cada autor, si es posible.
- Autor de correspondencia. Indique claramente quien se responsabilizará de recibir la correspondencia durante todo el proceso de evaluación y publicación del artículo, así como posteriormente a su publicación. Asegúrese de que la dirección postal y de correo electrónico que se facilitan son actuales y correctas.
- Dirección actual o permanente. Si un autor ha cambiado de dirección desde que se realizó el trabajo, o la dirección era temporal, puede indicarse una 'Dirección actual' o bien una 'Dirección permanente' como una nota al pie en el nombre del autor (utilizando numeración arábiga en superíndice), mientras que para la filiación se conservará la dirección de realización del estudio.

Resumen estructurado

El resumen estructurado a través de encabezados debe proporcionar el contexto o los antecedentes para la investigación y en él se debe mencionar su propósito, los procedimientos básicos (selección de sujetos para el estudio o animales de laboratorio, métodos observacionales y analíticos), los hallazgos principales (aportando los tamaños de efectos específicos y su importancia estadística, si es posible) y las conclusiones principales. Debe hacerse hincapié en aspectos nuevos e importantes del estudio u observaciones. La estructura que deberá seguirse es: «Antecedentes y objetivo», «Pacientes o Materiales y métodos», «Resultados» y «Conclusiones».

Resumen gráfico

El resumen gráfico es opcional, pero aconsejamos su remisión porque genera más atención sobre el artículo online. El resumen gráfico sintetiza los contenidos del artículo de forma ilustrada y concisa y su función es captar la atención de un amplio conjunto de especialistas. La figura de resumen se remitirá en un archivo individual de, como mínimo, 531 x 1328 pixels (altura x anchura). Estas dimensiones pueden incrementarse de forma proporcional. Esta imagen tiene que ser legible en un tamaño de 5x13 cm y en una pantalla de resolución de 96 dpi. Se recomienda utilizar los siguientes formatos: TIFF, EPS, PDF o documentos de MS Office. Puede ver Ejemplos de resumen gráfico en nuestra web. Los autores pueden utilizar el Servicio de Ilustración y Mejora de Elsevier para presentar las imágenes con el mejor diseño posible y cumpliendo todos los requisitos técnicos: Servicios de ilustración.

Puntos destacados

Los Puntos destacados enumeran de forma concisa los principales hallazgos del artículo. Su envío es opcional. Se remitirán en un archivo independiente que sea editable y que incluya la palabra 'Highlights' en el nombre del archivo. Incluir de 3 a 5 puntos (con un máximo de 85 caracteres con espacio por punto). Vea ejemplos de puntos destacados en nuestra página informativa.

Palabras clave

Incluir un máximo de 6 palabras clave después del resumen, evitando términos generales, plurales y multiplicidad de conceptos (como por ejemplo el uso de 'y' o 'de'). Solamente pueden utilizarse abreviaturas como palabras clave en el caso de que estén firmemente establecidas en la especialidad que corresponda al artículo. Las palabras clave se utilizan en la indexación del artículo.

Abreviaturas

Defina las abreviaturas que no son estándar en su especialidad en una nota a pie de página en la primera página del manuscrito. Asegúrese de que utiliza las abreviaturas de forma consistente a lo largo de todo el artículo.

Agradecimientos

Sitúe los agradecimientos en una sección aparte al final del manuscrito y antes de las Referencias bibliográficas. No los mencione en ninguna otra parte del artículo. Incluya aquellas personas que colaboraron en la realización del artículo (por ejemplo, revisando la redacción o la traducción del mismo).

Formato de las fuentes de financiación

Enuncie las fuentes de financiación utilizando el siguiente formato estándar requerido por las entidades financiadoras:

Financiación: El presente trabajo ha sido financiado por los National Institutes of Health [beca número xxxx, yyyy]; la Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [beca número zzzz] y los United States Institutes of Peace [beca número aaaa].

No es necesario incluir descripciones detalladas sobre el programa o el tipo de beca o asignación. Cuando la financiación proceda de una beca a nivel regional o nacional, o de recursos de universidades u otras instituciones dedicadas a la investigación; incluya el nombre de la institución u organización que financió el estudio. Si no se ha recibido financiación alguna, le rogamos que incluya la siguiente frase: La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Unidades

Utilice las reglas y convenciones aceptadas internacionalmente, como el sistema internacional de unidades (SI). Si menciona otro tipo de unidades, por favor, proporcione su equivalente en el SI.

Notas al pie

Deben utilizarse de forma restrictiva. Numerelas consecutivamente a lo largo del manuscrito y no las incluya en las Referencias bibliográficas. Puede utilizar la función del procesador de textos para incluirlas en cada página, o bien puede incluirlas en forma de lista al final del texto.

Imágenes

Manipulación de imágenes: Aunque se admite que a veces los autores tienen que retocar las imágenes para hacerlas más claras y comprensibles, no se acepta la manipulación de las mismas con intención fraudulenta. Esto

constituye una infracción de la ética científica y se actuará en consecuencia. La revista aplica la siguiente normativa para las imágenes: no se puede mejorar, oscurecer, desplazar, eliminar ni añadir ningún elemento de las mismas. Se permite realizar ajustes de brillo, contraste o equilibrio de colores siempre y cuando no oscurezcan o eliminen ninguna información visible en la imagen original. Si se realizan ajustes no lineales (como cambios en los parámetros gamma) debe indicarse en el pie de figura.

Formatos electrónicos

Consideraciones generales.

- Asegúrese de que presenta sus ilustraciones originales de forma uniforme en cuanto a tamaño y leyendas.
- Incruste las fuentes en el archivo, si la aplicación que utiliza lo permite.
- Procure utilizar las fuentes: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, u otras que se asemejen en sus ilustraciones.
- Numere las ilustraciones de forma correlativa.
- Elija una nomenclatura lógica para denominar los archivos de imágenes.
- Proporcione los textos para el pie de cada figura en una lista separada.
- Utilice un tamaño similar al que deberían tener las imágenes en la publicación.
- Envíe cada figura en un archivo independiente.

Obtendrá información más detallada sobre cómo preparar las imágenes en la guía sobre ilustraciones electrónicas. Le recomendamos que visite dicha página. A continuación incluimos un pequeño resumen.

Formatos.

Si ha utilizado una aplicación de Microsoft Office (Word, PowerPoint o Excel), por favor remita la imagen en el formato propio del archivo. Si ha utilizado otras aplicaciones, una vez la figura esté terminada, por favor haga um 'Guardar como' o bien exporte o convierta cada uno de los archivos de imágenes a alguno de los formatos siguientes (tenga en cuenta la resolución requerida para dibujos de líneas, medios tonos o combinaciones de ambos que se detalla más abajo):

EPS (o PDF): imágenes vectoriales. Incruste todas las fuentes que haya utilizado.

TIFF (o JPEG): fotografías en color o escala de grises (halftones), con una resolución de 300 dpi/ppp como mínimo.

TIFF (o JPEG): bitmap, pixeles en blanco y negro puros, con una resolución de 1.000 dpi/ppp como mínimo.

TIFF (o JPEG): combinaciones de líneas bitmap e imágenes halftone (color o escala de grises), con una resolución de 500 dpi/ppp como mínimo. Le rogamos que no remita.

- Archivos que no son óptimos para su utilización en pantalla (GIF, BMP, PICT o WPG, por ejemplo, suelen tener una baja resolución y un número limitado de colores).
- Archivos con baja resolución.
- Gráficos de tamaño desproporcionadamente grande en relación con su contenido.

Imágenes en color

Por favor, compruebe que los archivos de imagen tienen el formato adecuado (TIFF (o JPEG), EPS (o PDF) o archivos de Microsoft Office) y la resolución

necesaria. Si ha remitido figuras en color utilizables, Elsevier las publicará en color en la edición electrónica de la revista (por ejemplo, ScienceDirect y otras páginas web) sin cargo adicional. Más información sobre la preparación de ilustraciones digitales.

Servicios de ilustración

Elsevier's WebShop ofrece servicios de ilustración para aquellos autores que los requieran. Los expertos ilustradores de Elsevier pueden realizar imágenes científicas y técnicas, así como una amplia variedad de tablas, diagramas y gráficos. La web también ofrece servicios de optimización de las imágenes para que alcancen un nivel estándar profesional. Visite la web para obtener más información.

Pies de figura

En un documento aparte, redacte un pie para cada una de las figuras y compruebe que no falta ninguno. El pie debe contener un título corto (que no debe aparecer en la ilustración) y una descripción de la figura. Intente que la presencia de texto en la figura sea mínima, y no olvide incluir en el pie la definición de todos los símbolos y abreviaturas utilizados en la misma.

Tablas

Remita las tablas como texto editable, y no como imágenes. Puede colocarlas dentro del manuscrito, cerca de la parte del texto donde se mencionan, o también en páginas aparte al final del manuscrito. Numere las tablas de forma consecutiva según su aparición en el texto y coloque las notas correspondientes debajo de cada tabla. Limite la utilización de tablas y compruebe que los datos que presenta en las mismas no duplican resultados ya descritos en el texto. No utilice pautas verticales ni celdas sombreadas.

Referencias bibliográficas

Citación en el texto

Compruebe que cada referencia dada en el texto aparece en la lista de referencias (y viceversa). No se recomienda incluir comunicaciones personales o trabajos no publicados en la lista de referencias (y, en caso de hacerse, deben seguir las convenciones estándar sustituyendo la fecha de publicación con la mención 'Resultados no publicados' o bien 'Comunicación personal'), pero pueden mencionarse en el texto. La mención de una referencia como 'En prensa' implica que el manuscrito ha sido aceptado para su publicación.

Enlaces online a las referencias

Los enlaces online a las referencias favorecen la diseminación de la investigación y el nivel de calidad del sistema de revisión por pares. Para poder crear enlaces a servicios de indexación y consulta como Scopus, CrossRef y PubMed es necesario que los datos proporcionados en la lista de referencias bibliográficas sean correctos. Tenga en cuenta que errores en los nombres de autor, el título de la publicación, el año de publicación y las páginas pueden impedir la creación del enlace al manuscrito citado. Cuando copie una referencia tenga en cuenta que puede contener errores. Recomendamos la utilización del DOI.

Puede utilizar el DOI para citar y enlazar artículos electrónicos que todavía no tienen la información bibliográfica completa (en prensa). El DOI nunca cambia, y por ello puede utilizarse como enlace permanente a un artículo electrónico. Ejemplo de cita mediante DOI: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*,

<http://dx.doi.org/10.1029/2001JB000884i>. Tenga en cuenta que estas citas deben tener el mismo estilo y formato descrito en las normas para el resto de referencias bibliográficas.

Referencias a páginas web

Como mínimo, debe proporcionarse la URL completa y la fecha en que se accedió por última vez a la referencia. Deberá añadirse también cualquier otra información conocida (DOI, nombres de los autores, referencia a una publicación fuente, etc). Las referencias a páginas web pueden presentarse en una lista aparte, a continuación de la lista de referencias bibliográficas, o bien pueden incluirse en la misma. Referencias a un conjunto de datos Le invitamos a referenciar los conjuntos de datos que ha utilizado o son relevantes para su artículo. Para ello, debe incluir la cita en el texto, así como en el listado de Referencias bibliográficas, al final del artículo. Las referencias a conjuntos de datos constan de los elementos siguientes: nombre(s) del (los) autor(es), nombre del conjunto de datos, nombre del repositorio, versión (si procede), año e identificador global permanente. Añada la etiqueta [dataset] justo antes de la referencia, para que podamos identificarla como una referencia a datos. Esta etiqueta no aparecerá en la versión publicada del artículo.

Referencias en un número extraordinario

Compruebe que añade la mención 'este número' a las referencias de la lista (y a su mención en el texto) que citan artículos del mismo número extraordinario.

Software para la gestión de referencias

La mayoría de revistas de Elsevier cuentan con una plantilla bibliográfica disponible en los programas de gestión de bibliografía más habituales. Nos

referimos a cualquier programa compatible con los estilos Citation Style Language, como Mendeley y Zotero, así como EndNote.

Mediante las extensiones para procesadores de texto que ofrecen estos productos, los autores simplemente tienen que seleccionar la plantilla correspondiente a la revista para que el procesador de texto aplique automáticamente el estilo bibliográfico de la revista a las citas y referencias bibliográficas. Si esta revista todavía no dispone de plantilla, le rogamos que consulte la lista de referencias y citas de muestra que se ofrece en esta guía para utilizar el estilo correspondiente a la revista.

Formato de las referencias

Texto: Indique las referencias según el estilo de la American Psychological Association descrito en *Publication Manual of the American Psychological Association*, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, del cual puede solicitar copias online, o en APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA; o también en APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK. Listado: las referencias deben aparecer ordenadas en primer lugar en orden alfabético y, como segundo criterio, en orden cronológico, si fuera necesario. Cuando un autor(es) tenga más de una referencia en el mismo año, se diferenciarán utilizando las letras 'a', 'b', 'c', etc., a continuación del año de publicación.

Ejemplos:

Referencia a un artículo de revista:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59.

Referencia a un libro:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Referencia a un capítulo de libro:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. en B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: EPublishing Inc.

Referencia a una página web:

C a n c e r R e s e a r c h U K . C a n c e r s t a t i s t i c s r e p o r t s f o r t h e U
K . (2 0 0 3) .

<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>

Consultada el 13.03.03. Referencia a una base de datos: [dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Abreviaturas de las revistas

Los nombres de las revistas deben abreviarse de acuerdo con la Lista de abreviaturas de palabras para títulos.

Vídeos

Elsevier acepta vídeos y secuencias animadas que apoyen o realcen la investigación científica. Los autores que deseen enviar vídeos o animaciones con sus manuscritos deben incluir referencias o enlaces a los vídeos dentro el cuerpo del artículo, en la misma forma que lo harían para una figura o tabla, esto es, refiriéndose contenido del vídeo o la animación e indicando en el cuerpo del texto dónde debería aparecer. Todos los archivos que se entreguen deben estar correctamente etiquetados, de forma que pueda identificarse

directamente el contenido del archivo. Para garantizar la visualización directa de los vídeos o animaciones, es necesario proporcionar los archivos en alguno de los formatos recomendados y con un tamaño máximo ideal de 150 MB. Los vídeos y animaciones se publicarán online en la versión electrónica del artículo en los productos web de Elsevier, como ScienceDirect. Le recomendamos que remita también imágenes estáticas, que puede elegir entre cualquier imagen del vídeo o bien crear por separado. Estas imágenes se utilizarán en lugar de los iconos estándar para personalizar el enlace a los videos. Encontrará instrucciones más detalladas en nuestra página Instrucciones para videos. Dado que los vídeos y animaciones no pueden reproducirse en la edición impresa de la revista, le rogamos que proporcione textos para las ambas ediciones, la electrónica y la impresa, que puedan ser incluidos en las partes del artículo donde se hace referencia a este contenido.

Material suplementario

Los autores pueden remitir material suplementario (aplicaciones, imágenes o archivos de audio) para mejorar su artículo. El material suplementario se publicará online tal y como lo ha remitido (los documentos Excel o PowerPoint aparecerán online como tales). Por favor, remita el material junto con el manuscrito y proporcione un breve texto descriptivo para cada uno de los archivos. Si desea hacer cambios en los datos suplementarios en cualquier fase del proceso, deberá

remitir un nuevo archivo actualizado con las correcciones, y no simplemente anotaciones en el archivo original. Asegúrese de desactivar la herramienta de 'Control de cambios' en los archivos de Microsoft Office, pues de lo contrario éstos se visualizarán cuando estén publicados como material suplementario.

ARTÍCULO ACEPTADO

Pruebas

El autor de correspondencia recibirá un correo electrónico con un enlace a las pruebas del artículo en formato PDF o bien con el propio PDF adjunto. Elsevier proporciona pruebas en PDF que permiten realizar anotaciones. Para ello necesita disponer de la versión 9 (o superior) de Adobe Reader, que puede descargar gratuitamente. Con las pruebas recibirá también indicaciones sobre como anotar documentos PDF. En la página web de Adobe, podrá consultar los requerimientos del sistema. Si no desea utilizar la función de anotación del PDF, puede hacer una lista de las correcciones (y de las respuestas al formulario para el autor que encabeza las pruebas) y enviarlas a Elsevier en un correo electrónico. Para cada una de las correcciones debe indicar el número de línea correspondiente. Las pruebas se remiten para que el autor compruebe la corrección de la versión maquetada del artículo en lo referente al formato, edición, contenido y exactitud del texto, las tablas y las figuras remitidas. Si se solicitan cambios importantes en esta fase, será necesaria la aprobación del Editor. Haremos todo lo posible para publicar su artículo con rapidez y exactitud. Asegúrese de que incluye todos los cambios en un solo correo electrónico antes de enviarlo, puesto que no podemos garantizar la inclusión de correcciones subsiguientes. La revisión de pruebas es responsabilidad del autor.

Copias

El autor de correspondencia recibirá un enlace Share Link personalizado que le proporcionará acceso gratuito durante 50 días a la versión publicada del artículo en ScienceDirect. El enlace Share Link puede utilizarse para compartir

el artículo a través de cualquier canal de comunicación, como por ejemplo correo electrónico o redes sociales. Con un coste añadido, pueden solicitarse copias en papel adicionales del artículo utilizando el formulario que se envía cuando el artículo es aceptado para su publicación. Tanto autores de correspondencia como coautores pueden solicitar copias impresas adicionales en cualquier momento a través de Elsevier's WebShop. Los autores de correspondencia que hayan publicado su artículo en Open Access no recibirán un enlace Share Link, dado que la versión publicada de su artículo estará libremente disponible en ScienceDirect y podrá compartirse a través del enlace DOI del artículo.

CONSULTAS

Visite nuestro servicio de Atención al cliente (Elsevier Support Center) si precisa de alguna aclaración. En dicha página encontrará información organizada por temas, Preguntas frecuentes (FAQ) y datos de contacto. También puede realizar un seguimiento del manuscrito aceptado o averiguar la fecha de publicación de un manuscrito aceptado.

5.2 APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS RESPONSÁVEIS

Pesquisadora responsável: PRICILA SLEIFER Telefone: (51) 33085066 E-mail: pricilasleifer@gmail.com

O Curso de Mestrado em Patologia da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) desenvolverá um projeto de avaliação auditiva eletrofisiológica em crianças.

Seu filho(a) está sendo convidado a participar desta pesquisa que visa obter maiores informações da audição e da atividade das áreas cerebrais responsáveis por funções como: atenção, discriminação, integração e memória auditiva avaliadas por meio do potencial evocado auditivo *Mismatch Negativity*.

Título: *Mismatch Negativity* em crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem.

Objetivo: Verificar a influência das habilidades do processamento auditivo central no desenvolvimento da aprendizagem das crianças através de um exame chamado *Mismatch Negativity*.

Descrição dos procedimentos: Primeiramente, será realizado um exame para verificar o limiar de audição e avaliar a função auditiva do seu filho(a). Ele(a) permanecerá sentado dentro de uma cabina acústica e terá que responder a vários estímulos sonoros que serão emitidos por meio de fones de ouvidos (colocados em suas orelhas) e por um vibrador ósseo (colocado junto ao crânio). No momento em que o seu filho(a) ouvir um som, terá que apertar

no botão. Após, o seu filho(a) terá que repetir uma lista de palavras apresentada pelo examinador.

Em seguida, será realizado outro exame, onde serão apresentados alguns sons fracos e uns sons mais fortes para observar como o seu filho(a) se comporta frente a esses sons, e para analisarmos se esses sons estão sendo conduzidos de uma maneira eficiente. Para isso colocaremos uma borrachinha confortável numa orelha, e na outra colocaremos um fone de ouvido. Seu filho(a) irá sentir uma leve pressão e ouvirá alguns apitos.

O último exame tem como finalidade verificar o desenvolvimento das vias auditivas, ou seja, saber como está o caminho do som até o cérebro. Para isso, alguns pontos da pele, como testa, centro do couro cabeludo e atrás das orelhas, serão limpos com gaze e gel de limpeza de pele. Logo após, serão colocados alguns eletrodos nessas regiões que serão limpas, sendo fixados com esparadrapos. Esses eletrodos serão conectados a cabos ligados no computador, onde serão registradas as respostas do exame. Será colocado fones de ouvido nas orelhas de seu filho(a) e alguns sons serão emitidos. Enquanto isso, seu filho(a) deverá permanecer de maneira confortável sentado na poltrona, assistindo a um vídeo no *tablet*.

O tempo das avaliações será de aproximadamente 1 hora. Os exames serão realizados na Clínica de Audiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Ramiro Barcelos, nº 2777, sala 3015 do anexo I, campus saúde da UFRGS, Bairro Santa Cecília, Porto Alegre – RS.

Benefícios: O seu filho(a) receberá uma avaliação auditiva completa gratuitamente.

Riscos e desconfortos: A limpeza de alguns pontos da sua pele com gel de limpeza de pele poderá causar pequena irritação à mesma, e a colocação dos fones de inserção (espécie de protetor auditivo) poderá causar pequeno desconforto a seu filho(a), porém é mínimo. Os eletrodos serão colocados cuidadosamente, mas caso o seu filho(a) sentir desconforto, os eletrodos serão retirados e recolocados. A borrachinha que irá no ouvido também poderá causar pequeno desconforto devido à pressão, porém é mínimo. Se isso acontecer iremos tirar do ouvido do seu filho(a) imediatamente e recolocar. Se o desconforto persistir, as avaliações poderão ser encerradas a qualquer momento.

Possibilidade de desistência: Você terá plena liberdade de autorizar ou recusar a participação do seu filho(a) nesta pesquisa. As avaliações serão encerradas a qualquer momento caso o seu filho(a) não queira continuar os exames, sem custo ou qualquer penalização. Caso o seu filho(a) sentir-se cansado, as avaliações serão interrompidas, podendo ser remarcadas em outro dia. As disponibilidades de seus horários serão respeitadas para as avaliações. Caso solicite explicações sobre a pesquisa ou sobre os exames, a pesquisadora lhe dará informações a qualquer momento.

Informações adicionais: Trata-se de uma pesquisa de mestrado da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). Os dados serão sigilosos, o seu nome e o nome do seu filho(a) não será divulgado. Os resultados das avaliações do seu filho(a) serão analisados conjuntamente com os resultados de outros participantes. Após a apresentação da dissertação de mestrado, serão publicados artigos científicos com as

informações dos exames de todos os sujeitos participantes, sempre mantendo a confidencialidade dos mesmos em todas as fases da pesquisa.

Considero-me igualmente informado: Da garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento a dúvidas acerca dos procedimentos, riscos, benefícios, e outros assuntos relacionados com a pesquisa; Da segurança de que você e seu filho(a) não serão identificados e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionada à minha privacidade e a do meu filho, sendo que as avaliações realizadas serão usadas para obter informações relacionadas à pesquisa e, após, serão arquivadas pela pesquisadora para posteriores trabalhos na área de Fonoaudiologia, sempre preservando o sigilo sobre a identidade dos participantes; Os dados serão armazenados na sala 315 do anexo I, campus saúde da UFRGS (Rua Ramiro Barcelos, nº 2777, Bairro Santa Cecília, Porto Alegre – RS), por um período de 5 anos, após serão incinerados; Do compromisso dos pesquisadores de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que essa possa afetar a vontade do meu filho(a) de continuar participando; De que não terei gastos com a participação nesta pesquisa; De que receberei uma cópia deste documento; De que, caso aceite a participação do meu filho(a), este documento deverá ser assinado, junto com a acadêmica responsável pela pesquisa, e rubricado em todas as páginas.

Mediante os esclarecimentos recebidos pela pesquisadora, eu _____ (nome completo),
portador do documento de identidade número _____, autorizo a participação do meu filho(a) na

pesquisa acima referida. Afirmando que estou ciente de que os dados deste estudo serão divulgados em meio científico, sem a identificação do meu filho(a).

Se tiver qualquer dúvida ou precisar de algum esclarecimento, você poderá entrar em contato com os pesquisadores pelos seguintes telefones: Laura Flach Schwade: (Telefone: 51 996975713); Prof. Dr. Paulo Ricardo Gazzola Zen e Profa. Dr. Pricila Sleifer (Telefone: 51 33085017); ou ainda na secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psicologia da UFRGS (Telefone: 51 33085698).

Assinatura do responsável pelo participante:

Data: ____/____/____

Assinatura do pesquisador responsável:

Data: ____/____/____

5.3 APÊNDICE B: Protocolo de coleta de dados

Protocolo de Coleta de Dados

Nome: _____ Data do exame: ____/____/____

Data de nasc.: ____/____/____ Idade: _____ Sexo: ()Feminino ()Masculino

Nome do responsável: _____

Frequenta a escola: ()Sim ()Não – Ano: _____

Qual o tipo da sua escola? ()Pública ()Privada

Lê/escreve e realiza cálculos? _____

Apresenta queixa de dificuldade de aprendizagem (na leitura, escrita e matemática)?

Já teve reprovação na escola? Se sim, quantas vezes? _____

Apresenta alguma doença? Quais? _____

Apresenta histórico de alteração da função auditiva/patologia otológicas? _____

1. AUDIOMETRIA TONAL LIMINAR E LOGOaudiometria:

	250 Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	3000Hz	4000Hz	6000Hz	8000Hz	LRF	IPRF
OD										
OE										

2. MEDIDAS DE IMITÂNCIA ACÚSTICA (CURVAS TIMPANOMÉTRICAS):

CURVAS TIMPANOMÉTRICAS		
	OD	OE
Pressão da OM (daPa)		
Complacência (ml)		
Classificação da Curva (Jerger,1970)		

2.1. MEDIDAS DE IMITÂNCIA ACÚSTICA (REFLEXOS ACÚSTICOS):

REFLEXOS ACÚSTICOS								
OD					OE			
Freq.	Limiar	Contra	Dif.	Ipsi	Limiar	Contra	Dif.	Ipsi
500Hz								
1000Hz								
2000Hz								
4000Hz								

3. MISMATCH NEGATIVITY (MMN)

	ORELHA DIREITA	ORELHA ESQUERDA
Amplitude (μV)		
Latência (ms)		

Observações: _____