

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LINGUÍSTICA**

Francisco Tiago Meireles da Silva

**Registros eletroencefalográficos do processamento linguístico em
crianças com Transtorno do Desenvolvimento de Linguagem: uma
revisão sistemática**

João Pessoa

2021

Francisco Tiago Meireles da Silva

Registros eletroencefalográficos do processamento linguístico em crianças com Transtorno do Desenvolvimento de Linguagem: uma revisão sistemática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal da Paraíba, como pré-requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Linguística. Área de concentração: Teoria e Análise Linguística e linha de pesquisa: Aquisição da Linguagem e Processamento Linguístico.

Orientador: Prof. Dr. Giorvan Ânderson Alves

Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Lopez Estivalet

João Pessoa

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586r Silva, Francisco Tiago Meireles da.

Registros eletroencefalográficos do processamento
linguístico em crianças com Transtorno do
Desenvolvimento de Linguagem: uma revisão sistemática /
Francisco Tiago Meireles da Silva. - João Pessoa, 2021.
91 f. : il.

Orientação: Giorvan Anderson dos Santos Alves.
Coorientação: Gustavo Lopez Estivalet Estivalet.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHLA.

1. Transtorno do Desenvolvimento de Língua. 2.
Eletroencefalografia. 3. Processamento linguístico. I.
Alves, Giorvan Anderson dos Santos Alves. II.
Estivalet, Gustavo Lopez Estivalet. III. Título.

UFPB/BC

CDU 81'1(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LINGUÍSTICA



**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
FRANCISCO TIAGO MEIRELES DA SILVA**

Aos cinco dias do mês de julho de dois mil e vinte e um (05/07/2021), às nove horas, realizou-se, via Plataforma Zoom, a sessão pública de defesa de Dissertação intitulada **"Registros Eletroencefalográficos do Processamento Linguístico em Crianças com Transtorno do Desenvolvimento de Linguagem: uma revisão sistemática"**, apresentada pelo mestrando **FRANCISCO TIAGO MEIRELES DA SILVA**, Bacharel em Fonoaudiologia pelo **Universidade Federal da Paraíba - UFPB**, que concluiu os créditos para obtenção do título de MESTRE EM LINGUÍSTICA, área de concentração **Teoria e Análise Linguística**, segundo encaminhamento do Prof. Dr. José Ferrari Neto, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Linguística da UFPB e segundo registros constantes nos arquivos da Secretaria da Coordenação do Programa. O Prof. Dr. Giorvan Ânderson dos Santos Alves (PROLING - UFPB), na qualidade de orientador, presidiu a Banca Examinadora da qual fizeram parte os Professores Doutores Gustavo Lopez Estivalet (Coorientador/PROLING-UFPB), Isabelle Cahino Delgado (Examinadora/PROLING-UFPB), Juliana Novo Gomes (Examinadora). Dando início aos trabalhos, o senhor Presidente convidou os membros da Banca Examinadora para compor a mesa. Em seguida, foi concedida a palavra ao Mestrando para apresentar uma síntese de sua Dissertação, após foi arguido pelos membros da banca Examinadora. Encerrando os trabalhos de arguição os examinadores deram o parecer final sobre a Dissertação, ao qual foi atribuído o conceito **APROVADO**. Proclamados os resultados pelo professor Dr. Giorvan Ânderson dos Santos Alves, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar a presente ata foi lavrada e assinada por todos os membros da Banca Examinadora.

João Pessoa, 05 de julho de 2021.

Observações

O projeto tem caráter inédito no Brasil, é a primeira Revisão Sistemática cadastrada na plataforma PROPERO na temática de eletroencefalografia e Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem, além de trazer contribuições importantes nas áreas da Neuropsicolinguística, da aquisição da linguagem, e do processamento linguístico.

Prof(a). Dr(a). Giorvan Ânderson dos Santos Alves
(Presidente da Banca Examinadora)

Prof(a). Dr(a). Gustavo Lopez Estivalet
(Coorientador)

Prof(a). Dr(a). Isabelle Cahino Delgado
(Examinadora)

Prof(a). Dr(a). Juliana Novo Gomes
(Examinadora)

“Palavras são, na minha nada humilde opinião, nossa inesgotável fonte de magia.”

(Alvo Dumbledore)

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por me permitir estar com saúde e com vida nesse momento sombrio em que a humanidade vivência.

Aos meus pais, Iranilde e João Luiz, por todo o amor incondicional, pelo apoio, pela confiança que sempre depositaram em mim e por toda a dedicação, esforço e luta para que eu pudesse trilhar o caminho que quis seguir.

Ao prof. Giorvan Ânderson, pelas orientações, acolhida e incentivo para eu seguir no caminho científico. Sou eternamente grato pela confiança depositada e pelo apoio imensurável que recebi durante a graduação e mestrado. Agradeço ainda pela paciência e pelas palavras de incentivo quando cheguei a duvidar do meu potencial.

Ao prof. Gustavo Estivalet, meu coorientador, pelas orientações que me fizeram ir além do que eu achava que poderia ir. Grato por todas as contribuições para que esse trabalho fosse finalizado.

À minha amiga Julyane Coêlho pela parceira e ajuda durante todo o mestrado.

Às professoras Isabelle e Juliana pelas ricas contribuições dadas durante a banca de qualificação do projeto.

Aos meus amigos Hanna, Sarah, Nancy, Jonatas, Emykaelly, Larissa, Jobson, Jocielle e Cézar, pelo apoio incondicional, escuta e por acreditarem em mim quando nem eu acreditava.

Resumo

Introdução: As funções neurobiológicas do transtorno de linguagem na infância não são bem compreendidas. Crianças com Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem (TDL) são distinguíveis de crianças com desenvolvimento típico, principalmente no ritmo e curso de seu desenvolvimento de linguagem. Portanto, o desenvolvimento de redes funcionais de linguagem exploradas por meio do uso de eletroencefalografia (EEG) fornecem informações importantes sobre a atividade cerebral e constitui uma técnica crucial para a investigação da maturação de redes cerebrais funcionais de linguagem. O objetivo principal deste estudo é fornecer um estado de conhecimento sobre a investigação das redes cerebrais relacionadas à linguagem em crianças com TDL por meio do uso de EEG. **Método:** Revisão sistemática realizada por meio de busca nas seguintes bases de dados: PubMed, EMBASE, LILACS, COCHRANE, Web of Science, Scopus e Google Scholar incluindo apenas estudos experimentais com técnicas eletroencefalográficas de processamento de linguagem. Sem restrições quanto ao idioma ou período de publicação. A busca identificou 368 artigos, e 12 artigos atenderam aos critérios e foram avaliados quanto ao nível e qualidade das evidências. **Resultados:** Considerando o potencial relacionado ao evento, latência da onda de pico, amplitude, janelas de tempo observadas nos experimentos das técnicas de EEG durante o processamento da linguagem foi possível analisar os Potenciais Relacionados a Eventos. De modo geral, os artigos analisados são consistentes com um compromisso científico robusto para compreender o funcionamento cerebral a nível eletrofisiológico, não de forma uniforme, durante o processamento linguístico em crianças com TDL. Em decorrência das divergências e algumas lacunas metodológicas visualizadas nos estudos sobre o uso do EEG durante o processamento linguístico em crianças com TDL, deixando os estudos heterogêneos, não foi possível generalizar os achados dos estudos.

Palavras-chave: Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem; Eletroencefalografia, Potenciais Relacionados a eventos; Processamento Linguístico.

Abstract

Introduction: The neurobiological functions of childhood language disorder are not well understood. Children with specific language impairment (SLI) are distinguishable from typically developing children primarily in the pace and course of their language development. Therefore, The development of functional language networks explored through the use of electroencephalography (EEG) provide important information on brain activity and constitute a crucial technique for the investigation of the maturation of functional language brain networks. The main objective of this study is to provide a state of knowledge on the investigation of language-related cerebral networks in children with and without Specific Language Disorder with the use of EEG. **Method:** This systematic review was conducted with a search performed on the following databases: PubMed, EMBASE, LILACS, COCHRANE, Web of Science, Scopus and Google Scholar only including experimental studies with electroencephalographic techniques on language processing. No restrictions concerning language or publication period. The search identified 367 papers, and 12 articles met the criteria and were appraised for level and quality of evidence. **results:** Considering the Event-related potential, peak wave latency, amplitude, time windows observed in the EEG techniques experiments during the Language processing it will be possible to analyze the event-related potential (ERP). Overall, the articles analyzed are consistent with a robust scientific commitment to understanding brain functioning at the electrophysiological level, not uniformly, during linguistic processing in children with TDL. Due to divergences and some methodological gaps seen in studies on the use of the EEG during linguistic processing in children with SLI, leaving the studies heterogeneous, it was not possible to generalize the findings of the studies

Keywords: Language Development Disorder; Electroencephalography; event-related potential (ERP); Linguistic Processing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de Levelt para a arquitetura do sistema de produção da linguagem e monitoração da fala	21
Figura 2 - modelo de Indefrey e Levelt (2004) de produção da linguagem	23
Figura 3 - Modelo neurocognitivo para o processamento auditivo de frases (Friederici, 2002)	33
Figura 4 - Sinais N400, ELANE e P600	34
Figura 5 -	
Quadro 1. Estruturação da pergunta da pesquisa, conforme o modelo PICO.....	38
Tabela 1 - Estudos identificados segundo as bases de dados. Meireles da Silva, 2021	44
Figura 5 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos da revisão	45
Tabela 2 - Características dos estudos incluídos na revisão sistemática. Meireles da Silva, 2021	46
Tabela 3 - Características dos estudos incluídos na revisão sistemática. Meireles da Silva, 2021.....	50
Tabela 4 - Avaliação metodológica dos estudos incluídos utilizando o checklist da avaliação crítica do JBI para estudos observacionais coorte, Meireles da Silva, 2021	56
Tabela 5: Avaliação metodológica dos estudos incluídos utilizando o checklist da avaliação crítica do jbi para estudos observacionais transversais.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DT	Desenvolvimento típico
DEL	Distúrbio Específico de Linguagem
ELAN	<i>Early Left Anterior Negativity</i>
EEG	Eletroencefalografia
ERPs	Event-Related Potentials / potenciais relacionados a eventos
JBÍ	Instituto Joanna Briggs
LAN	<i>Left Anterior Negativity</i>)
PMN	Phonological Mapping Negativity
RM	Ressonância magnética
PET	Tomografia por emissão de pósitrons
TDL	Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

APÊNDICE A – ESTRATÉGIA COMPLETA DE BUSCA E QUANTITATIVO DE REGISTROS ENCONTRADOS NA ETAPA DE IDENTIFICAÇÃO INICIAL	73
APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE EXTRAÇÃO DOS DADOS	76
ANEXO A - CHECKLISTS PREFERRED REPORTING ITEMS FOR SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES (PRISMA 2020 CHECKLIST) (PAGE ET.AL, 2020)	80
ANEXO B - REGISTRO DA REVISÃO SISTEMÁTICA NA PLATAFORMA INTERNATIONAL PROSPECTIVE REGISTER OF SYSTEMATIC REVIEWS (PROSPERO)	82

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	Objetivos.....	16
1.2.	Justificativa e Hipótese	16
2.	REFERÊNCIAL TEÓRICO	18
2.1.	Processamento Linguístico	18
2.2.	TRANSTORNO DO DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM	24
2.3.	ELETOENCEFALOGRAFIA E LINGUAGEM.....	27
2.3.1.1.	N100 / P200	34
2.3.1.2.	N400	34
2.3.1.3.	600.....	35
2.3.1.4.	PMN (phonological mapping negativity)	36
2.3.1.5.	LAN (<i>Left Anterior Negativity</i>) e ELAN (<i>Early Left Anterior Negativity</i>) 36	
3.	METODOLOGIA	37
3.1.	Delineamento do estudo e protocolo de registro	37
3.2.	Período da coleta	37
3.3.	Formulação da pergunta da pesquisa.....	37
3.4.	Critérios de elegibilidade	38
3.5.	Fontes de informação.....	38
3.6.	Estratégia de busca eletrônica	39
3.7.	Seleção dos estudos	40
3.8.	Extração de dados	41
3.9.	Avaliação do risco do viés em cada estudo	42
3.10.	Análise sumária e interpretação dos dados	42
4.	RESULTADOS	44
4.1.	Seleção dos estudos	44
4.2.	Características gerais dos estudos.....	45
4.3.	Registros eletroencefalográficos durante o processamento linguístico em crianças com e sem TDL.	49
4.4.	N400	51
4.5.	P600	52
4.6.	N100/P200	54
4.7.	PMN (Phonological Mapping Negativity)	54

4.8.	ELAN (Early Left Anterior Negativity) / LAN (Left Anterior Negativity)	55
5.	Qualidade Metodológica.....	55
6.	DISCUSSÃO.....	57
6.1.	Limitações da presente revisão.....	62
6.2.	Implicações clínicas e para pesquisa	62
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS.....	65

1. INTRODUÇÃO

O cérebro conduz todos os processos inerentes à atividade mental, desde processos inconscientes até processos cognitivos, como o pensamento, a linguagem, a atenção e a memória. Durante muito tempo e até nos dias atuais, questionamentos sobre como esses processos ocorrem no nosso cérebro são abordados por filósofos, artista, líderes religiosos, professores, pesquisadores e cientistas (MANES, 2015).

A Psicolinguística é o ramo da Linguística dedicado ao estudo dos processos de aquisição, produção, compreensão e maturação do processamento da linguagem, seja em contexto típico ou atípico. A linguagem como função biológica e cerebral é considerada como uma capacidade que possibilita o pensamento individual e a comunicação entre indivíduos e, dessa forma, se torna relevante para a constituição dos sujeitos. Ao se estudar a natureza humana, a linguagem, vista como um sistema complexo e dinâmico, promove debates enriquecedores ao tratar de temas como a aquisição da linguagem e o processamento linguístico (ROSSI, 2016; FIORIN, 2012).

A comunicação humana, na forma de linguagem e atos de fala, depende diretamente dos processos que ocorrem no cérebro durante diversas informações constituídas a partir de regras de uma língua (i.e., nível fonológico, morfológico, sintático, semântico, e pragmático) e que envolve majoritariamente duas áreas cerebrais específicas: a área de Broca, associada à produção de linguagem, e a área de Wernicke, ligada à compreensão da linguagem. Contudo, ainda não há clareza de como ocorre a integração desses níveis durante os processos de compreensão e produção da linguagem (PEDROSO; ROTTA, 2016; LINDAU et al., 2017).

Alterações que comprometem o desenvolvimento da linguagem são mais comuns do que se imagina. Aproximadamente 7% da população exibe déficits de linguagem que não podem ser atribuídos à perda auditiva, déficit cognitivo ou dano neurológico. Em geral, o déficit apresentado por esses indivíduos costuma ser denominado “Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem” (TDL), comumente conhecida como “Distúrbio Específico de Linguagem” (DEL). Há uma heterogeneidade considerável nos sintomas do TDL, embora em cada idioma estudado, haja perfis linguísticos comuns (FORTUNATO-TAVARES et al., 2009).

O TDL é caracterizado como um distúrbio neurodesenvolvimental que provoca dificuldades específicas de produzir e compreender a linguagem, sendo ocasionado por diversos fatores, tais como, características sociais, ambiental e genética. O TDL é comumente diagnosticado ainda no período pré-escolar, mas muitos indivíduos que continuam manifestando essa patologia quando jovens, apresentam persistência das habilidades linguísticas fracas quando adultos. É importante levar em consideração que o TDL possui uma heterogeneidade significativa em relação às alterações linguísticas manifestadas, embora já se tenham evidências de padrões linguísticos comuns em diferentes idiomas (LEONARD, 2014).

Segundo PUGLISI e BEFI-LOPES (2016), crianças com TDL desenvolvem alterações nos diferentes níveis linguísticos (i.e, fonológico, morfológico, sintático, semântico e pragmático), mas com uma tendência maior em alterações no nível morfológico. Por exemplo, é comum que as crianças com TDL utilizem formas não conjugadas dos verbos (e.g., “*Eu quer sobremesa*”) e apresentem uma quantidade de palavras e morfemas reduzida em suas frases (e.g., “*Quer sobremesa*”). É possível verificar ainda a dificuldade na atribuição de papéis temáticos, levando-se em conta a complexidade sintática. Os diferentes tipos e graus de dificuldade da linguagem levam em consideração a idade e o percurso desenvolvimental da criança.

A intervenção em linguagem para o tratamento dessa patologia pode ser bem-sucedida, porém, dependendo da gravidade e da idade do diagnóstico, o progresso pode variar em tempo e desenvolvimento das habilidades de linguagem adequadas à idade, nem sempre alcançando resultados satisfatórios (LEONARD, 2014).

Com o avanço das tecnologias, tem-se atualizado e/ou utilizado novas ferramentas e técnicas na área da saúde. Recursos como eletromiografia, ultrassonografia, espectrografia, laserterapia são ferramentas comuns na atuação de profissionais da saúde, como o fonoaudiólogo, seja como apoio durante avaliações para potencializar as intervenções a fim de diminuir o tempo de terapia, assim como para trabalharem-se questões adjacentes ao que está sendo proposto de forma a facilitar o objetivo almejado.

A eletroencefalografia, isto é, a gravação de ondas do cérebro, foi inventada em 1924 pelo neurologista alemão Hans Berger (1873-1941) e por muito tempo teve seu uso restrito apenas à medicina e laboratórios de pesquisas. Desde a década de

80, entretanto, ela vem sendo amplamente utilizada também nas ciências cognitivas em geral (HEIDRICH, 2016). A eletroencefalografia tem um papel de destaque em diversos aspectos da pesquisa em saúde e educação atualmente. Além de ela ser usada clinicamente no monitoramento da atividade cerebral para verificação dos padrões eletrofisiológicos, ela contribui para áreas específicas, como por exemplo, epilepsia, distúrbios do sono, problemas de memória, déficits de aprendizagem e déficits de linguagem. Ainda, a EEG permite a compreensão e o aprofundamento da atividade elétrica cerebral em indivíduos sem nenhuma patologia, esclarecendo questões gerais do funcionamento cerebral, tal como o processamento linguístico.

Por meio do uso dos registros eletrofisiológicos é possível evidenciar os déficits neurais específicos que podem afetar a linguagem, seja no nível expressivo ou receptivo. Por exemplo, a partir da resposta cerebral a um determinado estímulo auditivo, podem ser verificadas as medidas eletrofisiológicas de tempo, amplitude e localização, permitindo a observação da sequência dos eventos neurais envolvidos no processamento desse estímulo (BARMAN et al., 2020).

Conforme Malins et al. (2013), a EEG é uma técnica adequada e eficiente no estudo da natureza do déficit subjacente ao TDL, permitindo a avaliação dos processos cognitivos específicos da linguagem. Sendo assim, ao se empregar uma tarefa linguística com estímulos auditivos ou visuais, potenciais relacionados a eventos (i.e., *Event-Related Potentials*, ERPs) são evocados e modulados de forma distinta, determinando componentes específicos do processamento linguístico. Assim, é possível analisarem-se fenômenos da linguagem, como por exemplo, o processamento sensorial, o processamento pré-lexical, o reconhecimento de palavras e o processamento sintático. Nesse sentido, por meio da natureza dos resultados obtidos, é possível se compreender como um determinado grupo de sujeitos, por exemplo crianças com TDL, processa uma informação linguística em comparação a um grupo controle (crianças sem distúrbios da linguagem).

Dada a natureza complexa e multifatorial do TDL, é necessário ainda uma longa caminhada na tentativa de uma melhor compreensão desse tipo de déficit, levando a métodos mais precisos de identificação e mais eficazes de tratamento. Nesse sentido, os registros de EEG são frequentes na avaliação do comprometimento do TDL em crianças, possibilitando um refinamento do mapa anatômico-funcional da linguagem

em indivíduos com TDL, assim como uma melhor compreensão da conectividade funcional de áreas relacionadas ao processamento linguístico (ROSSI, 2016).

Visto a necessidade de aprofundamento acerca dos fenômenos delineados acima, faz-se necessário a realização de uma revisão sistemática da literatura pertinente, de forma a verificar o desenvolvimento de trabalhos científicos para uma melhor compreensão do processamento linguístico por meio da EEG em crianças com TDL.

Sendo assim, esta dissertação de mestrado visa justamente preencher esta lacuna através da realização de uma revisão sistemática dos estudos em TDL e EEG, pois verifica-se a importância desse tipo de estudo para i. evitar-se a duplicidade de pesquisas sobre o mesmo tema, ii. Conhecer e verificar os recursos utilizados e iii. Possíveis falhas metodológicas nos estudos realizados, para dessa forma, propor e desenvolver estudos que cubram brechas na literatura (MBAEK et al., 2018 *apud* GALVÃO; RICARTEI, 2019;).

Visto a complexidade e a importância do tema estudado, essa dissertação de mestrado utiliza-se de uma revisão de literatura sistemática, que por sua vez, vai além de uma revisão de literatura simples, pois é uma modalidade de pesquisa que visa entender e dar logicidade ao corpus documental investigado por meio da utilização de protocolos específicos que buscam analisar o que funciona e o que não funciona em um dado contexto investigado. A revisão sistemática possui um alto nível de evidência científica e caracteriza-se por seu caráter de reprodutibilidade de pesquisa por meio da apresentação de forma explícita de todo o processo de revisão, tais como, as bases de dados bibliográficas consultadas, os descritores e as estratégias de busca utilizadas, processo de seleção dos artigos científicos, critérios de inclusão e exclusão, evidencia o processo de análise e as limitações de cada artigo e da própria revisão (GALVÃO; RICARTEI, 2019).

Para esta revisão sistemática serão considerados os padrões de conectividade funcionais no cérebro, os potenciais relacionados ao evento, picos de latência e amplitude, janelas de tempo observadas nos experimentos com a técnica de EEG durante a produção e compreensão da fala. Serão analisadas ainda as diferenças entre os registros eletroencefalográficos de crianças com e sem transtornos do desenvolvimento de linguagem.

1.1. Objetivos

O objetivo principal desta dissertação de mestrado é realizar uma revisão sistemática dos trabalhos científicos acerca do processamento da linguagem em crianças com Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem por meio da Eletroencefalografia.

Como objetivos específicos, esse trabalho pretende i. avaliar os objetivos, metodologias e resultados dos estudos considerados na revisão sistemática; ii. Apresentar aspectos metodológicos específicos da Eletroencefalografia na investigação do Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem; iii. Caracterizar o Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem em relação ao processamento linguístico em função da resolução temporal dos potenciais relacionados a eventos no nível de compreensão e de produção.

1.2. Justificativa e Hipótese

A presente revisão sistemática surgiu a partir da relação frequentemente estabelecida na literatura entre o processamento da linguagem em indivíduos com TDL em relação ao sistema nervoso central. Dessa forma, a EEG se torna uma ferramenta bastante útil, partindo do pressuposto que pode-se analisar o funcionamento do cérebro durante a realização de uma tarefa específica, neste caso, linguística, e possibilitando, dessa forma, investigar essa relação e os processos envolvidos. Com o uso da EEG é possível analisar os ERPs específicos, possibilitando o refinamento do mapa anatômico-funcional da linguagem e uma melhor compreensão da conectividade funcional das áreas envolvidas no processamento de linguagem em indivíduos com TDL.

Portanto, este trabalho justifica-se pela necessidade de aprofundamento no estudo do TDL por meio do EEG, visto a necessidade de uma melhor compreensão de como se dá o processamento linguístico em crianças com TDL e do desenvolvimento de métodos mais eficazes de avaliação, de intervenção e, possivelmente, de prevenção. Ainda, este trabalho pretende contribuir para uma melhor delimitação da patologia em relação a outras patologias da linguagem e propiciar um aprofundamento teórico acerca da patologia, que vai de encontro a teorias de desenvolvimento da linguagem e estruturas da língua no que tange a aquisição da linguagem, na qual crianças com TDL desenvolvem a linguagem de

forma mais lenta e com mais esforço do que crianças com o desenvolvimento típico (LEONARD, 2014).

Sendo assim, a hipótese dessa revisão sistemática é que por meio dos estudos que associaram o uso do EEG com o processamento linguístico em crianças com TDL e crianças com desenvolvimento típico, é possível verificarem-se variações no nível de amplitude e latência em componentes específicos, tais como N100, P200, N400 e P600, levando-se em consideração a peculiaridade apresentada pela patologia estudada.

1.3. Organização do trabalho

Para a concretização dos objetivos propostos nesta revisão sistemática, a presente dissertação apresenta-se dividida em 5 capítulos, além do presente capítulo introdutório. No capítulo 2, tem-se o referencial teórico do estudo por meio do aprofundamento nos seguintes temas: Processamento Linguístico, Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem (TDL) e Eletroencefalografia (EEG). O capítulo 3 trata sobre a metodologia empregada para a realização da revisão sistemática. No capítulo 4, serão abordados os resultados após revisão bibliográfica e aplicação da análise descritiva a partir dos artigos elegíveis após as buscas nas bases de dados. No capítulo 5 será realizada a discussão dos achados encontrados nesta revisão sistemática, assim como as considerações finais.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Processamento Linguístico

A psicolinguística é uma ciência interdisciplinar que surge a partir da interação entre a linguística e a psicologia. A primeira voltada para a natureza da estrutura linguística e a segunda com foco no aprendizado do uso da linguagem. Dessa forma, a psicolinguística tem o intuito de compreender a relação existente entre os processos mentais e linguísticos. Essa ciência se estabeleceu no final do século XX a partir das ideias de Humboldt e retomadas por Wundt (LEITÃO, 2008; CAVALCANTE; FONTE, 2016).

Por meio de uma metodologia experimental, que utiliza medidas do tipo *on-line* (análise durante o processamento do estímulo) e *off-line* (análise após a interpretação do estímulo), a Psicolinguística se propõe a estudar as representações e os processos mentais envolvidos no processo de produção e compreensão da linguagem e, ainda, a aquisição da linguagem e seus processos, com o objetivo de entender a configuração desses processos, e delinear os modelos descritivos para esses processos (PISSANI, 2013).

Esse ramo da linguística busca ainda desenvolver modelos metodológicos que definam as representações e as operações mentais envolvidas na produção e na compreensão da linguagem, ocupando-se, de temas voltados ao acesso lexical, processamento sintático e semântico, (de)codificação fonológica, monitoramento da fala, entre outros. (RODRIGUES, 2014).

A linguagem é mais do que apenas sons, ela pode ser conceituada como uma função cerebral que se apropria de elementos orais e visuais para, dessa forma, consolidar a comunicação entre seres humanos. A linguagem é captada através dos sistemas visual, auditivo e tátil e é exteriorizada por meio do sistema motor. Grande parte do que se sabe em relação ao funcionamento da linguagem no nível cerebral é baseado em estudos de déficits da linguagem ocasionados por lesões no cérebro. A partir disso, podemos evidenciar a variedade de aspectos linguísticos prejudicados a partir do processamento linguísticos deficitário gerados em estágios múltiplos distintos (HÜBNER; SILVA; SCHNEIDER, 2018; BEAR, 2017).

É notória a diversidade de estudos que buscam compreender a aquisição da linguagem e o processamento linguístico a nível cerebral. Áreas como a Neurociência da Linguagem, a Fonoaudiologia e a Psicolinguística estão entre as principais e ganharam força com a evolução tecnológica que permite, que essas áreas se aprofundem em investigar a complexidade e a sofisticação da linguagem e do funcionamento cerebral (HÜBNER; SILVA; SCHNEIDER, 2018).

Broca, em 1860, já se interessava pelo estudo da relação existente entre cérebro e a linguagem. Até pouco tempo, ao se estudar essa relação, concebia-se apenas as áreas de Broca e de Wernicke, interligadas pelo fascículo arqueado, como responsáveis pela linguagem, cada uma relacionada a funções específicas e distintas da linguagem. A área de Broca, localizada no giro frontal inferior, à frente do córtex motor (área de Brodmann 44), sendo responsável pelo ato motor da fala e expressão da linguagem. Já a área de Wernicke, localizada no terço posterior do giro temporal superior (área de Brodmann 22), sendo relacionada com a recepção linguística (ORTIZ, 2010).

Durante o processamento linguístico existe a interação dos dois hemisférios cerebrais, com uma predominância do hemisfério esquerdo, mais especificamente na região cortical, a mais desenvolvida e evoluída em humanos. Entretanto, por meio da utilização de dados comportamentais e de técnicas que conseguem mensurar a atividade elétrica cerebral, tais como EEG, em indivíduos com e sem lesão cerebral, vem-se mostrando uma cooperação diferenciada entre os hemisférios do cérebro durante o processamento linguístico. Em relação ao processamento da linguagem, levando-se em conta a conectividade cerebral funcional, distinções foram feitas em relação ao processamento linguístico e banda de frequência usando análises de potência espectral. É posto que existem diferentes estágios de processamento auditivo e de fala, compreensão de linguagem e que as mesmas não dependem das mesmas bandas de frequência (GAUDET, 2020).

Além das áreas de Wernicke e Broca, outras áreas cerebrais também desempenham papel importante, seja de forma direta no processamento dos elementos da linguagem ou indireta, através de outras funções cognitivas, como a memória e a atenção, que por sua vez, influenciam no processamento linguístico. Atualmente, considera-se que a linguagem oral e escrita seja processada, em linhas gerais, da seguinte maneira: a área de Wernicke inclui a área de Brodmann 22 e

adjacências (áreas 39, 40 e 41). A área de Broca compreende a área de Brodmann 44 e adjacências (áreas 45 e 47) (ORTIZ, 2010).

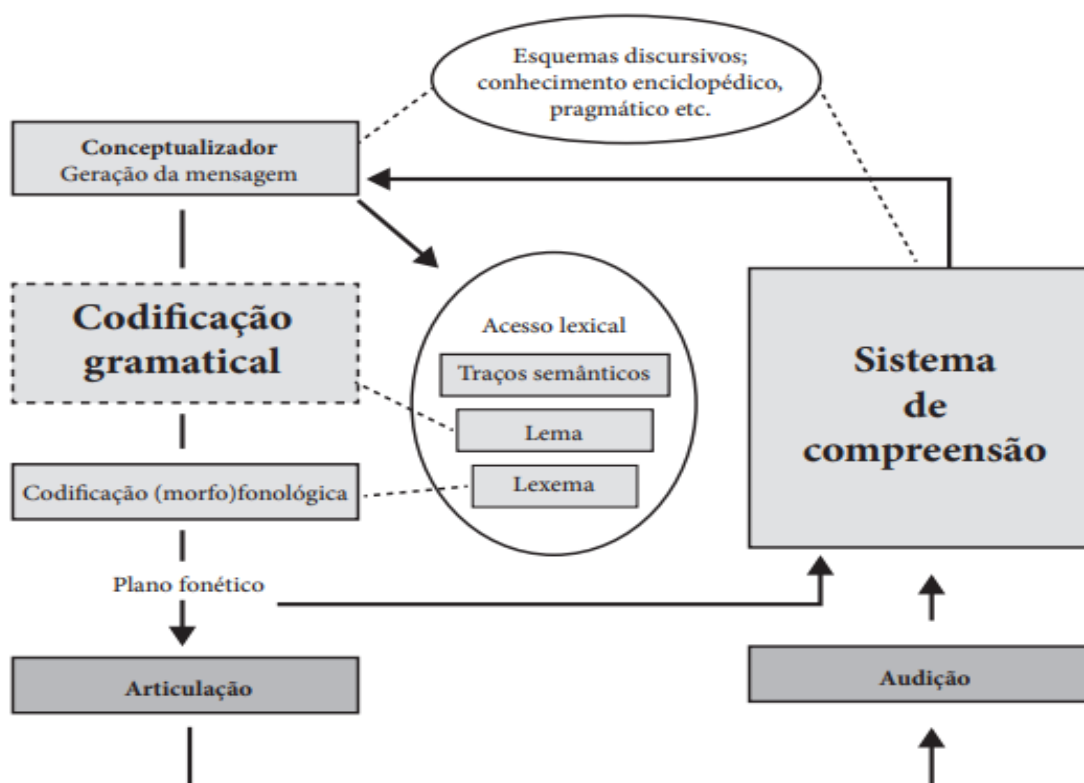
Hargoot (2013) expõe que o modelo Wernicke-Lichtheim-Geschwind (WLG) por muito tempo foi referência ao se abordar a neurobiologia da faculdade da linguagem humana, na qual estava situada no córtex cerebral esquerdo, com uma estrita divisão de trabalho entre as regiões frontal e temporal. A teoria postulava, dessa forma, que determinadas áreas do cérebro envolvidas na linguagem dedicavam-se a uma atividade específica e completa, como a fala, a compreensão ou a leitura, e que grandes, circunscritas, e homogêneas áreas do córtex cerebral esquerdo dedicavam-se unicamente à linguagem (PINHEIRO, 2012). Por exemplo, para esse modelo, os sons não são compreendidos como palavras significativas, sendo necessário o processamento da mesma na área de Wernicke para a concretização da compreensão (BEAR et al., 2017).

O modelo WLG proporcionou achados importantes acerca do funcionamento da linguagem, como por exemplo, que: i) uma lesão na área de Wernicke afetaria a compreensão da informação linguística advinda do córtex auditivo; ii) uma lesão na área de Broca não comprometeria a compreensão; iii) uma lesão no fascículo arqueado, ocasionado a quebra de informação entre a área de Wernicke e Broca, causaria um comprometimento da atividade de repetição, bem como um funcionamento anormal da fala, por ruptura no feedback entre a compreensão e a expressão (PIMENTEL, 2020).

Nos últimos anos, o desenvolvimento de modelos de produção linguística tem contribuído para explicar o modo como o sujeito procura conceitos lexicais, constrói estruturas sintáticas e traduz estas estruturas em formas linguísticas. Os fenômenos linguísticos são analisados a partir da sua execução pelos falantes/ouvintes, seja a nível oral ou escrito, levando-se em consideração o aparato perceptual/articulatório e de seus sistemas de memória. Em ambos os processos o que está se ativando são as habilidades cognitivas relacionadas ao processamento linguístico e observa-se que o mesmo possui diversos níveis, tais como o nível fonético, semântico, sintático e lexical, que precisam ser levados em consideração na hora de se estudar o seu processamento (LEITÃO, 2008).

Levelt (1999) destaca que a produção linguística é um processo complexo que possui diversos estágios que apresentam suas próprias unidades de representação, até o ato motor da fala propriamente dito. Dentre os estágios, temos a preparação conceptual, seleção lexical, codificação morfofonológica e codificação fonética. Discussões acerca desses estágios permeiam até hoje, pois ainda não existe um consenso se os estágios se superpõem em determinado momento ou se existe uma sequência definida durante o processo linguístico (PISSANI, 2013).

Figura 1. Modelo de Levelt para a arquitetura do sistema de produção da linguagem e monitoração da fala.



Fonte: Rodrigues (2014)

Dessa forma, fica evidente que a formulação de uma informação linguística é dada por meio de uma abordagem serial do processamento, iniciando com a formulação de uma informação que se deseja expressar, seguida da codificação gramatical e posterior envio à codificação (morfo)fonológica, para finalmente se chegar na articulação motora da fala. É preciso salientar ainda a concepção ouvinte-falante da própria fala de um indivíduo, é proposto ainda um sistema de monitoramento, advindo do sistema de compreensão, que fica responsável pelo processo de avaliação do que foi produzido (RODRIGUES, 2014).

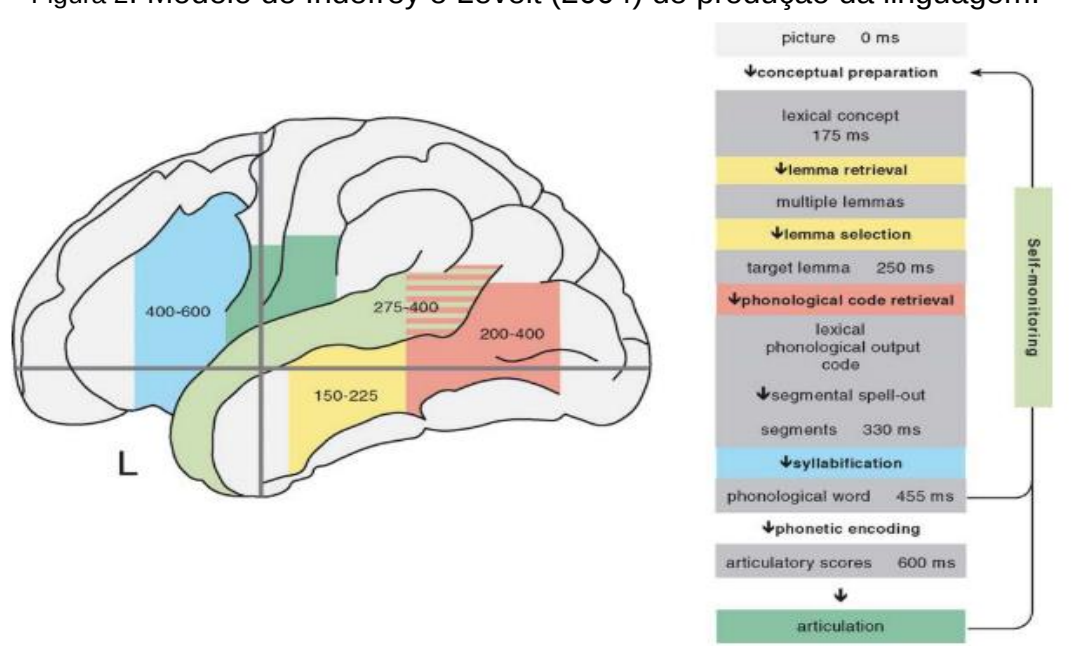
Tendo como base o modelo de Indefrey e Levelt (2004) de produção da linguagem, que coloca a produção linguística como um processo composto por estágios iniciado pela seleção de um conceito lexical a ser exteriorizado durante a fala. Ficam evidentes os detalhamentos temporais e a complexidade existente entre a percepção e a produção oral por estímulos semânticos ou fonológicos, que ingressam no campo temporal e não são isolados de forma fácil em relação ao tempo de produção lexical.

Como visto acima, Levelt propôs um modelo no qual a produção da linguagem ocorre a partir do momento que o sujeito decide o que dizer (preparação conceptual), ocorrendo em seguida a codificação gramatical, morfossintática e fonética para enfim ocorrer a articulação. Já em relação a percepção da linguagem, ocorre inicialmente a compreensão do que é ouvido por meio do processamento no módulo acústico fonético, gerando uma decodificação linguística e, por fim, a interpretação do significado por meio de um conceptualizador. De forma, Levelt considera que a percepção e a produção da linguagem são integradas num sistema alargado, o que torna possível ligar entre si o discurso e os aspetos psicológicos da linguagem (MONTEIRO, 2017).

Na teoria de Indefrey e Levelt (2004), é posto que a codificação também possui um processo estagiado, que perpassa por três categorias gramaticais até ser exteriorizada por meio da articulação, e que inicia pela seleção de um lema seguindo os seguintes estágios i. codificação morfológica; ii. Codificação fonológica; e iii. codificação fonética. Sendo assim, fica evidente que no processo ocorre inicialmente a formação e classificação do conceito, seguindo pela organização dos fones pra se ter a silabificação necessária para a produção e articulação por meio da fala (RODRIGUES, 2020).

Em relação à codificação gramatical, temos um conjunto de processos estagiados que se relacionam à montagem do esqueleto estrutural de uma sentença, compreendendo a seleção de informação gramatical relevante representada nas entradas lexicais, a atribuição de funções gramaticais à informação proveniente do nível da mensagem e a própria montagem de uma estrutura sintática (RODRIGUES, 2014).

Figura 2: Modelo de Indefrey e Levelt (2004) de produção da linguagem.



Fonte: Indefrey and Levelt (2004)

Na figura 2 é possível verificar ainda, além da estadiação dos processos linguísticos, o curso do tempo dos mesmos após o início do estímulo, que consistiu na nomeação de uma figura apresentada. Observa-se na figura que a recuperação do código fonológico inicia no estágio fonológico de produção, selecionando a informação fonológica armazenada no cérebro entre 200-400 milissegundos. O processo de silabificação acontece por volta de 330 à 455 milissegundos após o início do estímulo no giro frontal inferior posterior esquerdo. A partir desse ponto, as formas passam pelo processamento fonológico do nível segmental. A forma é então convertida em uma representação articulatória entre 400 e 600 milissegundos (GORMLEY, 2010).

Em relação à produção oral, Indefrey e Levelt (2004) diferem dois tipos de processo: os “de entrada” (lead-in) e os “nucleares” (core). Os processos de entradas ocorrem antes dos processos nucleares de produção, estão relacionados a questões cognitivas de tarefas específicas, como por exemplo, o reconhecimento de palavras durante a leitura. No processo de produção e nomeação das palavras ocorre o compartilhamento de áreas no que tange o acesso lexical, diferindo do que ocorre no processamento linguístico da leitura. Dessa forma, quando se solicita a nomeação de uma imagem, é necessário que a pessoa reconheça visualmente o que está sendo apresentado para nomeação para em seguida ela selecione um conceito apropriado. (INDEFREY; LEVELT, 2004; RODRIGUES, 2020).

Apesar de conhecermos muito melhor o processamento linguístico nos dias atuais, ainda se tem muitas dúvidas e falta de consenso em relação a determinados processos. Com as ferramentas tecnológicas surgidas nas últimas décadas, tem-se a possibilidade de compreender melhor e de forma mais clara esses processos.

2.2. TRANSTORNO DO DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

Muitas crianças em contexto escolar demonstram algumas dificuldades em realizar determinadas tarefas, que podem advir de distintas causas, tais como questões surgidas da metodologia aplicada pela escola, relação professor-aluno, questões familiares, déficits cognitivos, secundárias a outros quadros clínicos, tais como, alterações das funções sensoriais, doenças crônicas, transtornos psiquiátricos, deficiência mental e doenças neurológicas. Porém, a presença de uma dificuldade de aprendizagem não sugere a presença de um transtorno, que se caracteriza pela presença de um conjunto de sinais sintomatológicos que desencadeiam determinadas alterações no processo de aprendizado da criança, gerando, dessa forma, uma interferência no processo de aquisição e manutenção de informações de forma significativa (CACERES-ASSENCO, 2020; LEONARD, 2014).

Alterações que comprometem especificamente o desenvolvimento da linguagem são mais comuns do que se imagina, apesar da falta de presença de outras alterações significativas, devido à gravidade e a persistência das alterações linguísticas e comunicativas, as crianças com essa condição, a longo prazo, podem apresentar déficit na capacidade de aprendizagem e socialização na vida adulta (HAGE; RODRÍGUEZ, 2014).

No contexto das alterações específicas de linguagem, cabe distinguir um quadro em que a evolução ocorre dentro dos parâmetros normais, porém com ritmo mais lento e é resultante de uma inadequada exposição ao ambiente linguístico (otites recorrentes, interações sociais restritas), de outro quadro em que a alteração de linguagem é persistente, com características linguísticas desviantes do padrão e decorrente de fatores intrínsecos, por sua vez, conhecido por TDL (HAGE; RODRÍGUEZ, 2014; CACERES-ASSENCO, 2020).

O TDL é o termo utilizado para se referir a dificuldade em adquirir e usar a linguagem de forma persistente e sem nenhum fator adjacente, tais como paralisia cerebral, perda auditiva ou transtorno do espectro autista. Crianças com TDL

apresentam um desempenho dentro dos limites da normalidade em relação a questões relacionadas à inteligência auditiva, habilidades oral-motora e não verbal e não têm histórico de distúrbios sociais, emocionais ou comprometimento neurológico significativo. Mesmo assim, todas as evidências disponíveis sugerem que eles experimentam dificuldades em todos os níveis linguísticos (HAGE; RODRÍGUEZ, 2014; RICEA, 2020; COADY, 2010).

O estudo de crianças com TDL teve início há quase dois séculos. Inicialmente, a ênfase foi em crianças com alterações graves de produção oral. Com o passar do tempo, o foco foi ampliado para incluir crianças com desenvolvimento típico da linguagem. A partir desse momento, os déficits gramaticais significativos presentes no TDL começaram a receber atenção. Durante todos esses anos de estudos, tentou-se distinguir déficits de produção daqueles que envolvem compreensão, embora ambos os tipos de problemas estivessem incluídos no TDL. Os limites dos diagnósticos resultantes desses desenvolvimentos históricos não levam a um grupo de crianças totalmente homogêneo (LEONARD, 2014).

O TDL é uma condição que já possui estudos datados desde 1822 em que crianças com dificuldades para adquirir linguagem na ausência de outras doenças já eram estudadas. Porém, apesar de mais de dois séculos de estudo dessa patologia, ainda não existe um consenso acerca dos critérios para uma melhor terminologia ou diagnóstico concreto. O referido transtorno possui uma pluralidade de termos de referência desde a sua descoberta: afasia congênita, atraso de linguagem, distúrbio de linguagem, prejuízo de linguagem, distúrbio específico de linguagem (DEL), este ainda comumente conhecido, mas não mais utilizado na comunidade científica (CACERES-ASSENCO, 2020; LEONARD, 2014).

Segundo Gallinat e Spaulding (2014), existem referências teóricas diferentes que sustentam a causa do TDL. O primeiro é baseado em teorias linguísticas que propõem que os déficits na linguagem dão-se a partir de um comprometimento específico do sistema linguístico e de um déficit específico de gramática, advindo de uma deficiência no sistema gramatical. Tem-se ainda a existência de uma perspectiva linguística alternativa, na qual postula que as crianças com TDL possuem uma dificuldade em processar a fala e/ou exibem uma deficiência em seu sistema de regras inato que leva a déficits na aquisição da linguagem de forma mais ampla. Já as referências que associam o TDL a uma deficiência cognitiva ou de

processamento não linguístico, levam em consideração déficits no campo da cognição ou do processamento, como por exemplo, atenção auditiva e visual, habilidades visuo-espaciais, memória de trabalho, memória procedural, aprendizado de tempo de reação serial e raciocínio dedutivo (GALLINAT; SPAULDING, 2014; ULLMAN; PIERPONT, 2005; GATHERCOLE; BADDELEY, 1990; TALLAL; PIERCY, 1975).

Há ainda quem tente explicar os déficits linguísticos e não linguísticos observados em crianças com TDL por meio de uma origem de natureza mais ampla, afirmando que as dificuldades encontradas se devem ao fato de apresentarem uma capacidade de processamento reduzida, o que acaba ocasionando lentidão no processamento de modo geral, linguístico ou não. (GALLINAT; SPAULDING, 2014; ULLMAN; PIERPONT, 2005; LEONARD et al.; 2007).

Mesmo que o diagnóstico não possa ser atribuído concretamente antes dos quatro anos de idade, muitas crianças com TDL demonstram, já em seus primeiros anos de vida, complicações para colocar em prática habilidades de reciprocidade, atenção conjunta e gestos simbólicos. Também se pode observar certo atraso na produção do balbúcio canônico ou nos padrões fonológicos iniciais de determinadas consoantes. É típico que crianças com TDL com idade entre quatro e cinco anos usem predominantemente frases simples, com raras produções de frases compostas, especialmente as subordinadas, ou que tenham maior dificuldade para o uso de artigos e pronomes (HAGE; RODRIGUEZ, 2016).

Além das mudanças importantes no discurso e narrativo, as alterações pragmáticas e de fala das crianças com TDL também são observadas. É possível se verificar ainda uma relação entre a dificuldade de extrair informações relacionadas ao som correto da língua e um posterior atraso na obtenção de níveis mais elevados de desenvolvimento de fala e linguagem. De acordo com Hage e Rodriguez (2016, p.1067), os critérios de inclusão para TDL são:

[...] atraso de pelo menos 12 meses em relação à linguagem expressiva e de 6 em relação à receptiva; diferença de 12 meses entre idade mental e linguística; coeficiente intelectual maior que 85. Essas características devem ocorrer na ausência de lesão neurológica, deficiências motoras e sensoriais ou características comportamentais que incluiriam essas crianças no espectro do transtorno autista.

Crianças com TDL apresentam déficits expressivos principalmente nos níveis morfosintático e semântico-lexical, com amplitude e profundidade reduzidas de conhecimento de palavras (HAEBIG, 2018). Dessa forma, verifica-se que crianças com TDL adquirem as primeiras palavras tardiamente e de forma mais lenta em relação a crianças com desenvolvimento típico, além de, possuir um vocabulário reduzido, em qualquer ponto do desenvolvimento, acesso ineficiente às palavras que conhecem e dificuldade em acrescentar novas palavras aos seus léxicos (COADY, 2013).

Dessa forma, fica evidente que há uma dificuldade na prática clínica no nível de diagnóstico em distinguir o TDL de outros transtornos da linguagem pela heterogeneidade dentro do campo dos distúrbios de linguagem, tais como atraso de linguagem e apraxia de fala na infância, por exemplo (HAGE; RODRIGUEZ, 2016).

De forma geral, o TDL é concebido como um quadro que afeta os aspectos estruturais da linguagem, trazendo implicações secundárias às habilidades pragmáticas. No entanto, é observada cada vez mais a existência de crianças com significativa dificuldade no uso social da linguagem, o que não é mero reflexo das dificuldades comunicativas decorrentes das alterações de produção e compreensão linguística.

2.3. ELETROENCEFALOGRAFIA E LINGUAGEM

A Neurociência da Linguagem utiliza ferramentas e equipamentos para pesquisas não invasivas. As técnicas hemodinâmicas investigam fenômenos linguísticos a partir do caminho e da intensidade do fluxo sanguíneo. Os neurônios que participam da tarefa cognitiva despendem energia (eletricidade) e, portanto, precisam de glicose e de oxigênio, em quantidade variada, que serão levados a esse neurônio pelo sangue. O fluxo sanguíneo vai até o neurônio que atuou eletricamente. As imagens geradas a partir daí permitem ótima resolução espacial. As principais técnicas hemodinâmicas são ressonância magnética (RM) e Tomografia por emissão de pósitrons (PET) (GAUDET, 2020; BEAR, 2017).

Com os avanços nas técnicas de monitoramento eletrofisiológico, a arquitetura neural da linguagem tem sido cada vez mais estudada nos últimos anos. Por muito tempo, a forma pela qual era possível analisar o processamento linguístico era correlacionando déficits de linguagem com análises *postmortem* de lesão encefálica

ou através de outras técnicas não invasivas. Com o avanço tecnológico e o advento de modernas técnicas de neuroimagem, como por exemplo, a estimulação elétrica e a imagem por ressonância magnética funcional (fMRI), tem se tornado possível analisar o processamento linguístico no encéfalo humano *in vivo*, possibilitando a ampliação do conhecimento sobre o funcionamento cerebral humano com ou sem lesão (BEAR, 2017; SCHERER; GABRIEL, 2007; GAUDET, 2020).

A linguagem é uma operação bastante complexa que está relacionada de forma ativa ao processo de desenvolvimento da cognição e das funções sociais humanas (BERWICK et al., 2013). Embora várias regiões do cérebro tenham sido identificadas como áreas importantes para a linguagem expressiva e receptiva, exigindo coordenação entre populações neuronais distintas e menos em áreas cerebrais independentes e específicas (ARDILA; BERNAL; ROSSELLI, 2016; TREMBLAY; DICK, 2016).

O processo de produção e de compreensão da linguagem é estabelecido a partir de relações intrínsecas entre os componentes linguísticos (fonologia, semântica, sintaxe e pragmática), informações extralinguísticas ligadas à nossa memória de longo prazo e diferenças individuais (envelhecimento, aprendizagem, fluência na língua). Por exemplo, para que ocorra o processo de desenvolvimento do controle motor da fala de forma eficaz e inteligível é necessária também a aquisição do sistema fonológico, para que em conjunto com a produção dos fonemas, haja a prática da precisão dos movimentos mandibulares, língua e lábios (GIANNECCHINI, YUCUBIAN-FERNANDES, MAXIMINO, 2016).

Os estímulos linguísticos apresentam comportamentos característicos em relação ao comportamento elétrico no córtex. Dessa forma, esses processos podem ser investigados por meio de experimentos psicolinguísticos que exploram metodologias que estudam o funcionamento cerebral. O uso de métodos cognitivos e psicolinguísticos tem sido fundamental para o delineamento metodológico de estudos que utilizam técnicas não invasivas, como o EEG, com o propósito de investigar o funcionamento cerebral e possíveis correlatos neurais que constituem as habilidades cognitivas e linguísticas (ROSSI, 2016).

Em relação aos dados elétricos advindos do processamento cerebral da linguagem humana, uma ferramenta que vem sendo usada desde a década de 1980

pela prática mais acessível do que outros equipamento mais sofisticados e mais caros é o EEG. Esta técnica se configura como um procedimento de captação de atividade elétrica cerebral humana por meio do uso de eletrodos afixados no couro cabeludo, que gera uma amplificação do sinal e traça as variações de voltagem captadas pelos diferentes eletrodos ao longo de um período de tempo. Dessa forma, estão incorporadas na técnica de registro de sinal elétrico as respostas neurais associadas a eventos sensoriais, cognitivos e motores específicos (GOMES, 2015; LUCK, 2014).

A EEG é uma técnica, de fácil execução, não invasiva e de baixo custo, em comparação a outros exames neurológicos, que consegue detectar a transferência de sinais elétricos no córtex cerebral por meio da variações de voltagem captadas por meio do fluxo de correntes sinápticas dendríticas gerado pela atividade somada dos potenciais pós-sinápticos excitatórios (EPSP), que despolarizam a membrana neuronal, e pós-sinápticos inibitórios (IPSP), que hiperpolarizam a membrana neuronal (RAMOS, 2017; GOMES, 2015). Essa técnica é um sistema composto por eletrodos, que podem variar de 16 a 264 canais, de acordo com o objetivo e a metodologia do experimento, um amplificador/conversor analógico/digital de sinais EEG, um computador de aquisição dos dados EEG e um computador de aplicação de um experimento psicolinguístico (LUCK, 2014).

O EEG possui duas condições de captação de dados, de forma contínua ou por meio de uma resposta elétrica advinda de um evento específico. Na condição contínua as respostas neuronais estão associadas a eventos sensoriais, linguísticos e motores. Já a segunda condição, intitulada ERPs, consiste em extrair uma média da atividade elétrica cerebral de muitos estímulos que estão associados à mesma condição experimental, e por meio disso, se torna possível a eliminação de ruídos e atividades neuronais não relacionadas ao experimento (COSTA, 2017, LUCK, 2014).

Por meio do posicionamento de diversos eletrodos em diversas áreas do escalpo, os ERPs permitem a obtenção de dados mensuráveis de amplitude e latência referentes a uma sequência temporal de modificações na atividade elétrica cerebral através de um evento de interesse que estão relacionados às características objetivas do estímulo e às influências endógenas correlacionadas ao comportamento do sujeito analisado (LINDAU, 2019; KUTAS; FEDERMEIER, 2011).

Uma desvantagem encontrada no uso da EEG se dá na questão de uma menor resolução espacial, em comparação a resolução temporal. Isso ocorre pelo fato da eletricidade ativada após um estímulo específico ser gerada dentro do crânio e necessitar passar por diversos tecidos e celulares até a chegada ao escalpo, ou seja, não há uma relação direta entre a fonte e a localização dos eletrodos que mensuram regiões específicas no escalpo (COSTA, 2017).

Em relação aos estudos e práticas em linguagem, a EEG se torna uma excelente ferramenta por conta da sua ótima resolução temporal e por ser uma medida contínua do processamento, visto que o processamento da linguagem ocorre em um ritmo muito rápido e, dessa forma, conseguindo preencher a lacuna existente entre a ação da estimulação do ambiente e a resposta do organismo para a explicação de comportamento (LINDAU, 2019; LUCK, 2014). Dessa forma, a EEG se torna útil no trabalho e estudo com populações com alguma alteração de linguagem, tais como, indivíduos com afasia, Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e TDL. Sendo possível avaliar/estudar, por exemplo, a compreensão e expressão da linguagem, por meio do registro eletroencefalográfico durante o processamento linguístico dessas ações (BERES, 2017).

Após a fixação dos eletrodos, pode-se realizar a aquisição dos dados EEG gerados em resposta à apresentação de estímulos linguísticos auditivos e/ou visuais. Em outras palavras, é feita a captação de sinais elétricos a partir da atividade eletrocortical do indivíduo (LUCK, 2014; LAGE, 2013). Dessa forma, utilizando-se o EEG para analisar o processo complexo da linguagem no cérebro, é possível estabelecer relações diretas e/ou indiretas entre os diferentes processos linguísticos e os achados que essa ferramenta nos dá, seja no âmbito típico ou atípico da linguagem, como no caso do TDL.

Segundo Skeide e Friederici (2016), os registros neuronais do desenvolvimento do sistema de linguagem dependem amplamente de dados de EEG. Ao se coletar dados linguísticos por meio do EEG, é necessário compreender que o ser humano encontra-se envolto de inúmeros sinais que carregam a informação em forma de luz, som, temperaturas, cheiros, sabores, etc. Esses sinais possuem uma infinidade de valores no tempo e no espaço, que adentram no organismo humano pelos sentidos e são processados pelo cérebro, onde é codificado e decodificado (LAGE, 2013).

Há duas maneiras principais de ativação neuronal que podem ser registradas pelo EEG. A primeira é por meio da despolarização rápida das membranas neuronais, resultando em um potencial de ação. A segunda forma é através das mudanças lentas no potencial de membrana ocasionadas pela ativação sináptica. Deste modo, o córtex cerebral origina essencialmente toda a atividade digital e os potenciais pós-sinápticos são os responsáveis pelo registro da atividade elétrica captados pelo EEG (KANDEL, 2014).

É necessário se levar em consideração que o desenvolvimento e a maturação cerebral afetam a frequência e a sincronização das respostas neuronais, tanto em repouso como durante uma tarefa específica. Por exemplo, em relação à conectividade cerebral funcional, que se dá a partir das relações entre os sinais cerebrais ao longo do tempo, durante a infância essa conexão se dá através de links locais de curta distância, que são gradualmente substituídos por conexões funcionais de longa distância na idade adulta, criando redes cerebrais maduras (VÉRTES; BULLMORE, 2015; MENG; XIANG, 2016; OLDHAM; FORNITO, 2018).

Se tratando de interações entre estruturas locais e redes envolvidas no processamento da linguagem, para que haja uma compreensão da direção das cooperações entre as diversas áreas cerebrais, é necessário levar em consideração a conectividade funcional, definida como as interações estatísticas entre os sinais cerebrais ao longo do tempo, e a conectividade efetiva, que visa delinear as relações causais por meio do uso de paradigmas ou modelos experimentais (FRISTON, 2011; BASTOS; SCHOFFELEN, 2016).

O ERP é uma das medidas eletrofisiológicas fornecidas pela EEG para se analisar os processos ou respostas das estruturas cerebrais geradas por estímulos sensoriais externos, tais como, visuais ou auditivos. A partir da captação dos sinais elétricos advindos dos estímulos, é possível formar padrões regulares, conhecidos por componentes. Os componentes são classificados seguindo a sua polaridade atingida, negativa (N) ou positiva (P), e pela latência gerada após o início da estimulação, revelando o momento da ativação neural. Por exemplo, o componente N400 possui uma polaridade negativa e uma latência entre 250 e 500 milissegundos, com pico em 400 milissegundos (LINDAU, 2017).

Dessa forma, ao se utilizar o EEG, seguindo ainda o modelo serial acerca da produção oral proposto por Levelt (1999) e que considera a possibilidade de estágios ocorrendo antes de etapas anteriores, os processos linguísticos podem ser especificados em janelas temporais definidas, possibilitando, dessa forma, a identificação dos principais componentes da EEG da linguagem e associá-los aos processos subjacentes da produção oral. O autor propõe então as seguintes janelas temporais a partir dos processos linguísticos: preparação conceitual (0-175 milissegundos), seleção lexical (150-250 milissegundos), recuperação do código morfo-fonológico (220-350 milissegundos), decodificação fonológica (275-400 milissegundos), silabação (330-450 milissegundos), decodificação fonética (450-600 milissegundos) e articulação (600 milissegundos) (COÊLHO et al., 2021).

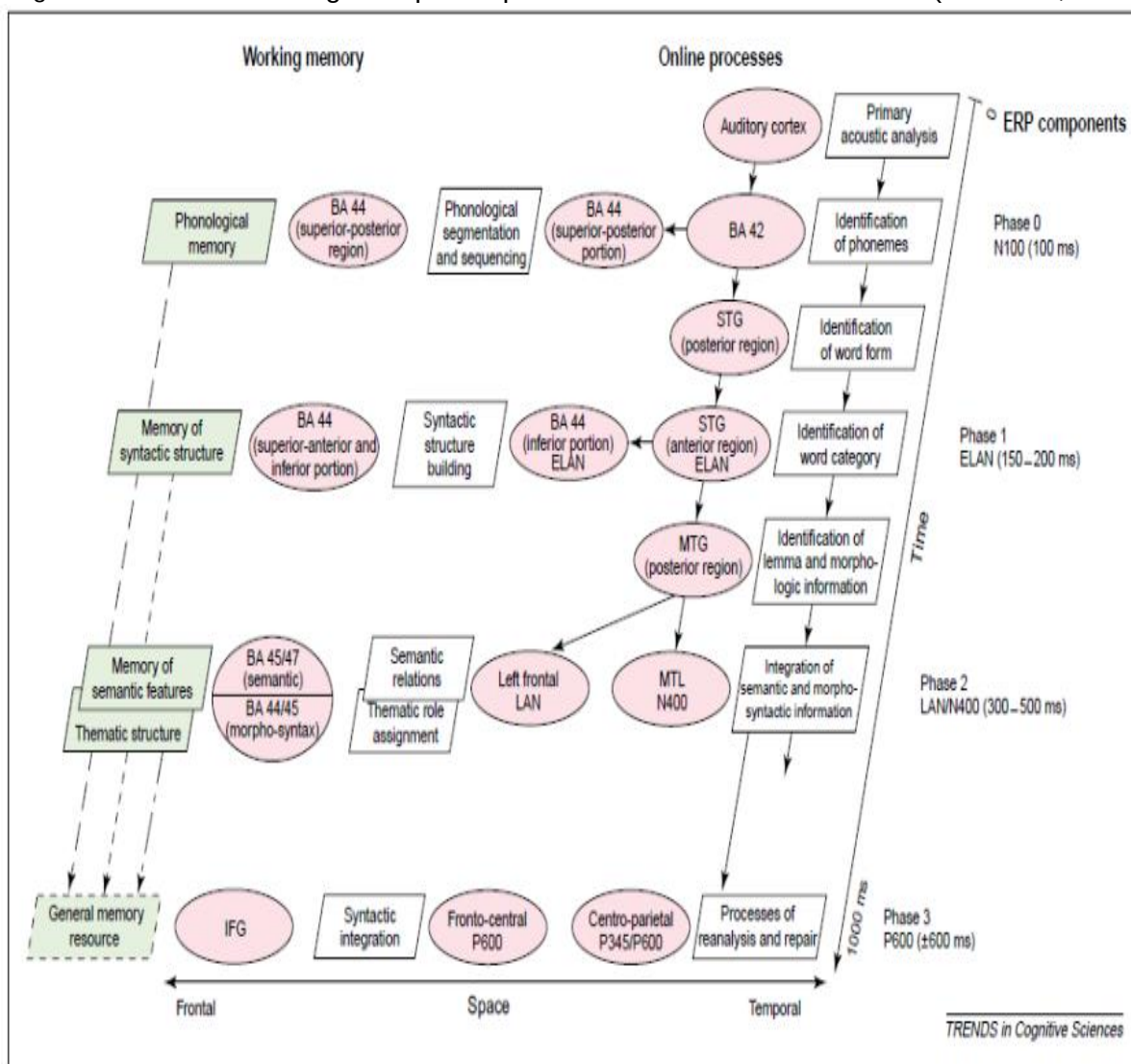
Já em relação à topografia das janelas temporais, Levelt (1999) propõe que a preparação conceitual possui uma distribuição entre as vias dorsal e ventral; a seleção lexical possui uma localização lateralizada à esquerda na região ventral; em relação à recuperação do código morfofonológico a distribuição ocorre no lobo temporal esquerdo; a decodificação fonológica possui uma distribuição temporal-parietal anterior à esquerda, enquanto a silabação e a decodificação fonética distribuem-se bilateralmente; e a articulação possui uma distribuição frontal à esquerda.

Em relação a compreensão linguística, Friederici (2002), baseando-se parâmetros temporais de dados eletrofisiológicos e neurotopográficos, propôs um modelo sequencial neurocognitivo de compreensão auditiva da linguagem visto como uma rede temporo-frontal bilateral. Para essa teoria as regiões temporais esquerdas sustentam processos que identificam elementos fonéticos, lexicais e estruturais; o sequenciamento e a formação de relações sintáticas, semânticas e temáticas ocorreria no córtex frontal; já aspectos relacionados com a prosódia estariam relacionados com a região temporal direita.

Para Friederici (2002) há uma interação entre a informação sintática e semântica nas fases finais do processamento. A autora organizou as características temporais do modelo (figura 3) em três fases, levando-se em consideração uma sequência de eventos neurais e cognitivos. I) Fase 1 (100 – 300 ms): ocorre a formação da estrutura sintática inicial com base em informações inerentes a categoria da palavra; ii) Fase 2 (300-500 ms): nesta fase ocorre a atribuição de significado lexical e de papéis temáticos por meio de processos lexicais, semânticos e morfossintáticos;

iii) Fase 3 (500-1000 ms): ocorre a integração dos diferentes tipos de informação para a estruturação e interpretação da informação linguística. A autora postula ainda que os processos sintáticos e semânticos irão interagir apenas na janela de tempo tardia.

Figura 3: Modelo neurocognitivo para o processamento auditivo de frases (Friederici, 2002).

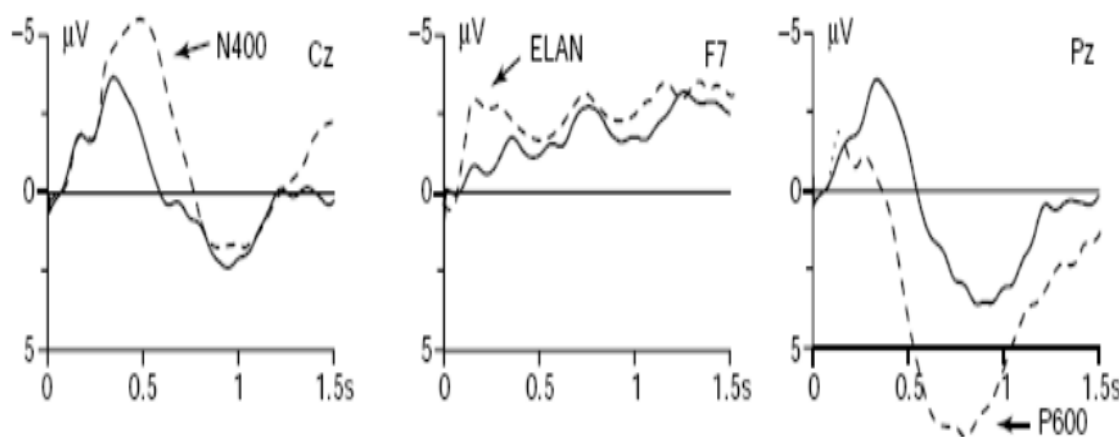


Fonte: Silva (pag. 62).

A literatura refere que os ERPs têm sido muito utilizados para o estudo da relação entre o desenvolvimento da linguagem e os correlatos neurais envolvidos no seu processamento por meio do eletroencefalograma (SILVA, 2018; FRIEDRICH; FRIEDERICI, 2010; KUTAS; HILLYARD, 2011). Os estudos que correlacionam os registros EEG com linguagem mostram que alguns componentes elétricos são normalmente observados. Componentes, como o N400, ELAN e P600, comumente

observados em pesquisas com foco na linguagem, são considerados marcadores de níveis de processamentos linguísticos específicos. (COSTA, 2017).

Figura 4: Sinais N400, ELAN e P600.



Fonte: Friederici (2002)

Componentes relacionados à Linguagem

2.3.1.1. N100 / P200

O N100, uma onda negativa com pico de latência em torno de 100 milissegundos, é considerado um componente a uma resposta sensorial automática a diferentes estímulos (e.g., visual, auditivo), ou seja, para que seja eliciado, não necessita de atenção específica (SANTOS, 2012; SILVA, 2018). O componente N100, assim como o P200, pode ser ativado por meio da percepção de estímulos como a discriminação de fonemas ou segmentação de palavras de forma rápida e automática (SANDERS; NEVILLE, 2003). Mas por não demandar uma atenção mais específica, a latência e amplitude do pico da onda é diretamente influenciada por forma em que o estímulo é apresentado. Por exemplo, o estímulo auditivo elicia uma latência mais reduzida em relação a um estímulo visual (JESUS, 2018).

2.3.1.2. N400

O N400 para a análise do processamento linguístico em crianças com TDL é bastante utilizado por pesquisadores que analisam a linguagem, visto que o mesmo reflete a sensibilidade, as características lexicais e contextuais e os substratos neurais relativos à linguagem armazenadas na memória de longo prazo (CALMA-RODDIN, 2020; ROMERO, 2015).

Lindau et al. (2017) apontam que o N400 pode ser usado como ferramenta metodológica para investigação de configurações específicas de desenvolvimento linguístico, por subsidiar a investigação de diferenças sutis no processamento das informações que não podem ser detectadas por meio de medidas comportamentais, tanto em populações típicas, quanto de risco ou transtornos da comunicação.

De todos os componentes existentes, o mais presente nos estudos envolvendo linguagem e EEG é o N400, na grande maioria das vezes sendo relacionado a incongruências semânticas em orações (FRANÇA, 2005). O componente N400 é um componente negativo gerado entre 250 e 500 milissegundos após o início de um estímulo, que atinge o seu pico de amplitude por volta de 400 milissegundos (ROMERO, 2015). Este componente é gerado no lobo temporal esquerdo, com pequena contribuição do lobo temporal direito, e tem sua distribuição de forma bem ampla no couro cabeludo, com amplitudes máximas nos eletrodos da linha média central e parietal e gera amplitudes menores nas regiões frontais e laterais. Sua distribuição parece ser mais frontal em crianças do que em adultos (CALMA-RODDIN, 2020; LINDAU, 2017).

2.3.1.3. 600

O P600 foi descrito pela primeira vez em 1992 por Osterhout e Holcomb e é também conhecido como *Syntactic Positive Shift* (SPS), possui uma configuração de apresentação nas regiões central, parietal e frontal e pode ser eliciado por um estímulo sintático visual ou auditivo com apresentação de sua amplitude positiva tardia em torno de 600 milissegundos (COSTA, 2017).

O P600 é considerado um índice de processo voluntário e relativamente controlado (consciente) de compreensão da linguagem, que tem sido associado ao processamento sintático ou dificuldade de integração sintática e também têm se mostrado sensíveis ao processamento morfossintático. Este componente, assim com o LAN, podem se apresentar por meio de uma violação morfossintática, como um erro de concordância, categorização de palavra ou por uma questão de suposta agramaticalidade (KEY-DELYRIA, 2016; SOTO, 2021; SILVA, 2018).

Em relação ao P600, ainda não está claro se o componente é especificamente linguístico ou se ele pode fazer parte do componente P300, que é um potencial endógeno, que reflete processos envolvidos na avaliação ou categorização de

estímulos. Gouvea et al. (2010) sugere que mesmo quando o P600 se apresenta em latências diferentes, ele ainda se configura como processos subjacentes iguais, refletindo apenas no tempo necessário para se completar a apresentação do componente. Dessa forma, é necessário se levar em consideração questões a possibilidade de pequenas diferenças de topografia, tensão e tempo de pico como um reflexo de diferentes mecanismos subjacentes.

2.3.1.4. PMN (phonological mapping negativity)

O PMN (*phonological mapping negativity*) é um componente considerado pré-lexical que atinge seu pico na onda eliciada entre 270 e 310 milissegundos por meio de violação contextual fonológica em palavras finais em sentenças após a apresentação auditiva de uma palavra. Este componente pode se relacionar também com a consciência fonológica, por meio de violações fonêmicas e atividade de processamento fonológico (JESUS, 2018; STEINHAUER; CONNOLLY, 2008). O PMN é gerado em paradigmas nos quais é provocada uma expectativa fonológica em relação a palavras (LEWENDON; MORTIMORE; EGAN, 2020).

2.3.1.5. LAN (Left Anterior Negativity) e ELAN (Early Left Anterior Negativity)

O LAN, um componente negativo com tendência para o hemisfério esquerdo e pico entre 300 e 500 milissegundos, é comumente ligado a violações sintáticas e morfossintáticas e é comumente eliciado junto com o P600 quando se tem a presença de um reprocessamento sentencial. O LAN tem sido relacionado a detecção de divergências nos traços morfossintáticos, dificuldade na integração à nível sintático e aumento na demanda para a memória de trabalho. O LAN se diferencia do P600 por ser tratar de uma reação/processamento linguístico com amplitudes menos evidentes do que uma N400 e P600 e por ser eliciada de forma implícita e automática, ou seja, menos controlada (SOTO, 2021; SILVA, 2018; COSTA, 2018).

Dependendo do tipo de violação analisada, é possível que ocorra uma ELAN, que apesar da ocorrência na mesma área em que o LAN é apresentado, a ELAN (*Early Left Anterior Negativity*) se dá mais precocemente, em torno de 100 milissegundos. Esse componente é mais sensível a violações de estruturas sintagmáticas (SOTO, 2021)

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento do estudo e protocolo de registro

Este estudo consiste em uma revisão sistemática da literatura redigida conforme a verificação de 27 itens da versão de 2020 do *checklists Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020 Checklist) (PAGE et. al, 2020) (Anexo 2), que tem o objetivo de facilitar a descrição de forma mais transparente possível de revisões sistemáticas, principalmente estudos que avaliam os efeitos de intervenções na área da saúde, independentemente do desenho dos estudos (com ou sem meta-análise) (PAGE et. al, 2020).

Este estudo foi registrado no banco de dados International prospective register of systematic reviews (PROSPERO), registro nº CRD42020186993 (Anexo 1), e segue o que dispõe a mesma para elaboração de revisão sistemática.

3.2. Período da coleta

A coleta de dados desta revisão sistemática foi realizada no período entre os meses de julho a agosto do ano de 2020. Sendo realizada uma atualização no mês de abril de 2021.

3.3. Formulação da pergunta da pesquisa

A pergunta condutora da pesquisa foi construída utilizando o modelo PICO para estruturar a questão de investigação e orientar as estratégias de busca, seguindo os quatro componentes do seu acrônimo no inglês, no qual cada letra representa um aspecto relevante para tornar a questão bem definida: (P) população ou contexto de interesse; (I) intervenção ou exposição a ser investigada; (C) comparador ou controle para cada intervenção e (O) resultado clínico de interesse (Thomas et al. 2019).

Desta forma, esta revisão sistemática foi norteada com base na seguinte pergunta de pesquisa: “Quais as diferenças existentes nos registros eletroencefalográficos apresentados durante a produção e compreensão da fala em crianças com Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem em comparação com crianças com desenvolvimento típico?”

Quadro 1. Estruturação da pergunta da pesquisa, conforme o modelo PICO.

Componentes do modelo PICO (acrônimo)	
Paciente ou problema (P)	Crianças diagnosticadas com TDL
Intervenção ou exposição (I)	Registros eletroencefalográficos
Comparação (C)	Crianças com Desenvolvimento Típico da Linguagem
Desfecho (O)	Processamento Linguístico
Estudo (S)	Estudo descritivo Estudo transversal Estudo observacional Estudos de casos e controle Estudos de intervenção Estudos de coorte Estudos em triagem Estudos observacionais

3.4. Critérios de elegibilidade

Foram considerados elegíveis para essa revisão sistemática os estudos originais com pesquisas realizadas com estudos experimentais utilizando-se de técnicas de EEG para registro do processamento linguístico associados à produção e compreensão da fala em crianças com e sem TDL. Para a busca não foi aplicada restrição de tempo ou língua e incluídos apenas estudos acessíveis em formato de texto completo.

Foram excluídos da análise de dados os artigos de revisão de literatura, artigos de opinião, discussão de fóruns e trabalhos apresentados em conferências. Foram excluídos ainda artigos que não estavam disponíveis na íntegra.

3.5. Fontes de informação

As fontes de informações para uma revisão sistemática são as bases de dados eletrônicas, que podem ser classificadas como: i) gerais e específicas; e ii) primárias e secundárias. As bases gerais indexam um grande número de publicações e contemplam áreas mais amplas, como por exemplo, as Ciências da Saúde e Ciências Exatas. Já as bases de dados específicas possuem uma menor quantidade de publicações indexadas e focam em determinadas áreas do conhecimento, como por

exemplo, a Enfermagem, que é uma área das Ciências da Saúde. As bases de dados classificadas como primárias indexam publicações originais, não analisadas e não criticadas. Já as bases de dados secundárias indexam publicações analisadas e criticadas (NOBRE; BERNARDO, 2004).

Esta revisão sistemática foi desenvolvida através da busca de estudos em bases eletrônicas de dados gerais da área das Ciências da Saúde, que são coleções eletrônicas que armazenam grandes quantidades de informação, indexadas de forma estrutural e que possibilitam, dessa forma, a consulta rápida e objetiva a diversas revistas científicas e suas respectivas publicações.

As bases de dados utilizadas como fontes primárias de informação neste estudo foram: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) via *PubMed*, *Embase*, *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde* (LILACS) *Lilacs*, *Cochrane*, *Web of Science* e *Scopus*.

A literatura cinzenta, configurada por possuir características pouco definidas e por não estar disponível em canais convencionais de distribuição, como as bases de dados, também foi consultada por meio das seguintes bases de dados que indexam este tipo de literatura: *Google Acadêmico*, *ScienceDirect* e *OpenGrey*.

A última atualização dos resultados da pesquisa foi realizada em 20 de abril de 2020. Não foi realizado contato com autores para identificação de estudos ou informações adicionais.

3.6. Estratégia de busca eletrônica

Os descritores utilizados para a pesquisa foram selecionados mediante consulta ao Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e Emtree (*Elsevier's life science thesaurus*), que realizam a indexação de artigos de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos, e outros tipos de materiais com o intuito de padronizar o uso das terminologias comuns referentes a essa pesquisa para pesquisa em múltiplos idiomas. Optou-se por uma estratégia de busca simplificada utilizando os termos principais do tesouro específico de cada base de dados, de modo a recuperar o maior número de estudos e selecionar aqueles elegíveis a partir dos critérios previamente estabelecidos.

Para as bases de dados vinculadas ao DECS os descritores utilizados nas buscas foram: "*evoked potential*", "*electroencephalography*", "*child*", "*developmental language disorders*" e "specific language impairment". Já para as bases de dados em que os artigos são indexados a partir do *Emtree*, os descritores utilizados foram: "*event related potential*", "*electroencephalography*", "*child*" e "*developmental language disorder*". Os termos citados foram inseridos em formulários avançados e combinados entre si utilizando-se operadores booleanos OR e AND.

As buscas ocorreram de forma adaptada para cada base de dados por meio de estratégias prévias, a fim de verificar a sensibilidade da estratégia para a identificação dos estudos elegíveis. As estratégias completas de busca para cada base de dado eletrônica selecionada, as datas de busca e as quantidades de referências encontradas constam no Apêndice A.

Em relação às bases de dados da literatura cinzentas (Google Acadêmico, *ScienceDirect* e *OpenGrey*), utilizou-se de uma busca por conveniência, na qual foi realizada a leitura dos títulos dos artigos das dez primeiras páginas dos resultados encontrados para elegibilidade para a próxima etapa da revisão, visto que é posto na literatura que os artigos mais relevantes apresentam-se até a décima página de resultados.

3.7. Seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos aconteceu em quatro etapas, de forma independente, pareada e mascarada. Na primeira etapa de triagem, após a busca nas bases de dados eletrônicas, foram identificadas as referências recuperadas por meio de consultas independentes entre dois revisores (R1 e R2) e adaptadas para cada base de dado consultada. Os revisores resolveram as discordâncias de busca e de identificação das referências por meio de consenso.

Para o armazenamento, catalogação e gerenciamento das referências encontradas foi utilizado o software online EndNote. Em seguida foi feita a coleta das informações essenciais dos artigos selecionados, incluindo os nomes dos autores, ano de publicação, desenho do estudo, população estudada, número de participantes, faixa etária e resumo dos estudos. Apenas os artigos que avaliaram o processamento linguístico em crianças com e sem TDL por meio do EEG foram selecionados para fazer parte desta revisão sistemática.

Após o processo de coleta nas bases eletrônicas de dados e exportação para o EndNote Web, foi realizada a remoção dos artigos duplicados, a partir da comparação de autores, títulos, periódicos e ano de publicação. Na próxima etapa, todos os estudos remanescentes, foram revisados pelo primeiro revisor (R1) e selecionados para uma segunda revisão caso atendessem pelo menos um dos critérios de inclusão. Em uma segunda etapa da revisão, os resumos dos artigos restantes foram revisados de forma independente por dois revisores (R1 e R2), a fim de determinar se eles correspondiam ao objetivo deste estudo, de acordo com os critérios de inclusão.

Em uma terceira etapa, foi realizada a leitura do texto integral dos artigos relevantes selecionados para, dessa forma, garantir que os artigos escolhidos estejam em simetria com o objetivo da revisão e, também, filtrar e eliminar os artigos que não se encaixam nos critérios de inclusão previstos. Os artigos que por conta de informações abstratas e, dessa forma, não puderam ser definitivamente excluídos, também foram selecionados para a triagem de texto completo. A leitura na íntegra se faz necessária para rever todos os pontos anteriores, garantindo que os artigos escolhidos estejam em simetria com o objetivo geral da revisão. Quando, após discussão entre os revisores, nenhum consenso em relação a determinados artigos foi alcançado, a consulta a um terceiro revisor (especialista na área de eletroencefalografia e psicolinguística) foi realizada para uma possível elegibilidade ou não dos mesmos.

3.8. Extração de dados

O processo de extração de dados foi realizado de forma independente a partir da alimentação de um formulário eletrônico (<https://forms.gle/7ascToqnsYjKvz3k9>) (Apêndice B) para facilitar a sumarização e comparação entre os estudos.

O referido formulário possui os seguintes campos de preenchimento: i) Referência completa do estudo; ii) Desenho do estudo; iii) População do estudo; iv) Faixa-etária da população; v) Característica da amostra; vi) Estímulo utilizado; vii) Categoria Linguística avaliada; viii) Número de eletrodos utilizado; iv) Janela (milissegundos) avaliadas; x) Latência das ondas; xi) Amplitude das ondas; xii) Caracterização da Análise empregada; xiii) Resultados.

3.9. Avaliação do risco do viés em cada estudo

Em relação à avaliação do risco de viés (qualidade metodológica da revisão sistemática), os estudos foram inicialmente selecionados pelo título e resumo, no que diz respeito aos critérios de inclusão e exclusão de cada pesquisador envolvido no processo de busca.

Para esta revisão sistemática foi utilizada as ferramentas de avaliação crítica para estudos de coorte e para estudos transversais analíticos do Instituto Joanna Briggs (JBI, 2016a; b) para avaliação da qualidade metodológica dos estudos elegíveis para análise qualitativa e quantitativa sem meta-análise. Essas ferramentas possuem um *checklist* de perguntas com as seguintes possibilidades de respostas: i) Sim; ii) Não; iii) Não claro; e iv) Não apreciada. A partir das respostas é feita a análise do risco de viés de cada artigo, no qual estudos com mais respostas “sim” possui uma maior probabilidade de ter uma boa qualidade metodológica. Dois revisores fizeram a avaliação dos estudos de forma independente para evitar influências de julgamento entre os mesmos. As discordâncias encontradas na avaliação foram resolvidas por meio de consenso entre os revisores, e caso necessário, o intermédio de um terceiro revisor.

3.10. Análise sumária e interpretação dos dados

Após a leitura dos resumos e textos na íntegra, realizou-se análise de confiabilidade para avaliar a concordância entre os juízes por meio do Índice de Kappa. Para o julgamento após a leitura dos resumos (n=235) o Kappa foi de 0.672 e após a leitura dos textos na íntegra (n=20) o Kappa foi de 0.78, apresentando em ambos um nível de concordância forte.

Para os dados referentes aos registros eletroencefalográficos durante o processamento linguístico em crianças com TDL dos estudos selecionados para a fase de análise, os mesmos foram avaliados e caracterizados de forma qualitativa e quantitativa utilizando medidas descritivas para média, desvio padrão, valores absolutos e relativos de frequência, bem como resumidos de forma tabular para permitir a melhor visualização e comparação entre os estudos.

Levando-se em consideração a possível existência de heterogeneidade dos estudos selecionados, que podem estar sujeitos a disponibilidade de dados passíveis de serem agregados e comparáveis ou não, foi utilizado um modelo estatístico baseado em meta-análise. A meta-análise é uma técnica de investigação, seleção e

extração de resultados de estudos por meio de procedimentos observacionais da evidência de revisões sistemáticas que se baseia na aplicação de um modelo estatístico, no qual deve integrar dois ou mais estudos primários (RAMALHO, 2005). Dessa forma, a utilização da meta-análise é necessária para calcular a diferença média padronizada resumida sob o modelo de efeitos utilizando a análise estatística I².

Devido a configuração dos dados dos estudos selecionados e as diferenças significativas entre os mesmos em relação aos parâmetros de aquisição e análise da avaliação do Processamento Linguístico por meio do Eletroencefalograma, conferindo heterogeneidade pela diversidade clínica e metodológica, não foi possível a realização de uma estatística por meio da técnica de meta-análise.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos estão apresentados em duas seções. Na primeira, caracterizam-se as bases de dados e os estudos obtidos; na segunda, estão apresentadas as características dos estudos e as evidências sobre o processamento linguístico em crianças com e sem TDL por meio de registros EEG.

4.1. Seleção dos estudos

A princípio, a pesquisa nas bases de dados identificou 368 artigos potencialmente elegíveis à revisão sistemática. Foi realizada a remoção de artigos duplicados e, desta forma, ficaram elegíveis 245 estudos, correspondendo a 66.5% dos resultados iniciais obtidos. A base de dados eletrônica *Scopus* foi a que mais apresentou resultados, com um total de 182 estudos (sem remoção de duplicadas). Já as bases de dados eletrônicas LILACS e *OpenGrey* não apresentaram nenhum resultado mediante a busca. Conforme a Tabela 1, foram utilizadas 9 bases de dados eletrônicas. Foi realizada uma nova busca durante o mês de abril de 2021 como forma de atualização da revisão mas não foram encontrados novos estudos elegíveis.

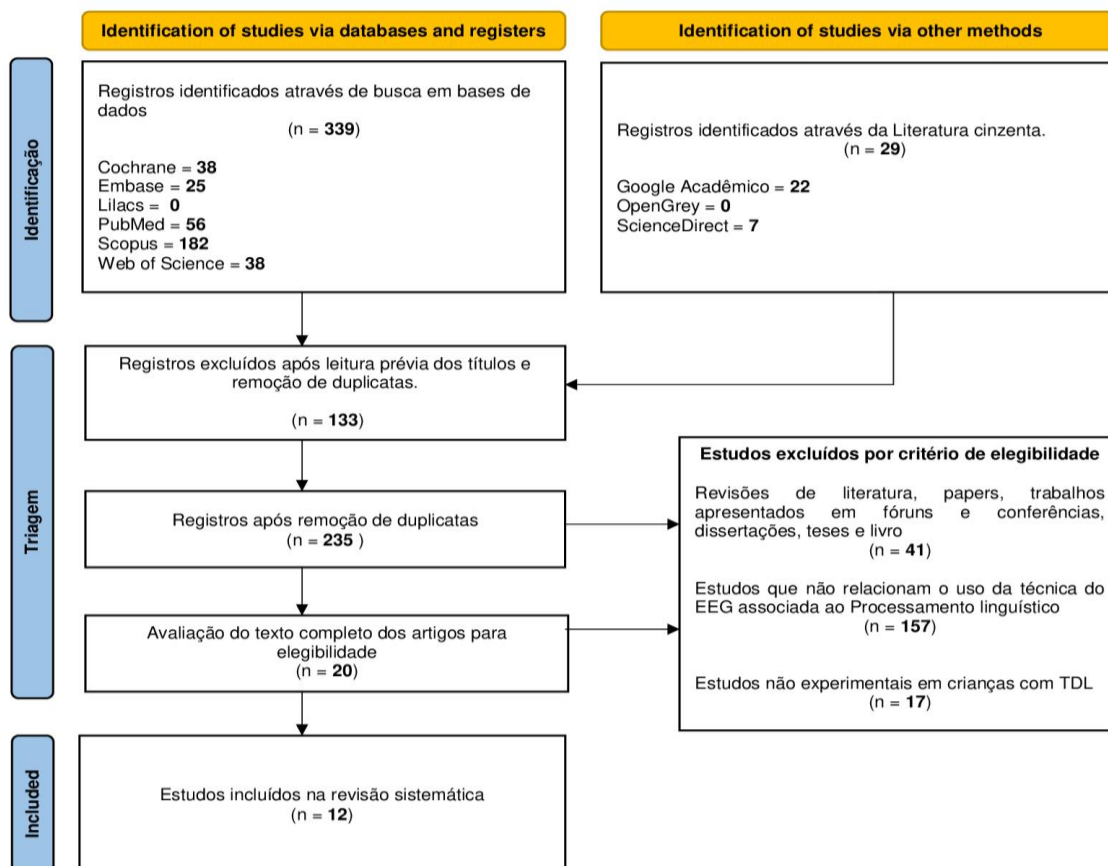
Tabela 1 - Estudos identificados segundo as bases de dados.

Base de Dados	Estudos obtidos	
	(Busca inicial)	
	N	%
Scopus	182	49.4%
PubMed	56	15.2%
Cochrane	38	10.3%
Web of Science	38	10.3%
Embase	25	6.7%
Google Acadêmico	22	5.9%
ScienceDirect	7	1.9%
Lilacs	0	0%
OpenGrey	0	0%
Total	368	100%

Após a leitura de título e dos resumos dos artigos e pelo fato de estarem de acordo com o que foi estabelecido nos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 17 artigos para a leitura na íntegra. A saber, os critérios de exclusão foram: i) revisões de literatura, papers, dissertações, teses, livros e trabalhos

apresentados em congressos e conferências; ii) estudos que não relacionavam a técnica de EEG com processamento linguístico; iii) estudos não experimentais em crianças com TDL; e iv) artigos não disponíveis na íntegra. Por fim, após leitura completa dos estudos, apenas 12 atenderam aos critérios de inclusão propostos, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma do processo de seleção dos estudos da revisão



4.2. Características gerais dos estudos

Após a exclusão dos estudos com as devidas justificativas, foi realizada uma análise dos artigos restantes para a obtenção dos resultados almejados. Os artigos com textos completos elegíveis à análise foram descritos na Tabela 2, que fornece informações sobre a identificação geral do estudo (autores e ano de publicação), país, desenho do estudo e a distribuição amostral do estudo (grupos, tamanho da amostra, sexo e faixa-etária). Os estudos com elegibilidade para inclusão na revisão sistemática foram produzidos entre o período compreendido entre os anos de 2006 e 2018. Em relação ao país de origem dos estudos, quatro foram produzidos nos Estados Unidos (HAEBIG; et al., 2018; EPSTEIN, et al., 2014; PURDY, et al., 2014; EPSTEIN, et al.,

2013), dois estudos na Inglaterra (MALINS, et al., 2013; FONTENEAU; VAN DER LELY, 2008), dois estudos na Alemanha (SABISCH et al., 2009; SABISCH et al., 2006), dois no Canadá (YODER et al., 2013; ARCHIBALD; JOANISSE, 2012), um na Holanda (PIJNACKER, et al., 2017) e um na Itália (LORUSSO et al., 2015). É importante salientar a presença dos mesmos pesquisadores em grande parte dos estudos de um mesmo país.

Tabela 2 – Características dos estudos incluídos na revisão sistemática

ID	Estudo (autor(es), ano)	País	Desenho do estudo	População	Características amostrais		
					Grupos	Tamanho amostral	Idade (anos)
1	(HAEBIG, E. et al., 2018)	EUA	Transversal	TDL DT	15 TDL 15 DT	30	-
2	(PIJNACKER, Judith, et al., 2017)	Holanda	Transversal	TDL DT	45 TDL 28 DT	73	4 - 6
3	(LORUSSO, M. L. et al., 2015)	Itália	Transversal	TDL DT DANV	12 TDL 11 DANV 13 DT	40	6 - 15
4	(EPSTEIN, B. et al., 2014)	EUA	Transversal	TDL DT	12 TDL 38 DT	50	8 - 12
5	(PURDY, J. D. et al., 2014)	EUA	Transversal	TDL DT	12 TDL 12 DT	24	7 - 11
6	(EPSTEIN, B. et al., 2013)	EUA	Transversal	TDL DT Adulto	13 TDL 17 DT 18 A	48	-
7	(MALINS, J. G. et al., 2013)	Inglaterra	Transversal	TDL DT	14 TDL 14 DT	28	8 - 12
8	(YODER, P. J. et al., 2013)	Canadá	Coorte	TDL DT	47 TDL 55 DT	102	-
9	(ARCHIBALD, L. M. D. JOANISSE, M. F. 2012)	Canadá	Transversal	TDL DT	15 TDL 15 DT	30	-
10	(SABISCH, B. et al. 2009)	Alemanha	Transversal	TDL DT	16 TDL 16 DT	32	-
11	(Fonteneau, E. van der Lely, H. K. 2008)	Inglaterra	Tranversal	TDL DT Adulto	38 TDL 38 DT	76	10 - 38
12	(SABISCH, B. et al., 2006)	Alemanha	Transversal	TDL DT	16 TDL 16 DT	32	-

Legenda: TDL = Transtorno do Desenvolvimento da Linguagem; DT = Desenvolvimento Típico; A = Adulto; DANV =

Todos os estudos foram definidos como desenho de estudo transversal. Já em relação à amostra, verificou-se uma homogeneidade em relação aos grupos, todos com grupos com TDL e DT, com exceção de três estudos (LORUSSO et al., 2015; EPSTEIN et al., 2013; FONTENEAU; VAN DER LELY, 2008) que agruparam um grupo a mais nas pesquisas.

Quanto a questão do N amostral, os estudos tiveram uma variação de 24 (PURDY et al., 2014) à 102 (YODER et al., 2013) participantes na pesquisa. Nenhum estudo separou grupos por gênero. A faixa etária dos estudos variou de 4 (PIJNACKER et al., 2017) a 38 anos (FONTENEAU; VAN DER LELY, 2008). Seguindo a metodologia empregada nessa pesquisa, os dados referentes aos grupos não referentes às crianças não foram analisados.

Haebig et al. (2018) recrutaram 15 pré-escolares com desenvolvimento típico e 15 pré-escolares com TDL. Foram apresentados a estímulos visuais (imagem) seguidos de um estímulo sonoro que combinava ou não com a imagem. ERPs foram bloqueados no tempo até o início dos estímulos auditivos. As crianças forneceram julgamentos verbais de congruência em relação ao estímulo auditivo à imagem.

Pijnacker et al. (2017) investigaram o curso do tempo e da amplitude do efeito N400 características do processamento de sentenças em crianças pré-escolares com TDL. Para isso, foram recrutadas 45 crianças com TDL e 28 crianças com DT, com idade entre 4 e 6 anos para analisar as respostas do N400 a sentenças faladas semanticamente congruentes e incongruentes a fim de avaliar a capacidade de julgamento da plausibilidade semântica nas combinações verbo-objeto. Foi realizada a comparação do curso do tempo e da amplitude do efeito N400 entre os dois grupos.

Lorusso et al. (2013) estudaram os desempenhos dos dois grupos clínicos (TDL e transtornos da aprendizagem não-verbal) e de um com crianças com DT para comparar os dados comportamentais e de ERPs. A tarefa avaliou a capacidade de julgar a plausibilidade semântica das combinações verbo-objeto (verbo infinitivo). Os estímulos pertenciam a quatro condições, onde a concretude e a congruência foram manipuladas.

Epstein et al. (2014) estudaram 12 crianças com TDL (10–12 anos), 22 crianças com DT da linguagem (10-12 anos) e 16 crianças com idade entre 8–9 anos com DT. O experimento deste estudo consistiu no uso de um paradigma comportamental GO/No-GO com o registro EEG simultâneo. Para detectar as respostas do conflito existente entre o paradigma apresentado foi utilizado o componente N200 como um índice neural.

No estudo de Purdy et al. (2014), foram recrutadas crianças com histórico de TDL e com DT de linguagem com o pareamento de idade entre os grupos. No

experimento as crianças realizaram o julgamento de palavras ouvidas quanto à gramaticalidade das sentenças que poderiam apresentar ou não um erro de concordância ou de finitude de longa distância. Durante o experimento foram obtidas medidas EEG e comportamentais.

No estudo de Epstein et al. (2013), é afirmado que crianças com TDL apresentam particular dificuldade em compreender e produzir objetos em relação ao sujeito "Wh-questions" em uma oração. Crianças em idade escolar com TDL, em relação às crianças com desenvolvimento típico (DT), apresentam um desnível ou assimetria distinto na compreensão dessas questões. Dessa forma, foram recrutadas 13 crianças com TDL, 17 crianças com DT da linguagem e 18 adultos para realização de tarefa de compreensão de sentenças (estímulo auditivo) que exigia respostas de botões enquanto a EEG contínua era coletada.

Malins et al. (2012) utilizaram dados de potenciais ERPs para comparar o reconhecimento de palavras auditivas em crianças com TDL (N = 14) com um grupo de crianças com DT (N = 14). Os sujeitos foram apresentados a imagens de itens e ouviram palavras auditivas que combinavam ou não com as imagens. Para cada palavra-alvo, incompatibilidades foram selecionadas: i) palavras que compartilhavam o mesmo CV inicial da palavra, mas diferenciavam em fonemas finais de palavra; ii) fonemas finais de palavras compartilhados, mas que diferenciavam no início de consoantes; iii) palavras não relacionadas fonologicamente à palavra alvo.

Crianças com TDL apresentam atrasos marcantes de linguagem e possuem dificuldade específica com a gramática e a velocidade de processamento da fala pode ser responsável por essa questão. Uma das opções para mensurar a velocidade do processamento da fala é por meio da resposta do cérebro aos sons da fala, podendo ser analisado por meio de ERPs. Para realizar um estudo acerca do tema, Yoder et al. (2014) recrutaram crianças com DT e crianças com TDL. Os mesmos receberam estímulos de quatro sons monossilábicos da fala antes do tratamento e, no grupo TDL, após 6 meses de tratamento gramatical. Foi realizado o registro dos ERPs durante o experimento.

Archibald e Joanisse (2011) usaram os ERPs com o objetivo de analisar as respostas neurais à coarticulação em crianças em idade escolar com e sem TDL. Para isso, as crianças realizaram uma tarefa de correspondência ou não a nível lexical ou

co-articulatório, ou ambos, entre imagem e palavra. Os estímulos foram formados por 30 pares de palavras CV ou CVC de língua inglesa começando com um contínuo /f, s, t, d, m, n, h/ seguido ou de uma vogal posterior ou anterior.

Sabisch et al. (2009) investigaram o processamento sintático e prosódico de crianças com TDL e crianças com DT durante a compreensão de sentenças auditivas. O experimento consistiu em estímulo sonoro (fala) de sentenças corretas ou sentenças com violação de categoria de palavras (nível sintático) e uma incongruência prosódica associada (nível prosódico), enquanto os potenciais cerebrais relacionados a eventos foram registrados.

Fonteneau e Van Der Lely (2008) por meio de dois experimentos estudaram a manipulação da propriedade de animacidade do primeiro substantivo após um verbo, através da criação de uma violação sintática e no de uma violação semântica. A violação sintática dependia de uma dependência sintática estrutural entre duas palavras não adjacentes na frase, enquanto a violação semântica dependia de restrições semânticas lexicais do verbo precedente.

Sabisch et al. (2006) recrutaram 16 crianças com TDL e 16 crianças com DT para investigar, por meio da análise dos ERPs o processamento léxico-semântico de palavras em frases faladas por crianças com TDL e crianças com desenvolvimento normal de linguagem.

4.3. Registros eletroencefalográficos durante o processamento linguístico em crianças com e sem TDL.

Em relação aos dados de registros EEG relacionados ao processamento linguístico em crianças com TDL, os resultados dos estudos elegíveis estão descritos na Tabela 3, que fornece informações sobre a identificação geral do estudo (autores e ano de publicação), números de eletrodos utilizado, componentes e nível de processamento linguístico analisado e estímulo utilizado.

Nos estudos analisados, verificou-se uma variação significativa quanto ao número de eletrodos utilizados, de 22 a 129 eletrodos. Levando-se em consideração o que se almeja analisar, o número de eletrodos e o local da fixação dos mesmos podem variar. Mas é necessário pontuar que muitas pesquisas se limitam quanto ao número de eletrodos por conta do equipamento disponível no laboratório do

experimento, dessa forma, em alguns casos o estudo necessita se adaptar ao que se tem disponível.

Tabela 3 – Características dos estudos incluídos na revisão sistemática. Meireles da Silva, 2021.

ID	Estudo (autor(es), ano)	Nº de eletrodos	Componente analisado	Processamento linguístico	Tarefa experimental / estímulos
1	(HAEBIG, E. et al., 2018)	32	N400	Semântico-lexical	Apresentação de estímulo visual (imagem) seguida da apresentação de estímulo auditivo para julgamentos verbais de correspondência entre os estímulos.
2	(PIJNACKER, Judith, et al., 2017)	32	N400	Semântico	100 Sentenças (faladas) semanticamente congruentes ou incongruentes. (Comumente conhecidas por crianças em idade pré-escolar)
3	(LORUSSO, M. L. et al., 2015)	19	N400	Semântico	120 sentenças apresentadas para avaliação da capacidade de julgar a plausibilidade semântica de combinações verbo-objeto.
4	(EPSTEIN, B. et al., 2014)	54	N200	Semântico e fonológico	Um paradigma GO / No-GO foi usado no estudo por meio da apresentação de um estímulo visual (imagem).
5	(PURDY, J. D. et al., 2014)	32	P600	Sintático	240 sentenças experimentais (divididas em gramaticais e agramaticais) - (estímulo auditivo)
6	(EPSTEIN, B. et al., 2013)	65	P600	Sintático	256 sentenças compostas por 64 quádruplos que incluía três frases gramaticais e uma frase não gramatical.
7	(MALINS, J. G. et al., 2013)	32	N100 PMN N400	Semântico	Apresentação de estímulo auditivo e visual para julgamento de relação entre os estímulos.
8	(YODER, P. J. et al., 2013)	129	N100	Prosódico	Quatro sons monossilábicos da fala contendo dois contrastes: contraste do ponto de articulação (/da/ vs. /ga/) e um contraste de modo de articulação (/ba/ vs. /pa/).
9	(ARCHIBALD, L. M. D. JOANISSE, M. F. 2012)	32	N100 PMN N400	Fonológico	30 pares de palavras CV ou CVC iniciando com fricativas e diferindo na vogal subsequente entre anteriores e posteriores.
10	(SABISCH, B. et al. 2009)	22	P600	Sintático e prosódico	192 sentenças em voz passiva com ou sem violação sintática ou semântica.
11	(Fonteneau, E. van der Lely, H. K. 2008)	128	N100 P200 P300 N400 P600	semânticos e sintáticos	Sentenças contendo violações Sintáticas e semânticas.
12	(SABISCH, B. et al., 2006)	22	N400	semântico-lexical	Sentenças corretas e sentenças com violação da restrição seletiva do verbo

Segundo Romero et al. (2015), os ERPs são a resposta elétrica em picos positivos e negativos com latência específica gerados pelo tálamo, córtex auditivo e por áreas de associação corticais que podem envolver tarefas de discriminação, integração e atenção. Quanto aos componentes analisados, a N400 foi o componente

mais estudado, representando um total de 7 estudos (58.3%), seguido da P600 em 5 estudos (41.6%), N100 em 4 estudos (33.3%), e LPC, P200, P300 e N200 com um estudo cada (8.3%).

4.4. N400

Dos 12 artigos elegíveis para a análise final da revisão sistemática, sete estudos (HAEBIG et al., 2018; PIJNACKER et al., 2017; LORUSSO et al., 2015; MALINS et al., 2013; ARCHIBALD; JOANISSE, 2012; FONTENEAU; VAN DER LELY, 2008; SABISCH et al., 2006) utilizaram o componente N400 como forma de obtenção de registro eletroencefalográfico por meio de Potenciais Relacionados a Eventos.

No estudo de Haebig et al. (2018), verificou-se que após a análise dos dados, não houve diferenças entre os grupos na tarefa de julgamento de relação entre imagens e estímulos linguísticos sonoros. Verificou-se ainda que testes de incompatibilidade elicitaram um N400 robusto em ambos os grupos, sem diferenças de grupo na amplitude média ou latência de pico. No entanto, após testes de incompatibilidade, o grupo de crianças com DT demonstrou um componente positivo tardio mais robusto em relação ao grupo de crianças com TDL.

Pijnacker et al. (2017) evidenciaram que após as crianças julgarem sentenças (faladas) semanticamente congruentes ou incongruentes, obteve-se a presença de um efeito significativo do N400 posterior em janelas de tempo de 300–500 ms e 500–800 ms no grupo de crianças com DT. Em contraste com esse resultado, o grupo de crianças com TDL apresentou apenas um efeito N400 confiável na janela de tempo posterior, 500-800 ms, e com presença mais fraca nos eletrodos posteriores.

No estudo de Lorusso et al. (2015), os grupos de crianças com e sem TDL tiveram que avaliar sentenças para julgamento da plausibilidade semântica de combinações verbo-objeto, as análises de ROI e SPM de potenciais relacionados a eventos apontaram para um envolvimento predominante do hemisfério esquerdo, em vez do hemisfério direito, na compreensão de expressões figurativas. Foram realizadas ainda, correlações entre a amplitude do N400 e as tarefas comportamentais foram calculadas, mas nenhuma correlação significativa surgiu entre os dados comportamentais e de ERPs da tarefa experimental em todo o grupo. Porém, correlações interessantes surgiram com a amplitude do ERPs nos três grupos separadamente.

Malins et al. (2013) observaram, após aplicação de tarefa de julgamento de correspondência imagem-palavra e obtenção dos dados EEG, uma falta de atenuação do N400 para palavras que rimam no grupo TDL, o que sugere que as mesmas não eram tão sensíveis à semelhança de rima como seus pares em desenvolvimento típico, ou não suprimiam alternativas lexicais na mesma medida.

No estudo de Archibald e Joanisse (2012), utilizaram-se de 30 pares de estruturas silábicas CV (consoante-vogal) ou CVC (consoante-vogal-consoante) iniciando com fricativas e diferindo na vogal subsequente entre anteriores e posteriores. As análises se concentraram em três componentes negativos comumente associados ao reconhecimento auditivo de palavras: o N100, PMN e N400. A amplitude do N400 foi quantificada no intervalo de tempo entre 340–500 milissegundos. As respostas neurais a incompatibilidades lexicais inesperadas indexadas pelo componente N400 foram às mesmas para ambos os grupos.

Fonteneau e Van Der Lely (2008) em seu estudo observaram o efeito do N400, na condição entre 250 e 400 milissegundos. Em crianças com TDL, observou-se um efeito N400 seguido por uma positividade tardia amplamente distribuída para as sentenças incorretas.

4.5. P600

Purdy et al. (2014) utilizou o P600 para investigar a fraqueza na avaliação das dependências estruturais em frases, analisando possíveis fontes de limitações de tempo e de concordância em crianças com e sem TDL. Após as análises, foi observado que os erros de concordância em relação às sentenças gramaticais produziram um componente P600 em todos os grupos estudados. Além disso, constatou-se ainda que os erros de concordância elicitaram uma negatividade anterior, já esperada. No entanto, em relação ao grupo com DT, a manifestação do componente P600 para os erros de finitude de longa distância foi atrasado, enquanto o mesmo foi reduzido em amplitude e com uma menor duração para o grupo com TDL. De modo, geral, os pesquisadores evidenciaram que os erros de concordância local provocaram um aumento na amplitude da negatividade anterior e do P600 em relação às sentenças gramaticais correspondentes, sem diferenças significativas de amplitude no P600 entre os grupos DT e TDL.

Ao avaliar a capacidade de julgamento da plausibilidade semântica de combinações verbo-objeto, apesar de não estudar diretamente o componente P600, Loruso et al. (2015) explicitaram que estudos de ERPs sobre a compreensão da linguagem figurativa mostram efeitos no componente N400 ou a combinações de efeitos entre os componentes N400 e P600, sugerindo que a linguagem não literal requer um processamento semântico difícil. O que corrobora com estudos mais atuais, que tem mostrado que o componente P600 pode refletir uma resposta à violações sintáticas e também semânticas (COSTA, 2017).

Epstein et al. (2013) ao estudar o processamento de “*Wh-questions*” do sujeito e do objeto em sentenças em crianças com DT e com TDL evidenciaram que as formas de onda ERP abrangendo a dependência de “*Wh-questions*” revelou uma positividade anterior sustentada grande e generalizada para o objeto em relação às questões do sujeito no grupo DT, indicando o processamento diferencial dessas questões. Esse efeito foi atenuado e não significativo no grupo de crianças com TDL. Dessa forma, as crianças DT e TDL apresentaram diferenças quanto à amplitude e topografia espacial das respostas do ERPs às “*Wh-questions*” de sujeito e objeto em frase. Nesse estudo em específico, verificou-se o não direcionamento da análise por meio de componentes específicos, levando-se em consideração para as análises, fatores como assuntos (objeto e sujeito), tempo (400–600, 600–800, 800–1000, 1000–1200, 1200–1350 ms) e localização (esquerda, linha média, direita anterior).

Sabish et al. (2009) ao estudarem o processamento da informação prosódica em crianças com e sem TDL identificaram a presença de uma negatividade anterior inicial bilateral, sustentando uma negatividade anterior tardia e um P600 nas regiões posteriores em resposta a sentenças incorretas. Verificou-se ainda que crianças com TDL apresentaram um P600 comparável ao de crianças sem a patologia, mas com a ausência completa de uma negatividade anterior direita e ausência da negatividade anterior esquerda inicial relacionada à sintaxe. Estes resultados podem sugerir, dessa forma, que crianças com TDL podem acessar informações prosódicas de forma diferente de crianças com desenvolvimento típico, podendo influenciar negativamente no desenvolvimento das habilidades de processamento sintático.

4.6. N100/P200

Fonteneau e Van Der Lely (2008) analisaram as latências de pico, amplitudes de pico e as amplitudes médias por meio dos eletrodos Fz, Cz e Pz mostraram uma maior deflexão negativa na janela de tempo 70-190 ms para o componente N100 e uma maior deflexão positiva na janela de tempo 120-220 ms para o componente P200. Em relação à correlação entre os grupos, a análise dos dados demonstrou um padrão semelhante de resultados para o N100 e P200 para ambos os grupos. Assim, as respostas elétricas do cérebro associadas à detecção perceptual de uma mudança discreta no ambiente auditivo (N100/P200) foram rápidas para as crianças com TDL e crianças com DT, quanto para seus controles pareados por idade.

Archibald e Joanisse (2012) ao usar ERPs para estudar as respostas neurais à coarticulação em crianças em idade escolar com e sem TDL, identificaram que a informação coarticulatória incongruente resultou em uma modulação do N100 no grupo com TDL, mas não em DT, enquanto uma PMN foi eliciada no grupo com DT, mas não no grupo com TDL, a uma relativa insensibilidade a importantes características subfonêmicas no TDL.

Yoder et al. (2013) estudaram a velocidade de processamento de fala e gramática antes e depois do tratamento gramatical com fonoaudiólogos. Verificou-se que os pré-escolares com desenvolvimento típico processavam a fala mais rápido do que os pré-escolares com TDL antes do tratamento, mas não após o tratamento, visto que passaram a ter uma rapidez no processamento da fala. Também na amostra de TDL, a velocidade pós-tratamento do processamento da fala foi negativamente correlacionada com o grau posterior de prejuízo na compreensão da elaboração da frase. Por fim, a mudança na velocidade de processamento da fala foi associada positivamente com a taxa de crescimento da gramática durante a fase de tratamento na amostra com TDL. Dados referentes à latência e amplitude dos componentes não foram apresentados no artigo.

4.7. PMN (Phonological Mapping Negativity)

Malins et al. (2013) ao analisarem a dinâmica temporal do reconhecimento auditivo de palavras em crianças com TDL por meio da análise da amplitude média e com enfoque especificamente nos efeitos de incompatibilidade nas condições de tipo de palavra, encontraram, em relação ao componente PMN, que as respostas foram

comparáveis entre os dois grupos de crianças. Mas levando em consideração os outros componentes analisados, N400 e N100, chegaram a conclusão que os grupos se diferenciavam na sensibilidade da rima e/ou competição lexical.

Archibald e Joanisse (2012) no estudo acerca do uso de ERPs para examinar as respostas neurais à coarticulação em crianças em idade escolar com e sem TDL encontraram, em relação ao PMN, foi observado no grupo com desenvolvimento típico uma incompatibilidade coarticulatória inicial, enquanto o grupo com TDL mostrou um PMN apenas quando uma incompatibilidade lexical ocorreu. O aumento da positividade foi observado na região temporal para o grupo com TDL, mas não para o grupo com DT em resposta à correspondência de informação coarticulatória inicial (mas incompatibilidade lexical).

4.8. ELAN (Early Left Anterior Negativity) / LAN (Left Anterior Negativity)

Fonteneau e Van Der Lely (2008) analisaram ainda, por meio de ERPs, medidas de amplitude média após o início de uma palavra crítica para diferentes janelas de tempo: o ELAN de 100 a 300 milissegundos, o N400 de 300 a 500 ms e o P600 de 800 a 1000 ms em relação à linha de base do pré-estímulo de 100 ms. Por meio desses registros, não foram encontrados efeitos significativos para a condição experimental ou interações com fatores topográficos. Ao analisar ERPs na janela de tempo de 100–300 ms para avaliar as respostas cerebrais automáticas dos participantes às violações sintáticas estruturais, observou-se o desencadeamento de uma ELAN, ao se considerar os controles de idade e linguagem, que estava ausente no grupo com TDL. A análise individual dos sujeitos apresentou ainda que, enquanto quase todos os sujeitos do controle de idade revelaram um ELAN, os sujeitos com TDL não apresentaram.

5. Qualidade Metodológica

O risco de viés foi analisado utilizando-se a escala ferramentas de avaliação crítica para estudos de coorte e para estudos transversais analíticos do Instituto Joanna Briggs (JBI, 2016a; b).

Apenas um artigo (Tabela 4) se enquadrrou como estudo do tipo de coorte. Para esse tipo de estudo, a ferramenta possui um *checklist* com 11 perguntas relacionadas à semelhança existente entre os grupos, as medidas de exposição e desfecho,

estratégias para controle de confusão, presença ou ausência do desfecho no início do acompanhamento dos participantes, o tempo de acompanhamento e estatística dos estudos.

No que diz respeito ao estudo avaliado, verificou-se que o tamanho da amostra dos grupos de crianças com DT é limitado, além do grupo de crianças com TDL não possuir uma amostra representativa da população, levando-se em consideração uma amostragem por conveniência. Futuros trabalhos de ERPs usando uma maior amostragem e mais representativas de crianças com Desenvolvimento típico e com TDL são necessárias para fornecer ERPs normativos em formação.

Tabela 4 - Avaliação metodológica dos estudos incluídos utilizando o *checklist* da avaliação crítica do JBI para estudos observacionais coorte.

Estudo	AVALIAÇÃO CRÍTICA										
YODER, P. J. et al., 2013	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11
	U	Y	Y	Y	U	NA	Y	Y	U	U	Y

LEGENDA: Y: Yes (Sim); U: Unclear (Não claro); NA: Not applicable (Não aplicável); Questões do instrumento do JBI: Q1: Os dois grupos eram semelhantes e recrutados na mesma população? Q2: As exposições foram medidas de forma semelhante para atribuir as pessoas tanto a expostas quanto grupos não expostos? Q3: A exposição foi medida de forma válida e confiável? Q4: Foram identificados fatores de confusão? Q5: Foram estabelecidas estratégias para lidar com fatores de confusão? Q6: Os grupos / participantes estavam livres do resultado no início do estudo (ou no momento de exposição)? Q7: Os resultados foram medidos de forma válida e confiável? Q8: O tempo de acompanhamento foi relatado e suficiente para ser longo o suficiente para resultados ocorrerem? Q9: O acompanhamento foi completo e, em caso negativo, foram descritos os motivos da perda de acompanhamento e explorado? Q10: Foram utilizadas estratégias para lidar com o acompanhamento incompleto? Q11: Foi usada análise estatística apropriada?

Onze artigos (Tabela 5) se enquadraram como estudos do tipo transversais. A ferramenta para estudos transversais analíticos foi utilizada para avaliar os referidos estudos por meio de oito perguntas que analisaram os critérios de inclusão e exclusão, descrição da população dos estudos, delimitação das medidas de exposição e desfecho, estratégias para controle de confusão e a análise estatística dos estudos.

Todos os estudos foram classificados com uma possibilidade de possuir um bom risco de viés. Observou-se na grande maioria dos estudos uma falha no que se refere a uma melhor descrição da população estudada, tais como, tamanho amostral, falta de clareza na verificação da exposição, falta de descrição clara da população da qual os participantes do estudo foram selecionados ou recrutados, incluindo dados demográficos, localização e período de tempo. Essa falta de detalhamento da

população acaba gerando dificuldade para que outros pesquisadores possam determinar se ela é comparável à população de interesse ou não para eles.

Tabela 5: Avaliação metodológica dos estudos incluídos utilizando o *checklist* da avaliação crítica do JBI para estudos observacionais transversais.

Estudo	AVALIAÇÃO CRÍTICA							
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
(HAEBIG, E. et al., 2018)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(PIJNACKER, Judith, et al., 2017)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(LORUSSO, M. L. et al., 2015)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(EPSTEIN, B. et al., 2014)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(PURDY, J. D. et al., 2014)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(EPSTEIN, B. et al., 2013)	Y	Y	Y	Y	U	U	Y	Y
(MALINS, J. G. et al., 2013)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(ARCHIBALD, L. M. D. 2012)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(SABISCH, B. et al. 2009)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y
(Fonteneau, E. Van der Lely, H. K. 2008)	N	U	U	Y	Y	Y	Y	Y
(SABISCH, B. et al., 2006)	Y	U	Y	Y	Y	Y	Y	Y

LEGENDA: Yes (Sim); U: Unclear (Não claro); NA: Not applicable (Não aplicável); Questões do instrumento do JBI: Q1: Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos? Q2: Os sujeitos do estudo e o ambiente foram descritos em detalhes? Q3: A exposição foi medida de forma válida e confiável? Q4: Foram usados critérios objetivos e padronizados para a medição da condição? Q5: Foram identificados fatores de confusão? Q6: Foram estabelecidas estratégias para lidar com fatores de confusão? Q7: Os resultados foram medidos de forma válida e confiável? Q8: Foi usada uma análise estatística apropriada?

6. DISCUSSÃO

A partir da realização desta revisão sistemática, verificou-se, primeiramente, a existência de diversas bases de armazenamento de informações e de pesquisas. Uma dificuldade encontrada nesta revisão foi a não uniformidade em relação à busca de informação nas bases eletrônicas de dados, seja pela indexação dos artigos por meio dos descritores específicos alocados de acordo com as bases, seja pela dificuldade encontrada na realização da busca nas mesmas para uma obtenção confiável de resultados, muitas vezes sendo feita adaptações necessárias para uma melhor coleta de informações.

Em relação aos estudos elegíveis para análise, verificou que todos foram publicados no período de 2008 à 2018. Pressupõe-se que esse resultado seja decorrente dos recentes avanços dos estudos eletrofisiológicos da linguagem e,

ainda, da diversidade de descritores utilizados nos estudos, uma vez que não há uma padronização dos mesmos. Uma padronização auxiliaria os pesquisadores a enquadrar seus trabalhos em uma temática específica, facilitando a recuperação do assunto nas bases de dados. Dessa forma, apesar do pouco tempo de estudos com o uso do eletroencefalograma para obtenção de dados de processamento linguísticos em crianças com TDL, verifica-se que o EEG vem sendo uma ferramenta promissora para esse tipo de estudo.

Todos os estudos realizaram o pareamento de idade entre os grupos estudados nessa revisão sistemática, crianças com TDL e crianças com Desenvolvimento Típico. Ricea (2020) coloca que isso se deve ao fato da suposição que crianças com desenvolvimento típico possuem uma aquisição da linguagem de forma fácil, barrando limitações extremas ou circunstâncias atenuantes. Dessa forma, ao se estudar o processamento linguístico em crianças com TDL, correlacionando os dados obtidos sempre ao de um grupo referência, crianças com desenvolvimento típico, os estudos sobre TDL invariavelmente abrangem o que já se sabe sobre a aquisição da linguagem nesses dois grupos de crianças. A pesquisadora afirma ainda que esses estudos contribuem para se aprofundar os conhecimentos acerca da patologia estudada, mas também para possíveis novos caminhos causais de uma aquisição universal da linguagem humana, bem como das vulnerabilidades na aquisição da linguagem.

Em dois estudos (EPSTEIN et al., 2013; FONTENEAU; VAN DER LELY, 2008), teve-se a presença de um terceiro grupo, composto por adolescentes/adultos em relação aos grupos com crianças com e sem TDL. Nesse caso, é necessário se levar em consideração o desenvolvimento e maturação cerebral, que não possui as mesmas propriedades dependendo da idade do indivíduo. O que justifica a diferença entre os resultados encontrados em relação aos componentes, tanto relacionado a questões temporal, topográfica, polaridade, latência, duração e amplitude. Nesse caso, a divergência entre os achados pode existir, mas não se pode chegar a uma conclusão clara sobre quais processos tal ativação ou não reflete (COSTA, 2017; KOOIJMAN et al., 2013).

Ricea (2020) aborda a necessário do desenvolvimento de pesquisas que envolvam associações com grupos não apenas por meio de pareamento de idade, grau de escolaridade e/ou sexo. É necessária também a associação de grupos de

crianças com TDL a grupos referenciais estratégicos, tais como, crianças em risco de futuro TDL, crianças com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH), crianças com transtornos de leitura e crianças com baixa inteligência não verbal. Por meio da comparação com grupos estratégicos mais delimitados é possível se chegar a achados sobre o momento da aquisição precoce da linguagem por meio de possíveis alterações desenvolvimentais tanto para crianças com TDL, quanto para crianças com DT, e em até que ponto outras condições atípicas estão relacionadas ou não ao TDL (RICEA, 2020).

Um ponto a se notar em relação aos artigos elegíveis é a especificidade do nível linguístico estudado nessa revisão sistemática a necessidade de considerar a multidimensionalidade da linguagem. É necessário observar a complexidade e multidimensionalidade da linguagem em relação às análises, partindo de um nível específico para um todo para uma visão mais geral do processamento linguístico (RICEA, 2020).

É necessário se pontuar ainda que crianças com TD em comparação com crianças com TDL não possuem problemas nas representações linguísticas, principalmente no nível fonológico, podendo nos mostrar que é necessário levar em consideração a complexidade das palavras utilizadas nos testes para poder se comparar os grupo. Nesse caso, ao se utilizar palavras mais simples, as crianças com DT se sairão melhores do que com TDL, mas ao se usar palavras mais complexas, como por exemplo, palavras de baixa frequência na sociedade, a diferença pode não se tornar significativa. Dessa forma, é necessário o cuidado durante a seleção de palavras, visto que em alguns estudos, ao se utilizar apenas estruturas silábicas para se estudar o comportamento linguísticos em ambos os grupos podem influenciar nos achados eletrofisiológicos durante o processamento linguístico.

Em relação aos estudos analisados, verificou-se uma concentração em relação ao processamento linguístico relacionado à compreensão. Dessa forma, como aponta Coêlho et.al (2021) observa-se uma tendência ao não estudo do processamento linguístico relacionado à produção oral. Isso se deve pelo fato da interferência de artefatos musculares, tais como contração labial, movimento mandibular e da língua, que acabam influenciando negativamente no momento da captação dos dados por meio do EEG. É necessário se considerar ainda a complexidade do ato de produção da fala, visto que é necessário a integração do sistema neurológico e das estruturas

orofaciais por meio da coordenação de três mecanismos: organização de conceitos linguísticos, a expressão simbólica e o planejamento e organização do ato motor de fala (BRAZ et.al., 2020; GIANNECCHINI, YUCUBIAN-FERNANDES, MAXIMINO, 2016).

Ao se discutir os achados eletroencefalográficos por meio dos potenciais relacionados a eventos, a grande maioria dos estudos utilizaram tarefas com estímulo visual e/ou auditivo. Coady (2013) afirma que crianças com TDL, tendem a realizar a nomeação de imagens de forma mais lenta e menos precisa do que crianças sem TDL, apontando para uma deficiência a nível morfossintático como a principal razão para a falha na compreensão de sentenças complexas. Esse déficit lexical se mantém, mesmo com a compreensão das palavras apresentadas, E sugere-se que como uma das explicações para o mau desempenho da compreensão de sentenças em crianças com TDL. Assim, o conhecimento linguístico sintático limitado de crianças com TDL é explícito em dependências não apenas de localização dentro de uma frase sintaticamente complexa. (JEEWON; DONGSUN, 2021)

Encontra-se na literatura que crianças com TDL estão comumente ligadas a limitações na velocidade ou capacidade de processamento cognitivo, apresentando-se como mais lentas do que seus pares com DT da mesma idade em fazer julgamentos de gramaticalidade na identificação de palavras-alvo durante a escuta de sentenças (JONES; GERT, 2021).

Em relação aos resultados gerados pelos dados com o componente N400, verificou-se que a maioria dos estudos analisou esse potencial relacionado a evento em relação ao TDL. Isso pode ser justificado pela configuração da própria patologia, visto que o nível semântico é um dos mais afetados nesse transtorno de Linguagem e o N400 se torna um componente fundamental e promissor para a obtenção de respostas acerca de desordens cognitivas e linguísticas no TDL (ROMERO, 2015).

Nessa revisão sistemática, um ponto importante que se verificou em relação aos estudos que utilizaram o N400 para obtenção de dados linguísticos foi em relação a uma variação nos resultados referente ao componente e faixa etária da população estudada. Lindau et al. (2017) aponta que o efeito do N400 possibilita analisar questões psicolinguísticas em diferentes fases do desenvolvimento, não passíveis de serem analisadas por outros tipos de medidas, mas que, dependendo da idade do

participante, a latência e amplitude da onda pode sofrer um declínio e que fatores como, uso de palavras frequentes, o contexto empregado e a posição da palavra na frase, pode influenciar diretamente na amplitude do efeito gerado pelo estímulo. Dessa, forma, verificaram-se diferenças no achados eletrofisiológicos deste componente, podendo-se inferir dificuldades quanto aos aspectos semânticos durante o processamento da linguagem, considerando a complexidade da demanda exigida em cada fase.

Em relação aos dados obtidos por meio dos registros do componente P600, verificou-se o se encontra na literatura acerca do mesmo. Pesquisas frequentemente relatam os componentes N400 e P600 de forma padronizada em estudos com crianças com TDL, sendo comumente utilizado para se estudar o processamento de sentenças, visto que o mesmo pode refletir, por exemplo, uma resposta a um estímulo associado à reanálise de nível de frase tardia após a detecção de uma anomalia sintática. (JONES; GERT, 2021).

Quanto à prosódia, apenas um estudo realizou a investigação direta desse nível linguístico. É necessário pontuar a sua importância, visto que é necessário considerar que os seus parâmetros surgem de forma precoce no processo de desenvolvimento da linguagem, visto que as crianças já dominam os padrões prosódicos de uma língua antes da produção das primeiras palavras. (LOPES; LIMA, 2014; LIMA; CONSTANTINNI, 2017). Uma problemática encontrada em relação à análise da prosódia por meio do EEG se dá na questão das idades diferentes em que a velocidade de processamento da fala pós-tratamento fonoaudiológico na amostra do grupo com TDL e DT. Embora a idade não tenha se correlacionado com a velocidade de processamento da fala no presente estudo, é possível que a habituação na amostra de TDL possa ter afetado a velocidade de processamento da fala. Embora essa possibilidade não possa ser descartada, é uma confusão improvável porque houve um intervalo de seis meses entre os testes de ERPs na amostra com TDL.

Avanços na compreensão da neurobiologia dos processos linguísticos, no desenvolvimento atípico ou não da linguagem, e aprendizagem contribuirão para uma melhoria na qualidade de vida de crianças com transtorno de linguagem de modo geral.

6.1. Limitações da presente revisão

A principal limitação encontrada nesta revisão sistemática é a falta de homogeneidade entre os dados dos estudos, o que gera a impossibilidade de comparabilidade entre os mesmos por meio de uma meta-análise, levando-se em consideração a diversidade metodológica, tais como, os objetivos almejados, os estímulos utilizados, os componentes analisados, o número de eletrodos e local de captação escolhido. Dessa forma, fica evidente a necessidade de uma normatização para os critérios de aquisição dos dados quando se trata do processamento linguístico.

A apresentação dos resultados encontrados também não ocorre de forma padronizada, podendo se verificar isso quanto aos valores de latência e amplitude dos ERPs. Outro fator não é homogêneo se dá em relação aos protocolos de avaliação da linguagem e cognição utilizados, levando-se em consideração o idioma e a localização geográfica da origem dos estudos. Dessa forma, é necessário uma especificação sobre o melhor protocolo a ser utilizado e os padrões de normalidade na população infantil com desenvolvimento atípico da linguagem.

Outra questão que pode ser levantada nessa revisão é a concentração de estudos voltados para o nível semântico do processamento linguístico, o que pode ser justificado pelo que já dispõe a literatura acerca do que é mais afetado no processamento linguístico em crianças com TDL. Dessa forma, é necessário pesquisas que estudem os outros níveis linguísticos de forma mais aprofundada.

6.2. Implicações clínicas e para pesquisa

Um dos pontos mais importantes desta revisão sistemática é fornecer uma síntese narrativa crítica das evidências científicas disponíveis sobre o uso de registros EEG acerca do processamento linguístico em crianças com TDL. Os critérios de inclusão, protocolos de aquisição, análise e os resultados relacionados aos ERPs em um processamento linguístico com crianças com desenvolvimento típico e atípico, nos permitiram identificar as principais inconsistências e fragilidades nos estudos para minimizá-los em pesquisas futuras.

Após a busca, não foram encontrados estudos de origem brasileira, sendo necessário pontuar a discussão e o emprego dessa técnica a nível linguístico em

crianças com DT, visto que a literatura tem pontuado e comprovado a eficácia e a utilidade desse teste para a investigação da linguagem.

Portanto, evidencia-se a necessidade de mais pesquisas, a fim de solidificar e inserir o conhecimento acerca dos ERPs durante o processamento de crianças com desenvolvimento típico e atípico na prática clínica, de forma a integrar outros processos avaliativos já estabelecidos e utilizados para avaliação e monitoramento do tratamento em indivíduos com transtorno de linguagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação constituiu uma revisão sistemática acerca correlatos neurais dos processos eletrofisiológicos envolvido durante o processamento o processamento linguístico em crianças com Transtorno do Desenvolvimento de Linguagem, para que, dessa forma, se possa considerar e compreender aspectos linguísticos singulares em crianças com TDL. Trabalhos nessa área visam também a produção de conhecimento sobre o desenvolvimento de tecnologias úteis para avaliação e compreensão do desempenho dos componentes da linguagem em crianças com desenvolvimento da linguagem atípico.

De modo geral, os artigos analisados são consistentes com um compromisso científico robusto para compreender o funcionamento cerebral a nível eletrofisiológico, não de forma uniforme, no processamento linguístico em crianças com TDL. Assim, pressupõe-se que estudos nessa área possam contribuir não apenas para uma análise mais detalhada e compreensão dos mecanismos envolvidos no comportamento linguístico humano, mas também para a produção de conhecimento sobre o desenvolvimento de tecnologias úteis para avaliação e compreensão do desempenho dos componentes da linguagem em crianças com alterações na linguagem.

Em decorrência das divergências e algumas lacunas metodológicas visualizadas nos estudos sobre o uso do EEG durante o processamento linguístico em crianças com TDL, deixando os estudos heterogêneos, não foi possível generalizar os achados dos estudos. Dessa forma, sugere-se a necessidade de mais estudos primários, com padronização de avaliação, seleção de grupos e análise de dados para uma validação mais substancial em relação ao uso do EEG no estudo de transtornos de linguagem.

REFERÊNCIAS

- _____. JBI Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies. Australia: Joanna Briggs ARCHIBALD L. M.; JOANISSE, M. F. Atypical neural responses to phonological detail in children with developmental language impairments. **Dev Cogn Neurosci**, v. 2, n. 1, p. 139-151, Jan. 2012.
- ARDILA, A.; BERNAL, B.; ROSSELLI, M. How Localized are Language Brain Areas? A Review of Brodmann Areas Involvement in Oral Language. **Arch Clin Neuropsychol**, v. 31, n. 1, p. 112-122, Feb. 2016.
- ARDILA, A.; BERNAL, B.; ROSSELLI, M. The language area of the brain: a functional reassessment. *Revista de Neurologia*, v. 62, n. 3, p. 97-106, 2016b.
- BARMAN, Animesh et al. Electrophysiological findings in specific language impairment: a scoping review. **Hearing, Balance and Communication**, v. 19, n 1, p. 26-30, 2020.
- BAEK, S. et al. The most downloaded and most cited articles in radiology journals: a comparative bibliometric analysis. **European Radiology**, v. 28, n. 11, p. 4832–4838, 2018.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociência: desvendando o sistema nervoso**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BERES, A.M. Time is of the Essence: A Review of Electroencephalography (EEG) and Event-Related Brain Potentials (ERPs) in Language Research. **Appl Psychophysiol Biofeedback**. v. 42, p. 247–255, 2017.
- BERNARDO, W. M.; NOBRE, M. R. C.; JATENE, F. B. A prática clínica baseada em evidências: parte II - buscando as evidências em fontes de informação. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 104–108, jan. 2004.
- BRAZ, Cinthya et al. Sinais de risco para apraxia de fala infantil: revisão sistemática / risk signs for children's speech apraxis: systematic review. **Braz. J. of Develop. Curitiba**, v. 6, n. 9, p. 71593-71608, sep. 2020.
- CACERES-ASSENCO, Ana Manhani et al . Por que devemos falar sobre transtorno do desenvolvimento da linguagem. **Audiol., Commun. Res.** São Paulo, v. 25, 2020.
- CALMA-RODDIN, N.; DRURY, J. E. Music, Language, and The N400: ERP Interference Patterns Across Cognitive Domains. **Sci Rep**. V. 10, 2020.
- CAVALCANTE, Marianne; FONTE, Renata. Interface da psicolinguística e da Fonoaudiologia na Linguagem Oral. In **Fonoaudiologia e Linguística: teoria e prática** / Ana Cristina de Albuquerque Monte-Negro, Isabela Barbosa do Rêgo Barros, Nadia Pereira da Silva Gonçalves de Azevedo (org.). -1º ed. – Curitiba, Appris, 2016.

COADY, Jeffry et al. The role of phonotactic frequency in sentence repetition by children with specific language impairment. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 53, n. 5, 2010.

COADY, Jeffry. Rapid naming by children with and without specific language impairment. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 56, n. 2, 2013.

COÊLHO, J. F. et al. Contribuições da eletroencefalografia para os estudos em apraxia de fala secundária à Síndrome de Down. In: Paulo Vinícius Ávila Nóbrega (org). **Nuances da linguagem em uso: A Síndrome de Down em foco [Livro eletrônico]**. Campina Grande: EDUEPB, 2021. p 181-201.

COSTA, Marília Uchôa Cavalcanti Lott de Moraes. A técnica de ERP no processamento de sentenças de crianças: uma revisão. **Revista de Estudos da Linguagem**, v.25, n.3, p.1537-1566, 2017.

DA COSTA, Jorge; PEREIRA, Vera. **Linguagem e cognição [recurso eletrônico]: relações interdisciplinares**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

DE SÁ, Lidia. **Controle de qualidade de imagem em tomografia por emissão de pósitrons**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Nuclear) – COOPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

DEHAENE, S; COHEN, L. The unique role of the visual word form area in reading. **Trends Cogn Sci**, v.15, n. 6, p. 254-62, Jun./2011.

EPSTEIN B. et al. Can children with SLI detect cognitive conflict? Behavioral and electrophysiological evidence. **J Speech Lang Hear Res**. V. 57, n. 4, p. 1453-1467, ago. 2014.

EPSTEIN B. et al. ERPs reveal atypical processing of subject versus object Wh-questions in children with specific language impairment. **Int J Lang Commun Disord**. V. 48, n. 4, p. 351-365, jul/ago. 2013.

FIORIN, José Luiz (Org.). **Introdução à linguística: Objetos teóricos**. -6. Ed., 2ª reimpressão. – São Paulo: Contexto, 2012.

FORTUNATO-TAVARES, Talita et al. Processamento linguístico e processamento auditivo temporal em crianças com distúrbio específico de linguagem. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v. 21, n. 4, p. 279-284, Dec. 2009.

FRANÇA, A. Neurofisiologia da linguagem: aspectos micromodulares. In: MAIA, Marcus; FINGER, Ingrid (Org.). **Processamento da linguagem**. Pelotas: EDUCAT, 2005. P. 535p.

FRIEDERICI, A. D. Towards a neural basis of auditory sentence processing. **Trends Cogn. Sci**. v. 6, p. 78–84, 2002.

GALLINAT, E.; TAMMIE J. Differences in the performance of children with specific language impairment and their typically developing peers on nonverbal cognitive tests:

a meta-analysis. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 57, n. 4, 2014.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTEI, L. M. **Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação**. *Logeion: Filosofia da Informação*, v. 6, n. 1, p. 57-73, set. 2019.

GATHERCOLE, S.; BADDELEY, A. Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection?. **Journal of Memory and Language**, v. 29, p. 336-360, 1990.

GAUDET, Isabelle et.al. Functional Brain Connectivity of Language Functions in Children Revealed by EEG and MEG: A Systematic Review. **Front. Hum. Neurosci.**, v. 14, n. 62, mar. 2020.

GIANNECCHINI, Taísa; YUCUBIAN-FERNANDES, Adriano; MAXIMINO, Luciana Paula. Praxia não verbal na fonoaudiologia: revisão de literatura. **Rev. CEFAC [online]**, v. 18, n. 5, p.1200-1208, 2016.

GOMES, M. Bases fisiológicas do eletroencefalograma. **Rev Bras Neurol.** v. 51, n. 1, p. 12-17, 2015.

GORMLEY, Andrea. **Phonological mismatch errors: An acoustic analysis**. Tese (Doutorado em Filosofia). Institute of Cognitive Science, Carleton University, Ottawa, 2010.

HAEBIG, E. et al. An Initial Investigation of the Neural Correlates of Word Processing in Preschoolers With Specific Language Impairment. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 61, n. 3, p. 729, 2018.

HAGE, Rocha; RODRIGUEZ, Victor. Distúrbio Específico de Linguagem – Aspectos Clínicos e Educacionais. IN: MARCHESAN, Irene; JUSTINO, Hilton, TOMÉ, Marileda. **Tratado de especialidades em fonoaudiologia/organização**. - 1. ed. - São Paulo: Guanabara Koogan, 2014.

HEIDRICH, Oliveira et.al. Jogos digitais para interação com brain computer interface para auxiliar no processo de inclusão escolar de pessoas com paralisia cerebral. **12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Blucher Design Proceedings**, Volume 2, p. 3397-3407, 2016.

HÜBNER, L. C., SILVA, C. L.; SCHNEIDER, F. Aquisição e processamento (a)típico da linguagem (L1 e L2). **Letrônica**, v. 10, n. 2, p.506-512, 2018.

INDEFREY, P.; LEVELT, W. J. M. The spatial and temporal signatures of word production components. **Cognition**, v.92, n.1/2, p. 101-144, mai./jun. 2004.

Institute 2016b. JBI. **JBI Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies**. Australia: Joanna Briggs Institute 2016a.

JESUS, Daniela Brito de. **Efeitos de priming sintático em português brasileiro: um estudo eletrofisiológico**. Tese (doutorado em Linguística) - Centro de Comunicação e Expressão, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

JONES, David; GERT, Westermann. Predictive Processing and Developmental Language Disorder. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 64, n. 1, p. 181-185, 2021.

Kandel E. R. **Princípios de Neurociências**. 5ª. Edição, Editora ArtMed, 2014.

KEY-DELYRIA, Sarah. Sentence Processing in Traumatic Brain Injury: Evidence From the P600. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 59, n. 4, p. 759-771, 2016.

LAGE, Aleria Cavalcante. Análise de novos dados linguísticos: va eletroencefalografia em neurociência da linguagem. **Revista FSA**, Teresina, v. 10, n. 1, art. 9, pp. 153-172, Jan./Mar. 2013.

LEITÃO, M. Psicolinguística Experimental: Focalizando o processamento da linguagem. In: MARTELOTTA, M. (org.) **Manual de Linguística**. São Paulo: Contexto, 2008.

LEONARD, L. B. Children with specific language impairment and their contribution to the study of language development. **J Child Lang**. v. 41, n. 1, p. 38-47, 2014.

LEONARD, L. B. et al. Speed of processing, working memory, and language impairment in children. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 50, p. 408-428, 2007.

LEVELT, Willem Johannes Maria. Models of word production. **Trends in Cognitive Sciences**, v.3, n.6, p.223-232, 1999.

LEWENDON, Jennifer; MORTIMORE, Laurie; EGAN, Ciara. The Phonological Mapping Negativity: History, Inconsistency, and Future Direction. **Frontiers in Psychology**, v. 11, p. 1967- 1970, 2020.

LIMA, Aveliny Mantovan; CONSTANTINI, Ana Carolina; Prosódia e fonoaudiologia: do fonoestilo ao transtorno da linguagem, p. 133 -144. In: FREITAG, R.; LUCENE, L. (Org.). **Prosódia da fala: pesquisa e ensino**. São Paulo: Blucher, 2017.

LINDAU, Tâmara Andrade et al. Processamento semântico em crianças de zero a seis anos de idade: uma análise com o N400. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 690-701, set. 2017.

LINDAU, Tâmara et al. Processamento semântico em crianças de zero a seis anos de idade: uma análise com o N400. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v.19, n. 5, p. 690-701, Sept. 2017.

LINDAU, Tâmara. **Medidas Eletrofisiológicas de Crianças com e sem Transtornos da Comunicação em Tarefa de Julgamento Semântico**. Tese (Doutorado em

Psicologia) - centro de educação e ciências humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

LOPES, Leonardo Wanderley; LIMA, Ivonaldo Leidson Barbosa. Prosódia e transtornos da linguagem: levantamento das publicações em periódicos indexados entre 1979 e 2009. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v.16, n. 2, p. 651-659, Apr. 2014.

LORUSSO M. et al. Processing Sentences with Literal versus Figurative Use of Verbs: An ERP Study with Children with Language Impairments, Nonverbal Impairments, and Typical Development. **Behav Neurol**, 2015.

Luck, S. **An Introduction to the Event-Related Potential Technique**. Second edition. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2014.

MALINS J. G. et al. ERPs reveal the temporal dynamics of auditory word recognition in specific language impairment. **Dev Cogn Neurosci**, v 5, p. 134-148, jul. 2013.

MANES, Facundo. **Usar o cérebro: Aprenda a utilizar a máquina mais complexa do universo**. - 1. ed. - São Paulo: Planeta, 2015.

MENG, Lu; XIANG, Jing. Frequency specific patterns of resting-state networks development from childhood to adolescence: A magnetoencephalography study. **Brain and Development**, v. 38, n. 10, p. 893-902, 2016.

MONTEIRO, A. P. S. **Propriedades das imagens e avaliação de comportamentos linguísticos**. Tese (doutorado em Linguística) – Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

MOTA, Mailce. Sistemas de memória e processamento da linguagem: um breve panorama. **Revista Linguística / Revista do Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, v. 11, n. 1, p. 205-2015, jun. 2015.

O'REILLY, Christian; LEWIS, John; ELSABBAGH, Mayada. Is functional brain connectivity atypical in autism? A systematic review of EEG and MEG studies. **PloS one**, v. 12, n. 5, 2017.

OLDHAM S.; FORNITO A. The development of brain network hubs. **Dev Cogn Neurosci**, v.36, abr. 2019.

ORTIZ, Karin Zazo. **Distúrbios neurológicos adquiridos: linguagem e cognição**. – 2. ed. Manole, Barueri, SP: 2010.

PAGE M. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, n. 71, p. 372, 2021.

PEDROSO, Fleming; ROTTA, Newra. Transtorno da linguagem. In: ROTTA, Newra; OHLWEILER, Lygia, RIESGO; Rudimar. **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e Multidisciplinar [recurso eletrônico]** / Organizadores, – 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2016.

PIJNACKER, Judith, et al. Semantic processing of sentences in preschoolers with specific language impairment: evidence from the N400 effect. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 60, n. 3, 2017.

PIMENTEL, B. N. Afasia: da Antiguidade ao século XX. **Research, Society and Development**, v. 9, n.6, e127963628, 2020.

PISSANI, Laura. Breve introdução ao campo da Psicolinguística. Academia.edu, 2013. **Disponível em:** < https://www.academia.edu/16716004/Breve_introdução_ao_campo_da_Psicolinguística>. Acesso em: 11/09/2020 às 16:09.

PUGLISI, Marina Leite; BEFI-LOPES, Debora Maria. Impacto do distúrbio específico de linguagem e do tipo de escola nos diferentes subsistemas da linguagem. **CoDAS**, v. 28, n. 4, p. 388-394, ago. 2016.

PURDY J. D.; LEONARD L. B.; WEBER-FOX, C.; KAGANOVICH, N. Decreased sensitivity to long-distance dependencies in children with a history of specific language impairment: electrophysiological evidence. **J Speech Lang Hear Res**, v. 57, n. 3, p. 1040-1059, jun. 2014.

RAMOS, Camila Davi. **Caracterização do eletroencefalograma normal em situação de vigília: elaboração da base de dados e análise quantitativa**. Dissertação (mestrado Engenharia Elétrica): Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

RICEA, Mabel L. Advances in Specific Language Impairment Research and Intervention: An Overview of Five Research Symposium Papers. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 63, n. 10, p. 3219-3223, 2020.

RODRIGUES, Erica dos Santos. Explorando o processamento linguístico: Psicolinguística e Teoria Linguística em diálogo. IN: HERMONT, Arabie et al. **Gerativa: (inter)faces de uma teoria**. – Florianópolis: Beconn | Produção de conteúdo, 2014.

RODRIGUES, Thaís Vasconcelos. Processamento linguístico e consciência. **Primeiros Escritos**, São Paulo, n.10, p. 343–352, 2020.

ROMERO, Ana Carla Leite et al. Potenciais relacionados a eventos em pesquisa clínica: diretrizes para eliciar, gravar, e quantificar o MMN, P300 e N400. **Audiol., Commun. Res**, v. 20, n. 2, p. 7-9, Jun. 2015.

ROSSI, Natália. Uso das técnicas de ressonância magnética Funcional e eletroencefalografia nos estudos sobre o desenvolvimento da linguagem. IN: GIACHETI, Célia Maria (org.). **Avaliação da fala e da linguagem: perspectivas interdisciplinares**. – Marília: Oficina Universitária. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

SABISCH B. et al. Children with specific language impairment: the role of prosodic processes in explaining difficulties in processing syntactic information. **Brain Res**, v. 19, n. 1261, pag. 37-44, Mar. 2009.

SABISCH B. et al. Lexical-semantic processes in children with specific language impairment. **Neuroreport**, v. 17, n. 14, p. 1511-1514, out. 2006.

SCHERER, Lílian Cristine; GABRIEL, Rosângela. Processamento da linguagem: contribuições da neurolinguística. **Signo**, v. 32 n 53, p. 66-81, dez, 2007.

SILVA, Isabella. **Desempenho da linguagem falada de pré-escolares nascidos prematuros e correlatos eletrofisiológicos**. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2018.

SKEIDE, M. A.; FRIEDERICI, A. D. The ontogeny of the cortical language network. **Nat Rev Neurosci**, v. 17, n. 5, p. 323-332, mai. 2016.

SOTO, M.; ALMEIDA, W. C. Entre a agramaticalidade e a variação: concordância verbal, sociolinguística e neurociência da linguagem. **ReVEL**, vol. 19, n. 36, 2021.

SOUSA, Lucilene; SCHNEIDER, Fernanda. As bases neurais da linguagem e o hemisfério direito na construção de sentidos. **Revista do GEL**, v. 17, n. 3, p. 304-328, 2020.

TALLAL, P.; PIERCY, M. Developmental aphasia: The perception of brief vowels and extended stop consonants. **Neuropsychologia**, v.13, p.69-74, 1975.

TREMBLAY P.; DICK A. S. Broca and Wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology. **Brain Lang**, v. 162, p. 60-71, nov. 2016.

ULLMAN, M. T.; PIERPONT, E. I. Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. **Cortex**, v.41, p. 399-433, 2005.

VÉRTES, Petra; BULLMORE, Edward. Annual research review: growth connectomics – the organization and reorganization of brain networks during normal and abnormal development. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 56, n. 3, p. 299-320, 2015.

YODER P. J. et al. Normative topographic ERP analyses of speed of speech processing and grammar before and after grammatical treatment. **Dev Neuropsychol**, v. 38, n. 8, p. 514-533, 2013.

YOO, Jeewon; Yim, Dongsun. Relative clause sentence processing in Korean-speaking school-aged children with and without specific language impairment. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 64, n.2, p. 510-530, 2021.

APÊNDICE A – ESTRATÉGIA COMPLETA DE BUSCA E QUANTITATIVO
DE REGISTROS ENCONTRADOS NA ETAPA DE IDENTIFICAÇÃO INICIAL

Base de dados	Estratégia de busca	Data da busca	Número de referências recuperadas
PubMed	((("evoked potential"[All Fields]) OR ("electroencephalography"[All Fields])) AND ("child"[All Fields])) AND ("developmental language disorders"[All Fields])	18/08/2020	56
	((("evoked potential"[All Fields]) OR ("electroencephalography"[All Fields])) AND ("child"[All Fields])) AND ("Specific language impairment"[All Fields])		
Embase	('event related potential' OR electroencephalography) AND child AND 'developmental language disorder'	18/08/2020	25
Lilacs	"EVOKED POTENTIALS"[palavras] or ELECTROENCEPHALOGRAPHY [Palavras] and CHILD [Palavras] and "Developmental language disorders" [Palavras] ("EVOKED POTENTIALS") or "ELECTROENCEPHALOGRAPHY" [Palavras] and "CHILD" [Palavras] and "SPECIFIC LANGUAGE IMPAIRMENT" [Palavras]	18/08/2020	0

	(Evoked Potentials OR Electroencephalography) AND (Child) AND (developmental language disorders)		
Cochrane	(Evoked Potentials OR Electroencephalography) AND (Child) AND (Specific language impairment) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	18/08/2020	38
Web of Science	ALL=("evoked potentials" OR Electroencephalography) A ND ALL=(Child*) AND ALL=("Developmental language disorders") ALL=("evoked potentials" OR Electroencephalography) A ND ALL=(Child*) AND ALL=("Specific language impairment")	18/08/2020	38
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("evoked potentials") OR TITLE-ABS-KEY (electroencephalography) AND TITLE-ABS-KEY (child) AND TITLE-ABS-KEY ("Developmental language disorders")) (TITLE-ABS-KEY ("evoked potentials") OR TITLE-ABS-KEY (electroencephalography) AND TITLE- ABS-KEY (child) AND TITLE-ABS-KEY ("Specific language impairment"))	18/08/2020	182
Google Acadêmico	"evoked potentials" "Electroencephalography" "Child" "developmental language disorders"	18/08/2020	22
ScienceDirect	{electroencephalography} AND {child} AND {developmental language disorders}	18/08/2020	7

{evoked potential} AND {child} AND
{developmental language disorders}

e

{electroencephalography} AND {child} AND
{Specific language impairment}
{evoked potential} AND {child} AND {
Specific language impairment }

	"evoked potentials"		
OpenGrey	"Electroencephalography" "Child" "developmental language disorders"	18/08/2020	0

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE EXTRAÇÃO DOS DADOS

24/05/2021

Formulário de extração de dados - EEG / TDL (artigos selecionados leitura completa)

Formulário de extração de dados - EEG / TDL (artigos selecionados leitura completa)

Trata-se do formulário de extração de dados da Revisão sistemática intitulada "Registros eletroencefalográficos durante o processamento linguístico em crianças com Transtorno do Desenvolvimento de Linguagem: uma revisão sistemática" conduzida por Francisco Tiago Meireles da Silva e Julyane Feitoza Côelho.

***Obrigatório**

1. Referência completa do estudo *

2. Desenho do estudo *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Estudo de coorte
- ☐ Estudo caso-controle
- ☐ Estudo transversal
- ☐ Estudo ecológico
- ☐ Outro

3. População do estudo *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Crianças com TDL
- ☐ Crianças com desenvolvimento típico da Linguagem
- ☐ Crianças com outra alteração de Linguagem

24/05/2021

Formulário de extração de dados - EEG / TDL (artigos selecionados leitura completa)

4. Faixa-etária da população *

5. Características do estudo

6. Estímulo utilizado *

7. Categoria Linguística avaliada *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Fonologia
☐ Semântica
☐ Sintaxe
☐ Morfologia
☐ Pragmática
☐ Prosódia
☐ Semântico-lexical

Outro: ☐

8. Número de eletrodos utilizado *

24/05/2021

Formulário de extração de dados - EEG / TDL (artigos selecionados leitura completa)

9. Componentes analisados *

10. Janela (ms)

11. Latência das ondas *

12. Amplitude das ondas *

13. Caracterização da Análise empregada *

24/05/2021

Formulário de extração de dados - EEG / TDL (artigos selecionados leitura completa)

14. Resultados *

15. Comentário (opcional)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

ANEXO A - CHECKLISTS PREFERRED REPORTING ITEMS FOR SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES (PRISMA 2020 CHECKLIST) (PAGE ET.AL, 2020)



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

ANEXO B - REGISTRO DA REVISÃO SISTEMÁTICA NA PLATAFORMA INTERNATIONAL PROSPECTIVE REGISTER OF SYSTEMATIC REVIEWS (PROSPERO)

PROSPERO International prospective register of systematic reviews



Public health (including social determinants of health)
No

Rehabilitation
No

Respiratory disorders
No

Service delivery
No

Skin disorders
No

Social care
No

Surgery
No

Tropical Medicine
No

Urological
No

Wounds, injuries and accidents
No

Violence and abuse
No

31. Language.

Select each language individually to add it to the list below, use the bin icon to remove any added in error.
English

There is not an English language summary

32. * Country.

Select the country in which the review is being carried out. For multi-national collaborations select all the countries involved.

Brazil

33. Other registration details.

Name any other organisation where the systematic review title or protocol is registered (e.g. Campbell, or The Joanna Briggs Institute) together with any unique identification number assigned by them. If extracted data will be stored and made available through a repository such as the Systematic Review Data Repository (SRDR), details and a link should be included here. If none, leave blank.

34. Reference and/or URL for published protocol.

If the protocol for this review is published provide details (authors, title and journal details, preferably in Vancouver format)

Add web link to the published protocol.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

Dental
No

Digestive system
No

Ear, nose and throat
No

Education
No

Endocrine and metabolic disorders
No

Eye disorders
No

General interest
No

Genetics
No

Health inequalities/health equity
No

Infections and infestations
No

International development
No

Mental health and behavioural conditions
No

Musculoskeletal
No

Neurological
Yes

Nursing
No

Obstetrics and gynaecology
No

Oral health
No

Palliative care
No

Perioperative care
No

Physiotherapy
No

Pregnancy and childbirth
No

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Methodology
No

Narrative synthesis
No

Network meta-analysis
No

Pre-clinical
No

Prevention
No

Prognostic
No

Prospective meta-analysis (PMA)
No

Review of reviews
No

Service delivery
No

Synthesis of qualitative studies
No

Systematic review
Yes

Other
No

Health area of the review

Alcohol/substance misuse/abuse
No

Blood and immune system
No

Cancer
No

Cardiovascular
No

Care of the elderly
No

Child health
Yes

Complementary therapies
No

COVID-19
No

Crime and justice

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



of the main findings. A second reviewer will cross-check all retrieved information. Disagreements will be resolved by authors by consensus or by a third reviewer.

27. * Risk of bias (quality) assessment.

State which characteristics of the studies will be assessed and/or any formal risk of bias/quality assessment tools that will be used.

The studies will at first be screened by the title and abstract with respect to the inclusion and exclusion criteria by each researcher involved in the search process. The next step contains a full-text inspection of the relevant studies. Further, a third researcher checks the extracted data once again. The Risk of bias will be performed by ROBINS-I (Risk of bias in non-randomized studies - of interventions) or Newcastle- OTTAWA.

28. * Strategy for data synthesis.

Describe the methods you plan to use to synthesise data. This must not be generic text but should be specific to your review and describe how the proposed approach will be applied to your data. If meta-analysis is planned, describe the models to be used, methods to explore statistical heterogeneity, and software package to be used.

Aggregated participant data will be used in this review. Meta-analysis using MedCalc will be performed as long as the data from the included studies are considered relatively homogeneous. Heterogeneity will be assessed using the I^2 statistics.

29. * Analysis of subgroups or subsets.

State any planned investigation of 'subgroups'. Be clear and specific about which type of study or participant will be included in each group or covariate investigated. State the planned analytic approach.

None planned

30. * Type and method of review.

Select the type of review, review method and health area from the lists below.

Type of review

Cost effectiveness

No

Diagnostic

No

Epidemiologic

No

Individual patient data (IPD) meta-analysis

No

Intervention

No

Living systematic review

No

Meta-analysis

Yes

production in children.

23. Context.

Give summary details of the setting or other relevant characteristics, which help define the inclusion or exclusion criteria.

24. * Main outcome(s).

Give the pre-specified main (most important) outcomes of the review, including details of how the outcome is defined and measured and when these measurement are made, if these are part of the review inclusion criteria.

The main outcome of this review is to better understand how the electroencephalographic records during Language processing in speech production in children with developmental language disorders.

Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you main outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

It will be considered the Event-related potential, peak wave latency, amplitude, time windows observed in the EEG techniques experiments during the speech production.

25. * Additional outcome(s).

List the pre-specified additional outcomes of the review, with a similar level of detail to that required for main outcomes. Where there are no additional outcomes please state 'None' or 'Not applicable' as appropriate to the review

Differences between electroencephalographic records in children with and without developmental language disorder.

Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you additional outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

Realize a comparative analysis considering the main differences founded in the Event-related potentially and waves latency/amplitude.

26. * Data extraction (selection and coding).

Describe how studies will be selected for inclusion. State what data will be extracted or obtained. State how this will be done and recorded.

SELECTION PROCESS:
The two reviewers will independently review the titles and abstracts of all references. These authors will select articles according to inclusion criteria based on their titles and abstracts. Posteriorly, the two authors will read the full-text of all selected articles and will exclude studies that do not meet the inclusion criteria. The same two authors will independently review all full-text articles. Disagreements will be resolved by the consensus of the authors or by the third reviewer.

DATA COLLECTION PROCESS:

The first reviewer will collect the required information from the selected articles, including the following author, year, study design, number of participants in each group, age range, quantitative data, and summary

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Alternatively, upload your search strategy to CRD in pdf format. Please note that by doing so you are consenting to the file being made publicly accessible.

Do not make this file publicly available until the review is complete

18. * Condition or domain being studied.

Give a short description of the disease, condition or healthcare domain being studied in your systematic review.

Psycholinguistics is the field dedicated to the study of the processes of production, understanding and acquisition of language, from the point of view of language processing. With the use of EEG, it is possible to analyze the Potentials Related to specific Events, thus enabling the refinement of the anatomical-functional map of language processing and a better understanding of the structural and functional connectivity of the areas involved in language processing in children with and without typical language development.

19. * Participants/population.

Specify the participants or populations being studied in the review. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

This review focuses on studies that used the electroencephalographic technique for the language processing

ANALYSIS INCLUSION CRITERIA: Studies that relate the EEG technique associated with linguistic processing; (2) experimental studies in children; (3) No language restriction; (4) No publication period restriction

EXCLUSION CRITERIA: literature review articles (2) position papers, forums and conferences (3) not available in full articles

20. * Intervention(s), exposure(s).

Give full and clear descriptions or definitions of the interventions or the exposures to be reviewed. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Developmental Language disorders

21. * Comparator(s)/control.

Where relevant, give details of the alternatives against which the intervention/exposure will be compared (e.g. another intervention or a non-exposed control group). The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Without language disorders

22. * Types of study to be included.

Give details of the study designs (e.g. RCT) that are eligible for inclusion in the review. The preferred format includes both inclusion and exclusion criteria. If there are no restrictions on the types of study, this should be stated.

The review will only include experimental studies with electroencephalographic techniques on speech

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Give the personal details and the organisational affiliations of each member of the review team. Affiliation refers to groups or organisations to which review team members belong. **NOTE: email and country now MUST be entered for each person, unless you are amending a published record.**

Mr Francisco Tiago Meireles da Silva. Universidade Federal da Paraíba
Miss Julyane Feitoza Coêlho. Federal University of Paraíba
Dr Giorvan  nderson dos Santos Alves. UFPB
Professor Gustavo Lopez Estivalet. UFPB

12. * Funding sources/sponsors.

Details of the individuals, organizations, groups, companies or other legal entities who have funded or sponsored the review.

None.

Grant number(s)

State the funder, grant or award number and the date of award

13. * Conflicts of interest.

List actual or perceived conflicts of interest (financial or academic).

None

14. Collaborators.

Give the name and affiliation of any individuals or organisations who are working on the review but who are not listed as review team members. **NOTE: email and country must be completed for each person, unless you are amending a published record.**

15. * Review question.

State the review question(s) clearly and precisely. It may be appropriate to break very broad questions down into a series of related more specific questions. Questions may be framed or refined using PI(E)COS or similar where relevant.

Are there differences in the electroencephalographic records presented during linguistic processing in children with developmental language disorders compared to those with typical development?

16. * Searches.

State the sources that will be searched (e.g. Medline). Give the search dates, and any restrictions (e.g. language or publication date). Do NOT enter the full search strategy (it may be provided as a link or attachment below.)

A specific search will be performed on the following databases: PubMed, EMBASE, LILACS, COCHRANE, Web of Science, Scopus and Google Scholar. No restrictions concerning language or publication period.

17. URL to search strategy.

Upload a file with your search strategy, or an example of a search strategy for a specific database, (including the keywords) in pdf or word format. In doing so you are consenting to the file being made publicly accessible. Or provide a URL or link to the strategy. Do NOT provide links to your search results.

https://www.crd.york.ac.uk/PROSPEROFILES/186993_STRATEGY_20200519.pdf

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Review stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	No
Piloting of the study selection process	No	No
Formal screening of search results against eligibility criteria	No	No
Data extraction	No	No
Risk of bias (quality) assessment	No	No
Data analysis	No	No

Provide any other relevant information about the stage of the review here.

6. * Named contact.

The named contact is the guarantor for the accuracy of the information in the register record. This may be any member of the review team.

Francisco Tiago Meireles da Silva

Email salutation (e.g. "Dr Smith" or "Joanne") for correspondence:

Mr Meireles da Silva

7. * Named contact email.

Give the electronic email address of the named contact.

fgotiangomeireles@gmail.com

8. Named contact address

Give the full institutional/organisational postal address for the named contact.

289, Lindolfo Gonçalves Chaves St, 302 apartment, João Pessoa, PB, Zip Code: 58051-200, Brazil.

9. Named contact phone number.

Give the telephone number for the named contact, including international dialling code.

+55083996571919

10. * Organisational affiliation of the review.

Full title of the organisational affiliations for this review and website address if available. This field may be completed as 'None' if the review is not affiliated to any organisation.

Universidade Federal da Paraíba

Organisation web address:

11. * Review team members and their organisational affiliations.

Systematic review

Fields that have an **asterisk (*)** next to them means that they **must be answered**. **Word limits** are provided for each section. You will be unable to submit the form if the word limits are exceeded for any section. *Registrant means the person filling out the form.*

1. * Review title.

Give the title of the review in English

Electroencephalographic records during linguistic processing in children with Language Development

Disorder: a systematic review

2. Original language title.

For reviews in languages other than English, give the title in the original language. This will be displayed with the English language title.

Registros eletroencefalográficos durante o processamento linguístico em crianças com Transtorno do

Desenvolvimento de Linguagem: uma revisão sistemática

3. * Anticipated or actual start date.

Give the date the systematic review started or is expected to start.

18/05/2020

4. * Anticipated completion date.

Give the date by which the review is expected to be completed.

31/05/2021

5. * Stage of review at time of this submission.

Tick the boxes to show which review tasks have been started and which have been completed. Update this field each time any amendments are made to a published record.

Reviews that have started data extraction (at the time of initial submission) are not eligible for inclusion in PROSPERO. If there is later evidence that incorrect status and/or completion date has been supplied, the published PROSPERO record will be marked as retracted.

This field uses answers to initial screening questions. It cannot be edited until after registration.

The review has not yet started: No

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Or, upload your published protocol here in pdf format. Note that the upload will be publicly accessible.

No I do not make this file publicly available until the review is complete

Please note that the information required in the PROSPERO registration form must be completed in full even if access to a protocol is given.

35. Dissemination plans.

Do you intend to publish the review on completion?

Yes

Give brief details of plans for communicating review findings.?

36. Keywords.

Give words or phrases that best describe the review. Separate keywords with a semicolon or new line. Keywords help PROSPERO users find your review (keywords do not appear in the public record but are included in searches). Be as specific and precise as possible. Avoid acronyms and abbreviations unless these are in wide use.

37. Details of any existing review of the same topic by the same authors.

If you are registering an update of an existing review give details of the earlier versions and include a full bibliographic reference, if available.

38. * Current review status.

Update review status when the review is completed and when it is published. New registrations must be ongoing so this field is not editable for initial submission.

Please provide anticipated publication date

Review_Ongoing

39. Any additional information.

Provide any other information relevant to the registration of this review.

40. Details of final report/publication(s) or preprints if available.

Leave empty until publication details are available OR you have a link to a preprint (NOTE: this field is not editable for initial submission). List authors, title and journal details preferably in Vancouver format.

Give the link to the published review or preprint.