



UNIVERSIDADE FEDERAL
DA BAHIA
Faculdade de Medicina da Bahia
Programa de Pós-graduação em
Ciências da Saúde



**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA E
APRENDIZAGEM MOTORA DE FALA: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA.**

Maria Luiza da Conceição Cardoso

Dissertação de Mestrado

Salvador (Bahia), 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
BAHIA
Faculdade de Medicina da Bahia
Programa de Pós-graduação em Ciências
da Saúde



ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA E APRENDIZAGEM MOTORA DE FALA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.

Maria Luiza da Conceição Cardoso

Professor orientador: Marcus Miranda Lessa

Coorientadora: Natalie Argolo Pereira Ponte

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde (PPGCS), da Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia, como pré-requisito obrigatório para obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde, da área de concentração em Fonoaudiologia.

Salvador (Bahia), 2023

Ficha catalográfica
Bibliotheca Gonçalo Moniz
Sistema Universitário de Bibliotecas
Universidade Federal da Bahia

Cardoso, Maria Luiza da Conceição.

C268 Estimulação transcraniana por corrente contínua e aprendizagem motora de fala:
uma revisão integrativa / Maria Luiza da Conceição Cardoso – 2023.

55 f.

Orientador: Prof. Dr.: Marcus Miranda Lessa.

Coorientador: Profa. Dra.: Natalie Argolo Pereira Ponte.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde,
Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023.

1. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. 2. Distúrbios da articulação.
I. Lessa, Marcus Miranda. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina da
Bahia. III. Título.

CDU (2007): 616

Elaboração (Resolução CFB nº 184/2017):
Ana Lúcia Albano, CRB-5/1784

“A persistência é o caminho para o êxito.” **Charles Chaplin**

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

- Serviço de Otorrinolaringologia do Complexo Hospital Edgard Santos (COM-HUPES)

FONTES DE FINANCIAMENTO

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior

AGRADECIMENTOS

Gratidão primeiramente a Deus pela possibilidade de viver, agradeço também principalmente aos meus pais Ivan e Mariluce que foram meu alicerce maior abaixo de Deus, especialmente minha mãe, que sempre sonhou meu sonho e faleceu meses antes do processo seletivo do mestrado.

Gratidão aos meus orientadores e professores essencialmente ao Professor Doutor Marcus Miranda Lessa, que aceitou me orientar nesta jornada do mestrado mesmo com as questões pessoais que ocorreram durante todo o percurso, o professor sempre incentivou para que pudéssemos seguir adiante com o projeto, gratidão principalmente por toda confiança, pelos ensinamentos, paciência e por acreditar em meu potencial; gratidão a minha grande professora doutora Natalie Argolo Pereira Ponte por todo seu empenho comigo, pelo seu grande incentivo, disponibilidade e conselhos de vida; gratidão as doutoras Carolina Cincurá Barreto e Erika Pérez Iglesias por toda receptividade, paciência, acompanhamento e viabilização do projeto.

Gratidão aos meus amigos e familiares em especial: Juliana Rocha por todo amor e determinação para me ajudar durante o processo de escrita, e pela sua excelência como pessoa me inspirar em ser alguém cada vez melhor; Maria Ferreira pelo seu incentivo; Luís Ricardo Sacramento pelo nosso amor, pelo cuidado comigo e por sempre acreditar em meu potencial; Leonardo França, por sempre me incentivar a dar o meu melhor; Bruno Guimarães, por me apoiar sempre que possível; Ildeci Bessa, por sempre que possível me lembrar do real propósito em me qualificar; Adevilson Alves, por me incentivar a querer fazer o mestrado antes mesmo de concluir a faculdade; Lisiane Araújo, por todo seu carinho e ajuda sempre que precisei e por todos aqueles que estiveram comigo no processo de planejamento, desenvolvimento e conclusão do projeto.

ÍNDICE

Listas de siglas e abreviaturas	09
I. Resumo	10
I.1 Resumo em português	10
I.2 Resumo em inglês	11
II. Objetivos	12
II.1 Objetivo geral	12
II.2 Objetivos específicos	12
III. Introdução	13
IV. Revisão de literatura	15
IV.1 Neurodesenvolvimento	16
IV.2 Aprendizagem motora de fala	17
IV.3 Transtornos que alteram a aprendizagem motora de fala	18
IV.4 Tratamentos que auxiliam no desenvolvimento da aprendizagem motora de fala	19
IV.5 Neuromodulação	20
IV.6 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)	21
V. Casuística, material e métodos	22
V.1 Critérios de elegibilidade	22
V.2 Critérios de inclusão	23
V.3 Critérios de exclusão	23
V.4 Variáveis observadas retiradas do estudo após a coleta de dados	23
V.5 Coleta de dados	23
V.6 Fluxograma (figura 1)	24
VI. Artigo	25
VII. Resultados	41
VII.1 Tabela 2 - Descrição de alguns dados dos artigos	43
VII.2 Tabela 3 – Síntese de informações incluídas na revisão	44
VIII. Discussão	46
IX. Perspectivas de estudo	49
X. Proposta de estudo	50
XI. Conclusão	51
XII. Referências bibliográficas	52
XIII. Folha de aprovação	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFI – Apraxia de Fala na Infância
AMF – Atraso Motor de Fala
CAA – Comunicação Aumentativa e Alternativa
DIS – Disartria
DMF – Distúrbios Motores da Fala
DTTC - Dynamic Temporal and Tactile Cueing
ECP – Estimulação Cerebral Profunda
ENV – Estimulação do Nervo Vago
ETCC - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
mA – Miliampere
PAM – Princípios de Aprendizagem Motora
SNC - Sistema Nervoso Central
SNP – Sistema Nervoso Periférico
TDAH - Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
tDCS - Transcranial Direct Current Stimulation
TF – Transtorno Fonológico
TMF – Transtornos Motores da Fala
TSF – Transtornos dos Sons da Fala

RESUMO

A existência da fala requer primariamente organização, planejamento e controle motor dos órgãos fonoarticulatórios abrangidos. Assim como outras funções do corpo humano, a fala é desenvolvida a partir de aspectos cognitivos e de aprendizado motor, que pode encontrar-se alterado e desfavorecer a evolução desse processo aquisitivo. Quando o processo de aprendizagem motora de fala é alterado tem-se repercussão direta na produção dos sons. Após a identificação da causa da alteração na fala, geralmente buscam-se intervenções terapêuticas para auxiliar no processo habitual de aprendizagem motora de fala, e junto a essas intervenções existem tratamentos complementares como a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), que em conjunto com terapias podem favorecer a maturação das determinadas habilidades estimuladas. Por conseguinte, temos como objetivo geral, avaliar os efeitos do uso da tDCS, como intervenção complementar no aprendizado motor de fala. O estudo seguiu a metodologia das diretrizes *PRISMA* em conjunto com a estratégia PICO, com o intuito de guiar a presente revisão de escopo. A busca nas bases de dados foram entre os anos de 2013 a 2023. As bases de dados utilizadas foram *PubMed (Medline)*, *Bireme* e *Embase (pelos periódicos Capes)*. Em que, foram utilizados os descritores: “*Transcranial Direct Current Stimulation*”, suas respectivas abreviações juntamente com o termo “*Motor and learning speech*” seguido do operador booleano “*and*”. Os critérios de elegibilidade foram: estudos em inglês, português ou espanhol; estudos de intervenção; ensaios clínicos; revisões sistemáticas; pesquisas experimentais; livros e teses disponíveis na íntegra. Os artigos encontrados variaram o foco do uso do tDCS para o favorecimento da aprendizagem motora de fala em aspectos relacionados às áreas cerebrais estimuladas e os parâmetros de utilização do seu uso.

Palavras-chaves: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, aprendizagem, motor e fala.

ABSTRACT

The existence of speech primarily requires organization, planning and motor control of the phonoarticulatory organs covered. Like other functions of the human body, speech is developed from cognitive and motor learning aspects, which can be altered and hinder the evolution of this acquisition process. When the speech motor learning process is altered, it has a direct impact on the production of sounds. After identifying the cause of the speech change, therapeutic interventions are generally sought to assist in the usual speech motor learning process, and alongside these interventions there are complementary treatments such as Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), which together with Therapies can favor the maturation of certain stimulated skills. Therefore, our general objective is to evaluate the effects of using tDCS as a complementary intervention in speech motor learning. The study followed the methodology of the PRISMA guidelines in conjunction with the PICO strategy, with the aim of guiding this scoping review. The search in the databases was between the years 2013 and 2023. The databases used were PubMed (Medline), Bireme and Embase (by Capes journals). In which, the descriptors were used: “Transcranial Direct Current Stimulation”, their respective abbreviations together with the term “Motor and learning speech” followed by the Boolean operator “and”. The eligibility criteria were: studies in English, Portuguese or Spanish; intervention studies; clinical trials; systematic reviews; experimental research; books and theses available in full. The articles found varied the focus on the use of tDCS to promote speech motor learning in aspects related to the brain areas stimulated and the parameters for its use.

Keywords: Transcranial Direct Current Stimulation, learning, motor and speech.

II. OBJETIVOS

II.1 Objetivo geral:

Avaliar os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), como intervenção complementar no aprendizado motor de fala.

II.2 Objetivos específicos:

1. Caracterizar e descrever os parâmetros (tempo de utilização, modelo do estimulador, intensidade de corrente e localização cerebral do estímulo) de uso do tDCS relacionados as pesquisas encontradas.

2. Relatar qual o momento de maior utilização do tDCS descrito como efetivo nos artigos, se antes, durante ou após a prática terapêutica.

III. INTRODUÇÃO

A comunicação é composta pela recepção e expressão de linguagem, sendo elemento fundamental para a socialização e integração em sociedade (Ruben, 2000). Uma das formas de comunicação pode ocorrer através da fala, que requer primariamente organização, planejamento e controle motor dos órgãos fonoarticulatórios abrangidos (ASHA, 2007). Assim como outras funções do corpo humano, a fala é desenvolvida a partir de aspectos cognitivos e de aprendizado motor, que pode encontrar-se alterado e desfavorecer a evolução desse processo aquisitivo (ASHA, 2007).

Em uma direção convergente, de acordo com Santos (2018), o aprendizado é caracterizado como um processo de elevada complexidade que dirige o sistema nervoso central (SNC) a transformações funcionais e estruturais. Dessa forma, o desenvolvimento motor acontece direcionado às modificações internas, sendo relacionadas as variáveis externas pertencentes ao ambiente onde o sujeito está inserido (Saccani, Valentini, 2009; Clark, 1994; Thelen, Ulrich, 1991).

Quando o processo de desenvolvimento motor da fala é alterado devido à alguma interferência, tem-se repercussão direta na produção dos sons. Prates (2011) afirma que os primeiros anos de vida da criança são valiosos na formação de seus conteúdos linguísticos, com isso, o diagnóstico e intervenção precoce das alterações de fala são de grande importância para o melhor desenvolvimento comunicativo possível. Diante da suspeita de possíveis alterações no desenvolvimento da fala infantil, podemos buscar profissionais como neuropediatras, fonoaudiólogos e entre outros para atuarem com possíveis intervenções terapêuticas.

As alterações no aprendizado motor de fala, também chamados de transtornos motores da fala (TMF's), são classificados em quatro categorias: atraso motor da fala, apraxia da fala na infância, disartria, apraxia e disartria simultâneas (Shriberg et al., 2010; Shriberg & Wren, 2019). Especialmente em crianças, a intervenção fonoaudiológica com TMF's inclui avaliação, diagnóstico e tratamento deste tipo de patologia além do desenvolvimento de um plano de terapêutico individualizado (Fish, 2019).

Devido ao grande desenvolvimento tecnológico na área da neurologia, com o passar dos anos, os tratamentos vêm avançando cada vez mais com o intuito de promover uma maior organização dos circuitos cerebrais para favorecer o neurodesenvolvimento infantil (Foerster, 2015). Com isso, foram desenvolvidas técnicas e aparelhos relacionados a estímulos

neurológicos não invasivos que atualmente são considerados tratamentos complementares, como a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), que, em conjunto com as terapias, pode favorecer a maturação das habilidades cognitivas (Lefaucheur, 2016).

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua – ETCC (tDCS) é uma das técnicas utilizadas na neuromodulação cerebral não invasiva, com o intuito de modular a excitabilidade do córtex através da aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade, que influencia diretamente na atividade neuronal, ampliando a eficiência sináptica e por conseguinte o aprendizado motor (Lefaucheur, 2016). Contudo, os ganhos referentes à técnica dependem de variáveis relacionadas ao tempo de aplicação, intensidade e a área cerebral a ser estimulada (Paixão et al., 2021).

Acompanhando o impacto do uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) como intervenção complementar no aprendizado motor de fala, seguimos com os objetivos de caracterizar e descrever os parâmetros do tDCS mais utilizadas como forma de intervir no aprendizado motor de fala, assim como especificar qual o período de maior utilização do tDCS descrito como efetivo nos artigos, se antes, durante ou após a prática terapêutica.

IV. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura a seguir traz como proposta uma maior descrição de aspectos relacionados ao uso da neuromodulação do tipo Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) em situações relacionadas ao aprendizado motor de fala. Para isso, foram organizadas seis seções: a seção IV.1, denominada “Neurodesenvolvimento”, em que buscou-se articular o desenvolvimento humano a partir de conceitos do âmbito neurológico; a seção IV.2, denominada “Aprendizagem motora de fala”, em que focamos em contextualizar quais processos favorecem a aprendizagem motora de fala; a seção IV.3, tem como título “Transtornos que alteram a aprendizagem motora de fala”, no qual descrevemos quais os atuais transtornos podem interferir no processo de aprendizagem motora de fala; a seção IV.4, foi intitulada como “Tratamentos que auxiliam no desenvolvimento da aprendizagem motora de fala”, em que foi apresentada as atuais intervenções utilizadas no favorecimento do processo de aprendizagem motora de fala, caso o mesmo esteja alterado; a seção IV.5, foi nomeada como “Neuromodulação”, no qual contextualizou-se sobre as técnicas que estão enquadradas e reconhecidas como neuromodulação; e por fim na seção IV.6, adentrou-se no tema “Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS)” com o intuito primordial de explicar o funcionamento da tDCS.

IV.1 Neurodesenvolvimento

O desenvolvimento humano é tido como um processo biológico muito complexo que ocorrem muitas mudanças ao longo do tempo, principalmente quando relacionadas a plasticidade e a fragilidade do processo (Cusick & Georgieff, 2013). Neurodesenvolvimento é parte integrante e fundamental do desenvolvimento geral do ser.

O cérebro humano tem como decisivo os primeiros 1.000 dias pós-concepção com um intenso crescimento que é iniciado no período intrauterino e permeia os primeiros anos após o nascimento (Cusick & Georgieff, 2013). O crescimento e a organização das variadas áreas cerebrais no período pós-natal ocorrem em conjunto com modificações que são correspondentes a diferentes faixas etárias, que caracterizam como uma “janela temporal” de cada etapa do neurodesenvolvimento.

Salienta-se que todas as fases são vulneráveis aos estímulos e condições externas do ambiente durante e após a gestação (Costa, 2018), (Iso, Simoda, & Matsuyama, 2007), (Joan Stiles & Jernigan, 2010), (Greenough, Black, & Wallace, 1987). Nos primeiros anos de vida organizam-se e estabelecem uma arquitetura cerebral que serve como alicerce para os desafios futuros do desenvolvimento (Bee e Boyde, 2011; Crespi et al., 2020). Durante a primeira infância, também é visto o desenvolvimento gradativo das variadas regiões cerebrais, que favorece a aquisição e a organização de capacidades cada vez mais específicas para determinadas funções (Crespi et al., 2020).

O Sistema Nervoso (SN) dos seres humanos é considerado o mais complexo com relação as espécies de animais, pois este sistema é composto por vários órgãos interligados por todo o corpo. O mesmo tem como algumas de suas funções interpretar e transmitir a estimulação sensorial, entre outras variadas funções muito importantes para o desenvolvimento e manutenção do corpo. O Sistema Nervoso, pode ser separado em dois, o Sistema Nervoso Central (SNC) e o Sistema Nervoso Periférico (SNP), ambos os sistemas funcionam em conjunto. Segundo Lend (2010), o SNC é constituído basicamente pelo encéfalo e a medula espinhal, sendo que, o encéfalo é subdividido entre cérebro, tronco encefálico e cerebelo. O SNP tem função de conectar o corpo ao SNC, por isso, o mesmo situa-se fora do cérebro e da medula situado espinhal, através de feixes de fibras nervosas encarregados pela transmissão de impulsos nervosos (Crespi et al., 2020).

IV.2 Aprendizagem motora de fala

Os Princípios de aprendizagem motora (PAM), são considerados um grupo de conceitos que, juntos, promovem o processo de aprendizagem motora. Esses princípios podem ser baseados na estrutura da prática/terapia e na natureza do feedback feito durante a prática/terapia (Kaipa, 2012).

Com relação a aprendizagem motora de fala, autores como Fish (2019), sintetizaram que pesquisas relatam oito princípios sobre a aquisição e a manutenção das habilidades motoras relacionadas a: pré-prática; organização da prática; quantidade de tentativas; estrutura de prática; variação da prática; regularidade do feedback; tipos de feedback e momento do feedback. Também se observa que o aumento da periodicidade das sessões terapêuticas fonoaudiológicas, favorecem grandemente o processo de aprendizagem motora de fala (ASHA, 2007).

Definido como agrupamento de sistemas e parâmetros que controlam a construção da fala, o Controle Motor da Fala inclui aspectos como planejamento, preparação e a execução dos movimentos que se originam em contrações musculares e em movimentação de estruturas (Giannecchini et al., 2021). Tendo como região cerebral estabelecida a dedicação a coordenação dos movimentos articulatorios durante a fala, à área de Dronkers está situada no lobo da ínsula no hemisfério esquerdo.

O sistema de controle motor da fala é a representação fonológica da linguagem, tendo como entrada particularmente um conjunto de unidades abstratas, como os fonemas (sons das letras), e a saída do controle motor da fala é composta por um agrupamento de movimentos articulatorios que funcionam para distribuir a mensagem verbal pretendida, sendo o mesmo compreendido como todo processo de comunicação linguística humana, incluindo tanto os processos fonológicos quanto os processos motores, são considerados desenvolvidos de forma diferente entre os falantes, dependendo também da interação com o desenvolvimento fonológico (Kent et. al., 2004; Tomé et. al., 2012; Souza, 2011; Santana et. al., 2010; Souza et. al., 2010; De Paolis et. al., 2011; Ruscello, 2014; Brumbach, 2014; Lorcan, 2016; Giannecchini et. al., 2016).

Autores como Maas et al. (2008) recomendam que compreensão de como o sistema motor de fala vêm funcionando, pode levar a conhecimentos muito relevantes sobre a aprendizagem motora e o tratamento de transtornos com a presença de alteração na aprendizagem motora de fala.

IV.3 Transtornos que alteram a aprendizagem motora de fala

De acordo com a definição da – ASHA - American Speech-Language-Hearing Association – Associação Americana de Fala, Linguagem e Audição (2021), o Transtorno dos sons da Fala e da Linguagem Fala (TSF) é um termo geral para qualquer dificuldade ou combinação. Dificuldades de percepção da fala, representação fonológica ou desenvolvimento motor. Isso pode assumir a forma de omissão de fonemas, substituição, reversão ou inversão de pronúncia. Também aparece como um erro, definido como uma distorção descoberta na produção da fala. É mais tarde do que a idade esperada e isso afeta o grau de inteligibilidade da fala (Wertzner et al., 2007). Os TSF's são divididos em Transtorno Fonológico (TF) e os Transtornos Motores da Fala (TMF).

Os transtornos motores da fala (TMF), são considerados diagnósticos relacionados as alterações no processo de aprendizagem motora de fala, na qual dividem-se em quatro categorias: Atraso Motor da Fala (AMF), Apraxia da Fala na Infância (AFI), Disartria (DIS), Apraxia e Disartria simultâneas (Shriberg et al., 2010; Shriberg & Wren, 2019).

A Apraxia da Fala na Infância (AFI) é descrita segundo a ASHA (2007), como transtorno neurológico que repercute nos sons da fala, onde são vistos erros de precisão e consistência, na falta de déficits neuromusculares, considerada também como uma desordem motora da fala.

Referente a Disartria, ela é tida como um transtorno neurológico motor de fala, descrito pela lentidão, fraqueza, imprecisão e incoordenação dos movimentos dos músculos da produção oral, caracterizado principalmente pelas falhas nos mecanismos de execução da fala, a disartria pode ser de forma adquirida ou congênita (Anthony Caruso e Edythe Strand, 1999).

O Atraso Motor na Fala ou desordem motora de fala – não especificada, segundo Shriberg et al. (2017), está relacionado ao comprometimento motor de fala que diferem dos aspectos citados na apraxia de fala e na disartria, contudo também envolve os quesitos de fala imprecisa, instável, podendo haver também alterações de prosódia e voz, de causas variadas, desde um atraso do neurodesenvolvimento global a pouco estímulo no ambiente.

IV.4 Tratamentos que auxiliam no desenvolvimento da aprendizagem motora de fala

Crosbie et al. (2005) sugerem que o principal objetivo dos tratamentos no transtorno motor da fala, é auxiliar na programação da mesma, envolvendo os articuladores vocais e planos motores para produzir organização precisa de palavras e frases, ampliando e tornando mais eficaz a comunicação verbal. A atuação profissional mais frequente é a do fonoaudiólogo, que geralmente é encaminhado após avaliação com médicos pediatras, neuropediatras e otorrinolaringologistas (ASHA, 2007). Contudo, comumente outros profissionais são elencados conforme a necessidade do paciente.

A terapia fonoaudiológica relacionada as alterações motoras, conforme a literatura, pode seguir os princípios de aprendizagem motora (Maas et al., 2008). Estudos recomendam que ocorra terapia durante o processo de diagnóstico dos TMF's de Atraso motor de fala e Apraxia de fala em crianças, que a implementação da libertação direcionada e focada em uma parte muito relevante para a progressão do tratamento (Maas et al., 2008; Fish, 2019). Diante da melhora da fala, o tratamento pode ser menos frequente. A terapia individual ou em grupo pode ser enquadrada em variadas fases do tratamento (ASHA, 2007).

O fonoaudiólogo pode usar diferentes recursos como intervenções para auxiliar na comunicação mais efetiva, entre eles temos os sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), e os métodos pautados nos princípios da aprendizagem motora mais usuais descritos na literatura, que são o PROMPT; Multigestos; DTTC (Dynamic Temporal and Tactile Cueing); Método dos Dedinhos e Plushand (Esteves, 2022), em que ambos envolvem pistas visuais, pistas táteis, toque físico na região oral entre outras estratégias.

IV.5 Neuromodulação

A neuromodulação é descrita como um conjunto de técnicas e estimulações que podem ser divididos em invasivas e não invasivas (Brunoni, 2023). A neuromodulação invasiva é mais conhecida pela Estimulação Cerebral Profunda (ECP ou DBS em inglês) na qual, ocorre através da colocação de eletrodos no centro do cérebro, e pela Estimulação do Nervo Vago (ENV), que se comunica entre si como um pequeno fio enrolado em parte do nervo vago. Ambas citadas anteriormente, estão mais relacionadas a ocorrência de procedimentos considerados cirúrgicos (Brunoni, 2023).

A neuromodulação não invasiva é fragmentada em três abordagens distintas. Na terapia eletroconvulsiva (ECT), segundo Salik (2022), é usado um estímulo elétrico para estimular a ocorrência da convulsão generalizada em pacientes com transtornos mentais muito graves e, geralmente, é usada quando os tratamentos tradicionais já não fazem mais efeito.

No que diz respeito a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT), seu funcionamento está diretamente ligado ao pulso magnético, que é enviado ao córtex através de uma bobina aplicada diretamente à cabeça. Esses pulsos magnéticos correm livres pelo crânio e favorecem uma corrente no tecido cerebral, onde ocorre despolarização dos neurônios da área que foi aplicada. Os pulsos magnéticos passam através do crânio e induzem uma corrente elétrica no tecido em que é aplicado e que, por sua vez, é capaz de despolarizar os neurônios no córtex cerebral, sendo assim, capaz de gerar um potencial de ação. Parte dos potenciais de ação deslocam-se pelo trato corticoespinal atingindo os neurônios motores espinhais chegando assim, no músculo-alvo (Barker et al., 1985; Matsuda et al., 2019).

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), por sua vez, tem como mecanismo ação a corrente elétrica. É considerada uma técnica relativamente segura, portátil e financeiramente viável, dando a possibilidade de modular a atividade cortical, induzindo ao favorecimento da neuroplasticidade nas áreas estimuladas (Boggio et al., 2012; Andrade e Oliveira, 2015).

IV.6 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

Um dos tipos de neuromodulação mais estudado atualmente é a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), que é uma tecnologia conhecida por não ser invasiva. A neuroestimulação não invasiva é capaz de alterar a excitabilidade cortical dos neurônios.

Os eletrodos utilizados na tDCS promovem o efeito de polaridade, podendo ser excitatória (corrente anódica) e inibitória (corrente catódica). A polaridade é formada pelo circuito criado pela posição e tamanho dos eletrodos, através de diferentes orientações de montagem para estimular o córtex. Este tipo de tratamento complementar tem sido usado para melhorar a cognição, o movimento, alterações psiquiátricas e dores crônicas (Lefaucheur, 2016). A direção da modulação depende da polaridade da corrente: ânodo, que aumenta a excitabilidade, e o cátodo, que diminui. Estudos demonstraram, que a corrente catódica reduz o disparo espontâneo de neurônios córtex devido à hiperpolarização dos corpos celulares, enquanto a corrente anódica tem o efeito oposto (Levoscher, 2016).

A neuroestimulação tDCS, é conhecida por ser uma técnica simples, segura e acessível financeiramente dentre as neuromodulações, que em geral, é mais frequentemente considerada para Aplicação clínica. A tDCS tem como potência a miliampere (mA), sendo utilizada geralmente entre 1 a 2 mA, sendo realizada durante alguns minutos de forma contínua e além de induzir alterações significativas, a presença da excitabilidade em áreas cerebrais reverbera por um tempo após o uso (Lefaucheur, 2009; 2016).

V. CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão de literatura integrativa que foi desenvolvido por médicos e fonoaudiólogas do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia (PPGCS - FAMED - UFBA). A busca nas bases de dados foi conduzida pelos pesquisadores de forma independente.

Utilizou-se da estratégia PICO (tabela 1) como auxílio para organização da pergunta norteadora (Eriksen, Mette Brandt; Frandsen, Tove Faber. The impact of patient, intervention, comparison, outcome – PICO, 2018).

DESCRIÇÃO	ABREVIÇÃO	COMPONENTES DA PERGUNTA
População	P	Pessoas que fizeram uso da tDCS como intervenção complementar, para alguma modificação no aprendizado motor de fala.
Intervenção	I	Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua como tratamento complementar para auxílio na melhora do aprendizado motor.
Comparação	C	Comparação entre quais os parâmetros e as áreas cerebrais mais descritas na intervenção complementar com relação a melhora do aprendizado motor de fala.
Desfecho	O	Evidenciar o impacto e os parâmetros mais assertivos contidos na literatura para o uso do tDCS em favorecimento do aprendizado motor de fala.

Tabela 1: Descrição da estratégia PICO.

A partir disso, a pergunta norteadora foi: Qual o impacto da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no aprendizado motor de fala?

V.1 Critérios de elegibilidade

a) Estudos em inglês, português ou espanhol. b) Ensaios clínicos. c) Estudos de intervenção. d) Pesquisas experimentais. e) Revisões de literatura sistemáticas. f) Trabalhos disponíveis integralmente em bases de dados científicas.

V.2 Critérios de inclusão

a) Pesquisas publicadas entre 2013 a 2023. b) Os trabalhos devem falar sobre a aplicação do tDCS em enfermidades que podem acometer ou repercutir no aprendizado motor, independente da faixa etária.

V.3 Critérios de exclusão

a) Artigos que não estejam disponíveis integralmente nas bases de dados investigadas. b) Pesquisas anteriores a 2013 que não abordam os conceitos relacionados à pesquisa em questão. c) Estudos em línguas estrangeiras que não fazem parte do desenho atual do estudo. d) Estudos que falam sobre outras técnicas de intervenção complementar que podem atuar modificando o aprendizado motor da fala.

V.4 Variáveis observadas retiradas do estudo após a coleta de dados

As bases de dados utilizadas nas buscas foram PUBMED (Medline), Bireme e Embase (pelos Periódicos Capes). Os descritores específicos utilizados foram: (*tDCS or “Transcranial direct current stimulation”*) and (*motor and learning and speech*).

O processo de seleção dos artigos foi na forma de fluxo, conforme as diretrizes do PRISMA flow diagram (PRISMA, 2015). Foi utilizado o aplicativo Rayyan com o intuito de organizar os artigos durante o processo de coleta de dados.

V.5 Coleta de dados

Descritor: (*TDCS or “Transcranial direct current stimulation”*) and (*motor and learning speech*).

Filtros: De 2013 a 2023

Idioma: Inglês

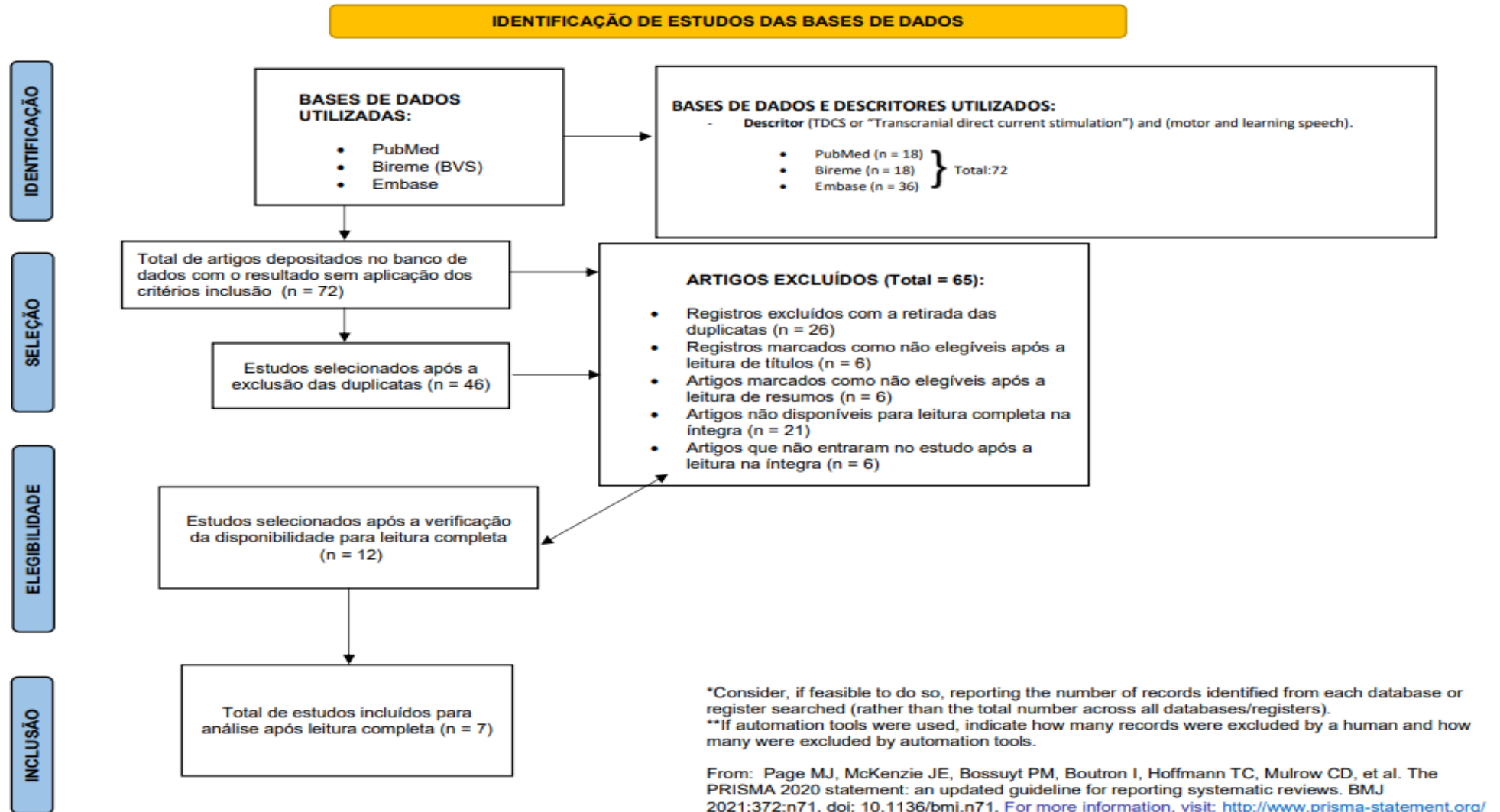
O arquivo da PubMed foi salvo “pubmed-TDCSorTran-set”, feito download e exportado para o Rayyan. O arquivo da BVS foi salvo em “export (4) - BVS” feito download e exportado para o Rayyan.

O arquivo com os resultados da Embase foi salvo em “records (5) - Embase” feito download e exportado para o Rayyan.

Obs: Foram feitas buscas nos três idiomas (inglês, português e espanhol), contudo devido ao pouco resultado optou-se por manter somente o idioma inglês.

V.6 Fluxograma (Figura 1)

Integrative review flowchart based on the PRISMA 2020 Flowchart for updated systematic reviews that included database searches.



VI. ARTIGO

Título do manuscrito - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e aprendizagem motora de fala: uma revisão de escopo.

Título resumido em português: tDCS e aprendizagem motora de fala.

Título resumido em inglês: tDCS and speech motor learning.

Tipo de manuscrito: Revisão de literatura de escopo, como artigo original de pesquisa.

Conflitos de interesses: Ausente.

Maria Luiza da Conceição Cardoso¹, Carolina Cincurá Barreto², Natalie Argolo Pereira Ponte³, Érika Pérez Iglesias⁴ e Marcus Miranda Lessa⁵

Maria Luiza da Conceição Cardoso

fono.malu.maria@gmail.com

Endereço: Alameda Jardim das acácias – Boca do Rio, Salvador – Bahia/Brasil

Cep: 41705-680

Telefone comercial: (71) 9 9963-6407

Áreas de atuação do autor responsável: Linguagem, Fonoaudiologia Neurofuncional e Motricidade Orofacial.

A pesquisa ocorreu no setor de Otorrinolaringologia, sediado no Complexo Hospitalar Prof. Edgard Santos – Universidade Federal da Bahia.

RESUMO

A existência da fala exige principalmente organização, planejamento e controle motor dos órgãos fonoarticulatórios abrangidos. Assim como outras funções do corpo humano, a fala se desenvolve a partir de aspectos cognitivos e de aprendizagem motora, que podem ser alterados e dificultar a evolução desse processo de aquisição. Quando o processo de aprendizagem motora da fala está alterado, impacta diretamente na produção dos sons. Após a identificação da causa da alteração de fala, geralmente se buscam intervenções terapêuticas para auxiliar no processo habitual de aprendizagem motora da fala, e junto a essas intervenções existem tratamentos complementares como a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC), que juntamente com as Terapias podem favorecer o amadurecimento de certas habilidades estimuladas. Portanto, nosso objetivo geral é avaliar os efeitos do uso da ETCC como intervenção complementar na aprendizagem motora da fala. O estudo seguiu a metodologia das diretrizes PRISMA em conjunto com a estratégia PICO, com o objetivo de orientar esta revisão de escopo. A busca nas bases de dados foi entre os anos de 2013 e 2023. As bases de dados utilizadas foram PubMed (Medline), Bireme e Embase (por periódicos Capes). No qual foram utilizados os descritores: “Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua”, suas respectivas abreviaturas juntamente com o termo “Motor da fala e aprendizagem” seguido do operador booleano “e”. Os critérios de elegibilidade foram: estudos em inglês, português ou espanhol; estudos de intervenção; testes clínicos; revisões sistemáticas; pesquisa experimental; livros e teses disponíveis na íntegra. Os artigos encontrados variaram no foco no uso da ETCC para promover a aprendizagem motora da fala em aspectos relacionados às áreas cerebrais estimuladas e aos parâmetros para sua utilização.

Palavras-chave: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, aprendizagem, motora e fala.

ABSTRACT

The existence of speech primarily requires organization, planning and motor control of the phonoarticulatory organs covered. Like other functions of the human body, speech is developed from cognitive and motor learning aspects, which can be altered and hinder the evolution of this acquisition process. When the speech motor learning process is altered, it has a direct impact on the production of sounds. After identifying the cause of the speech change, therapeutic interventions are generally sought to assist in the usual speech motor learning process, and alongside these interventions there are complementary treatments such as Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), which together with Therapies can favor the maturation of certain stimulated skills. Therefore, our general objective is to evaluate the effects of using tDCS as a complementary intervention in speech motor learning. The study followed the methodology of the PRISMA guidelines in conjunction with the PICO strategy, with the aim of guiding this scoping review. The search in the databases was between the years 2013 and 2023. The databases used were PubMed (Medline), Bireme and Embase (by Capes journals). In which, the descriptors were used: “Transcranial Direct Current Stimulation”, their respective abbreviations together with the term “Motor and learning speech” followed by the Boolean operator “and”. The eligibility criteria were: studies in English, Portuguese or Spanish; intervention studies; clinical trials; systematic reviews; experimental research; books and theses available in full. The articles found varied the focus on the use of tDCS to promote speech motor learning in aspects related to the brain areas stimulated and the parameters for its use.

Keywords: Transcranial Direct Current Stimulation, learning, motor and speech.

INTRODUÇÃO

A existência da comunicação é algo pelo qual o indivíduo recebe e expressa a linguagem, sendo um elemento fundamental para a socialização e integração em sociedade (Ruben, 2000). Uma das formas de comunicação pode ocorrer através da fala, que requer primariamente organização, planejamento e controle motor dos órgãos fonoarticulatórios abrangidos (ASHA, 2007). Assim como outras funções do corpo humano, a fala é desenvolvida a partir de aspectos cognitivos e de aprendizado motor no qual, o mesmo pode encontrar-se alterado conseqüentemente desfavorecendo a evolução da aquisição da fala (ASHA, 2007).

Segundo Santos (2018), o aprendizado é caracterizado como um processo de elevada complexidade que dirige o sistema nervoso central (SNC) a transformações funcionais e estruturais. Dessa forma, o desenvolvimento motor acontece direcionado às modificações internas, sendo relacionadas as variáveis externas pertencentes ao ambiente onde o sujeito está inserido (Saccani, Valentini, 2009; Clark, 1994; Thelen, Ulrich, 1991).

Quando o processo de desenvolvimento motor da fala é alterado devido à alguma interferência, tem-se repercussão direta na produção dos sons. Prates (2011), afirma que os primeiros anos de vida da criança são valiosos na formação de seus conteúdos linguísticos, com isso, o diagnóstico e intervenção precoce das alterações de fala são de grande importância para o melhor desenvolvimento comunicativo possível. Após qualquer possibilidade de suspeita de alteração no desenvolvimento da fala infantil, devem-se buscar profissionais como neuropediatra, fonoaudiólogo e entre outros para atuarem com possíveis intervenções terapêuticas.

A aprendizagem motora de fala, autoras como Fish (2019), sintetizou que as pesquisas relatam oito princípios sobre a aquisição e a manutenção das habilidades motoras relacionadas a: pré-prática; organização da prática; quantidade de tentativas; estrutura de prática; variação da prática; regularidade do feedback; tipos de feedback e momento do feedback. Também observa-se que o aumento da periodicidade das sessões terapêuticas fonoaudiológicas, favorecem grandemente o processo de aprendizagem motora de fala (ASHA, 2007).

Alterações no aprendizado motor da fala, podem ser especificadas através da classificação, que organizam os transtornos motores da fala (TMF's) em quatro categorias: atraso motor da fala, apraxia da fala na infância, disartria, apraxia e disartria simultâneas (Shriberg et al., 2010; Shriberg & Wren, 2019). Especialmente em crianças, a intervenção

fonoaudiológica com TMF's inclui avaliação, diagnóstico e tratamento deste tipo de patologia e inclui o desenvolvimento de um plano de terapêutico individualizado (Fish, 2019).

Devido ao grande desenvolvimento tecnológico na área da neurologia, com o passar dos anos, os tratamentos vêm avançando cada vez mais com o intuito de promover uma maior organização dos circuitos cerebrais para favorecer o neurodesenvolvimento infantil (Foerster, 2015). Com isso, foram desenvolvidas técnicas e aparelhos relacionados a estímulos neurológicos não invasivos que atualmente são considerados tratamentos complementares, como a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), que em conjunto com as terapias pode favorecer a maturação das habilidades cognitivas (Lefaucheur, 2016).

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua – ETCC (tDCS) é uma das técnicas utilizadas na neuromodulação cerebral não invasiva, com o intuito de modular a excitabilidade do córtex através da aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade, que influencia diretamente na atividade neuronal, ampliando a eficiência sináptica e por conseguinte o aprendizado motor (Lefaucheur, 2016). Contudo, os ganhos referentes à técnica dependem de variáveis relacionadas ao tempo de aplicação, intensidade e a área cerebral a ser estimulada (PAIXÃO et al., 2021).

Acompanhando o impacto do uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), como intervenção complementar no aprendizado motor de fala, seguimos com os objetivos de caracterizar e descrever os parâmetros do tDCS mais utilizadas como forma de intervir no aprendizado motor de fala, assim como especificar qual o período de maior utilização do tDCS descrito como efetivo nos artigos, se antes, durante ou após a prática terapêutica.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão de literatura integrativa que foi desenvolvido por médicos e fonoaudiólogas do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia (PPGCS - FAMED - UFBA). A busca nas bases de dados foi conduzida pelos pesquisadores de forma independente.

Utilizou-se da estratégia PICO como auxílio para organização da pergunta norteadora (Eriksen, Mette Brandt; Frandsen, Tove Faber, 2018). Na qual, tivemos como: População - Pessoas que fizeram uso da tDCS como intervenção complementar, para alguma modificação no aprendizado motor de fala; Intervenção - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) como tratamento complementar para auxílio na melhora do aprendizado motor; Comparação - Comparação entre quais os parâmetros e as áreas cerebrais mais descritas na intervenção complementar com relação a melhora do aprendizado motor de fala; e Desfecho - Evidenciar o impacto e os parâmetros mais assertivos contidos na literatura para o uso da tDCS em favorecimento do aprendizado motor de fala. A partir disso, temos como pergunta norteadora: Quais os ganhos que a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua como intervenção complementar pode levar ao aprendizado motor de fala?

Critérios de elegibilidade foram: Estudos em inglês, português ou espanhol (contudo, devido ao pouco resultado optou-se por manter somente o idioma inglês); estudos de ensaios clínicos, de intervenção, pesquisas experimentais, e revisões de literatura sistemáticas; trabalhos disponíveis integralmente em bases de dados científicas.

Critérios de inclusão: Foram pesquisas publicadas entre 2013 a 2023; trabalhos que falem sobre a aplicação do tDCS em enfermidades que podem acometer ou repercutir no aprendizado motor, independente da faixa etária. Com relação aos critérios de exclusão foram: Artigos que não estejam disponíveis integralmente nas bases de dados investigadas; pesquisas anteriores a 2013 que não abordam os conceitos relacionados à pesquisa em questão; estudos em línguas estrangeiras que não fazem parte do desenho atual do estudo e estudos que falam sobre outras técnicas de intervenção complementar que podem atuar modificando o aprendizado motor da fala.

No que concerne as variáveis observadas retiradas do estudo após a coleta de dados, as bases de dados utilizadas nas buscas foram PUBMED (Medline), Bireme e Embase (pelos Periódicos Capes). Os descritores específicos utilizados foram: *(TDCS or “Transcranial direct*

current stimulation”) and (*motor and learning speech*). O processo de seleção dos artigos foi na forma de fluxo, conforme as diretrizes do PRISMA flow diagram (PRISMA, 2015). Foi utilizado o aplicativo Rayyan com o intuito de organizar os artigos durante o processo de coleta de dados.

RESULTADOS

Foram encontrados setenta e dois artigos no total dos resultados das bases de busca (descritos no fluxograma). Contudo, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, restaram somente sete artigos que de fato enquadraram-se na temática da pesquisa (tabelas 1 e 2).

Os estudos que citam sua população, continham de dez a oitenta participantes. A faixa etária descrita dos participantes das pesquisas foram entre 18 e 42 anos (Tabela 1).

As áreas cerebrais estimuladas informadas foram: O córtex parietal posterior esquerdo ou direito (P3 ou P4); córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo ou direito (F3 ou F4); cerebelo; lobo parietal inferior; córtex sensório-motor bilateral (C3/C4); área de Wernicke (CP5); área de Broca (F518) e o córtex motor de fala. Grande parte dos artigos tiveram suas marcações cerebrais descritas pelo sistema 10/20 de marcação cerebral (Tabela 1).

Com relação ao tempo de estimulação, os artigos apresentaram tempos que variaram entre 13 a 24 minutos (Tabela 1).

No aspecto relativo à intensidade de corrente utilizada nos estudos, observou-se a variação entre 1mA e 2mA (Tabela 1).

A estimulação foi descrita pelo uso dos aparelhos neuromoduladores Soterix, NeuroConn e o BrainSTIM, no qual tiveram quatro estudos que fizeram uso do NeuroConn, dois estudos que utilizaram o Soterix e somente utilizou o BrainSTIM (Tabela 1).

Todos os artigos estudaram pacientes saudáveis, em sua maioria divididos em grupos randomizados, estudos de duplo-cego controlado, no qual teriam que realizar alguma tarefa de fala relacionada a algo que os sujeitos não conheciam (Tabelas 1 e 2).

O momento da estimulação foi descrito como feito antes, durante ou depois da tarefa a ser realizada (Tabela 2).

Os tipos de estimulações descritas foram ETCC anódica, catódica ou simulada (tabela 2).

Outros quesitos como as esponjas utilizadas para a colocação dos eletrodos, foram citados que as mesmas eram embebidas em solução salina. Outro aspecto com relação aos parâmetros de utilização do ETCC, foi respectivo a localização do ânodo (que era colocado na área cerebral em que se iria estimular) e o cátodo, que por vezes foi citado na região

supraorbitária contralateral, na área frontal da linha média ou fora da área do couro cabeludo, assim como também tiveram origem em diferentes países, sendo estudos da Dinamarca, Alemanha, Estados Unidos, Suíça e Reino Unido.

DISCUSSÃO

Os resultados principais dos artigos concluem que a aplicação tDCS e a ordem pelo qual utiliza-se em relação a uma tarefa de aprendizagem motora da fala, pode interferir com mudanças no desempenho dos participantes. Os estudos também sugerem que a melhora do aprendizado motor da fala pode ser maior quando o tDCS é aplicado imediatamente antes da tarefa, garantindo uma exploração mais extensa desse quesito para a pesquisa do tDCS (Lametti et al. 2016).

Verifica-se que os estudos foram todos com adultos neurologicamente saudáveis com faixa-etária entre 18 e 42 anos. Com amostra de populações entre dez e oitenta sujeitos. Os artigos trazem a possibilidade de adentrarmos na temática sobre o uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) para afetar ou melhorar os resultados comportamentais em áreas variadas, incluindo controle motor adequado e alterado (Buchwald et al., 2019; Kang, Summers, & Cauraugh, 2015). Buchwald et al. (2020), através de um dos estudos selecionados para análise de dados da pesquisa em questão, afirma que o tDCS pode aumentar o desempenho de aprendizagem da fala sob condições de estimulação específicas, com isso, questões como parâmetros de uso da tDCS entram em evidência.

Apesar dos artigos abordarem pacientes adultos, Magnavita (2014), em sua monografia observou que a tDCS foi considerada tolerável e exequível na faixa de 5 a 12 anos de idade, na qual avaliou-se o nível de tolerabilidade de 14 crianças submetidas a 10 sessões de tDCS com 2mA, como tratamento aberto, “offlabel” e alternativo para variados diagnósticos de linguagem, também foi verificada a possibilidade dos efeitos adverso e a percepção de melhora das crianças por parte de seus pais, através de um questionário padronizado. Os efeitos adversos foram leves, transitórios e similares ao da população adulta (formigamento e prurido leves), à exceção de um subgrupo de efeitos adversos (mudanças abruptas de humor e irritabilidade) que foram considerados pelos pais como associados aos transtornos de linguagem. Contudo, segundo os progenitores houve uma percepção de melhora em relação ao basal dos menores.

Houveram alguns artigos que tiveram heterogeneidade com relação aos parâmetros de uso da tDCS, como aparelho estimulador (no qual variaram entre o Soterix, NeuroConn e o BrainSTIM), a área cerebral estimulada, o tempo de sessão, a intensidade da corrente utilizada e quantidade de sessões foram fatores que observaram diferenças.

Os estudos variaram com relação a estimulação anódica das áreas cerebrais entre córtex motor esquerdo, córtex parietal posterior em estreita proximidade com o sulco intraparietal, córtex sensório-motor, área de Wernicke, área de Broca, córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e o córtex motor da fala, foram as áreas cerebrais citadas que foram neurologicamente estimuladas, com diferentes objetivos e um deles foi a ampliação do aprendizado motor referente a uma determinada tarefa de fala.

Após a correlação dos achados com a literatura, observa-se que as áreas do córtex motor, córtex pré-frontal dorsolateral, área suplementar e córtex motor primário são as áreas que estão amplamente associadas à aprendizagem motora (Souza, 2014; Dayan; Cohen, 2012; Lang et al., 2013). No que diz respeito às áreas de Wernicke e Broca descritas em um dos estudos, são tidas como áreas cerebrais diretamente ligadas à linguagem oral, em conjunto com os aspectos de expressão de fala e compreensão, na qual em conjunto com outras áreas cerebrais localizadas no hemisfério esquerdo, sendo bem estabelecidas em pessoas adultas. Essas determinadas áreas são situadas no giro frontal ascendente esquerdo (área de Broca), vinculada sobretudo, no planejamento motor da linguagem na articulação e outros aspectos da fala. Na porção medial e superior do lobo temporal encontra-se a área de Wernicke, que atua diretamente na compreensão da linguagem, contudo o fascículo arqueado é a estrutura que liga essas duas áreas fazendo com que haja a integração, favorecendo o acontecimento efetivo da compreensão e expressão da linguagem oral.

O planejamento do movimento acontece em algumas áreas relacionadas a região frontal do córtex, como também o córtex pré-frontal dorsolateral (Kolb; Whisham, 2009; Roland, 1993), as questões de sequenciamento do movimento acontecem primordialmente no córtex pré-motor e na área motora suplementar (Rushworth et al., 2001; Vollmann et al. 2013).

As conclusões dos artigos estiveram entorno dos aspectos do uso da tDCS antes, durante ou após a tarefa proposta, no qual o momento descrito de melhor desempenho ocorreu quando tDCS foi feito antes da tarefa, além de enfatizarem sobre o uso mais favorável positivamente da tDCS anódica e a necessidade de enfatizar que a tDCS é mais eficaz quando a função cerebral está abaixo do ideal devido a declínios ou patologias relacionadas a idade, além da possibilidade de condições nas quais o aprendizado é novo ou adaptativo.

A tDCS amplia a excitabilidade cortical, através da estimulação de áreas sensório motoras, criando uma modificação no ambiente neural favorecendo a aprendizagem (Souza, 2014; Nitsche et al., 2003). Mais pesquisas são importantes para averiguar qual tipo de

aprendizado motor (explícito ou implícito) é mais provável de afetar e quais parâmetros de estimulação são mais consideráveis para o favorecimento do aprendizado motor (Foerster et al. 2015).

CONCLUSÃO

Existe impacto positivo no uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua como intervenção complementar em adultos com relação ao aprendizado motor de fala.

Em relação aos parâmetros de uso da tDCS, o tempo de estimulação variou entre 13 a 24 minutos e a intensidade de corrente variou entre 1mA e 2mA. Os aparelhos utilizados descritos foram o Soterix Medical, NeuroConn e o BrainSTIM. Referente a localização do estímulo, as áreas cerebrais foram correlatas ao córtex motor esquerdo, córtex parietal posterior em estreita proximidade com o sulco intraparietal, córtex sensório-motor, área de wernicke, área de broca, córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e o córtex motor da fala.

No que se refere ao momento de utilização da tDCS, as intervenções foram associadas ao favorecimento do melhor desempenho quando realizado imediatamente antes da atuação da prática terapêutica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD. et al . A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2022 [citado 2023 Dez 08] ; 31(2): e2022107.
2. Payão LMC, Lavra-Pinto B, Carvalho Q. Características clínicas da apraxia de fala na infância: revisão de literatura. *Let. Hoje (Online)* [Internet]. 31º de janeiro de 2012 [citado 8º de dezembro de 2023];47(1):24-9.
3. Esteves C, Ortiz SRM. Speech motor disorders: an analysis of the performance of brazilian speech therapists. *RSD* [Internet]. 2022Sep.8 [cited 2024Dez.8];11(12):e112111234165.
4. Prates LPCS, Martins VO. Atualização terapêutica: Distúrbios da fala e da linguagem na infância. *Revista Médica de Minas Gerais*; 2011. Vol. 21. n4. p. 54–60.
5. Association (ASHA) ASLH. Childhood Apraxia of Speech [Internet]. American Speech-Language-Hearing Association. 2007.
6. Souza TA. Aprendizagem motora: O papel do córtex motor primário. *repositoriufmgbr* [Internet]. 2014.
7. Foerster Á, Rocha S, Araújo M das GR, Lemos A, Monte-Silva K. Effects of transcranial direct current stimulation on motor learning in healthy individuals: a systematic review. *Fisioterapia em Movimento*. 2015 Mar;28(1):159–67.
8. Saccani R. Validação da Alberta Infant Motor Scale para aplicação no Brasil : Análise do desenvolvimento motor e fatores de risco para atraso em crianças de 0 a 18 meses. *lumeufrgsbr* [Internet]. 2009 [cited 2024 Dez 8];
9. Paixão MS, Schimidt TCG, Moura RCF de. O uso da estimulação transcraniana por corrente contínua em crianças com paralisia cerebral: uma revisão sistemática. *Fisioterapia Brasil*. 2021 Nov 11;22(5):773–88.
10. Magnavita GM. Tolerabilidade da estimulação transcraniana por corrente contínua em crianças de 5 a 12 anos. *repositoriufbabr* [Internet]. 2014 Jul 31 [cited 2024 Dez 8];
11. Silva MNG da, Sousa AA de, Costa AP. Utilização de metodologias ativas e neurociências como estímulo para o neurodesenvolvimento de parâmetros como aprendizado, coordenação motora e fala durante a 1a infância: Um relato de caso. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 dez 8];1(2):114–4.
12. Costa JC da. Neurodesenvolvimento e os primeiros anos de vida: genética vs. ambiente. *repositoriopucrsbr* [Internet]. 2018 [cited 2024 Dez 8].
13. UNICEF. The first 1,000 days of life: The brain’s window of opportunity [Internet]. UNICEF-IRC. 2013.

14. Brasileira De Fonoaudiologia S. Available from: <https://www.sbfa.org.br/portal2017/pdf/parecer-tecnico-sobre-o-uso-da-neuromodulacao-8.pdf>.
15. Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology* [Internet]. 2017 Jan 1;128(1):56–92.
16. Fish MA, Proquest (Firm. Here's how to treat childhood apraxia of speech. San Diego, California: Plural Publishing, Inc; 2016.
17. Shriberg LD, Wren YE. A frequent acoustic sign of speech motor delay (SMD). *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2019 Apr 4;33(8):757–71.
18. Esteves C, Ortiz SRM. A orientação parental na Fonoaudiologia: Como acontece no tratamento dos transtornos motores de fala na infância. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia (RECeT)* [Internet]. 2023 Sep 4;4(1).
19. Caruso AJ, Strand EA. *Clinical Management of Motor Speech Disorders in Children*. Thieme Medical Publishers; 1999.
20. Santos GB, Gubiani MB, Nóro LA, Mota HB. Atraso motor de fala não especificado: revisão integrativa. *Research, Society and Development* [Internet]. 2020 Sep 24;9(10):e2249108480–0.
21. Shriberg LD, Strand EA, Fourakis M, Jakielski KJ, Hall SD, Karlsson HB, et al. A Diagnostic Marker to Discriminate Childhood Apraxia of Speech From Speech Delay: IV. The Pause Marker Index. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2017 Apr 14;60(4).
22. Neuromodulação está indicada para as mais diversas doenças neurológicas [Internet]. *Jornal da USP*. 2023 [cited 2024 Jan 2].
23. Thomschewski A, Giovannini G, Gaspard N, Steinbrenner M, Wickström R, Jacobs J. Editorial: Advances in diagnosing and treating new-onset refractory status epilepticus (NORSE). *Front Neurol*. 2023 Aug 30;14:1270702.
24. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *The Lancet*. 1985 May;325(8437):1106–7.
25. Matsuda R, Tardelli G, Guimarães C, Souza V, Baffa O. Artigo de Revisão Transcranial magnetic stimulation: a brief review on the principles and applications [Internet].
26. Boggio PS, Ferrucci R, Mameli F, Martins D, Martins O, Vergari M, et al. Prolonged visual memory enhancement after direct current stimulation in Alzheimer's disease. *Brain Stimulation*. 2012 Jul;5(3):223–30.
27. 1.Andrade SM, Oliveira EA de. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Tratamento do Acidente Vascular Cerebral. *Revista Neurociências*. 2015 Jun 30;23(2):281–90.

28. Crespi L, Noro D, Nóbile MF. Neurodesenvolvimento na Primeira Infância: aspectos significativos para o atendimento escolar na Educação Infantil. *Re-Vista [Internet]*. 28° de setembro de 2020 [citado 8° de janeiro de 2024];27(Especial):1517-41.
29. Bee H, Boyd D. *A Criança em Desenvolvimento - 12.ed.* Artmed Editora; 2009.
30. Kaipa R. Evaluation of principles of motor learning in speech and non-speech-motor learning tasks [Internet]. 2012.
31. Giannecchini T, Yucubian-Fernandes A, Maximino LP. Praxia não verbal na fonoaudiologia: revisão de literatura. *Revista CEFAC*. 2016 Oct;18(5):1200–8.
32. Terband HR. *Speech motor control in relation to phonology: neurocomputational modeling of disordered development*. Groningen: s.n., 2011. 200 p.
33. Marchesan IQ, Silva HJ, Berrentin-Felix G. *Terapia de fonoaudiológica da fala (como eu trato)*. São José dos Campos: Ed.Pulso, 2012. p.94-181.
34. Souza TNU, Avila CRB de. Gravidade do transtorno fonológico, consciência fonológica e praxia articulatória em pré-escolares. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2011 Jun;16(2):182–8.
35. Santana AP, Machado MLC de A, Bianchi KS da R, Freitas M de S, Marques JM. O articulatório e o fonológico na clínica da linguagem: da teoria á prática. *Revista CEFAC*. 2010;12(2):193–201.
36. Souza APR, Pergher GL, Pagliarin KC. Aspectos motores corporais e orais em um grupo de crianças com transtorno/atraso fonológico. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2010;15(2):226–30.
37. DePaolis RA, Vihman MM, Keren-Portnoy T. Do production patterns influence the processing of speech in prelinguistic infants? *Infant Behavior and Development*. 2011 Dec;34(4):590–601.
38. Ruscello D, Vallino L. The Application of Motor Learning Concepts to the Treatment of Children with Compensatory Speech Sound Errors. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*. 2014 Oct 1;24(2):39.
39. Ruscello D, Vallino L. The application of motor learning concepts to the treatment of children with compensatory speech sound errors. *Perspect Speech Sci & Orof Disord*; 2014.Vol. 24.
40. Ruscello D, Vallino L. The Application of Motor Learning Concepts to the Treatment of Children with Compensatory Speech Sound Errors. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*. 2014 Oct 1;24(2):39.

VII. RESULTADOS

Foram encontrados setenta e dois artigos no total dos resultados das bases de busca (descritos no fluxograma). Contudo, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, restaram somente sete artigos que de fato enquadraram-se na temática da pesquisa (tabelas 2 e 3).

Os estudos que citam sua população, continham de dez a oitenta participantes. A faixa etária descrita dos participantes das pesquisas foram entre 18 e 42 anos (Tabela 2).

As áreas cerebrais estimuladas informadas foram: O córtex parietal posterior esquerdo ou direito (P3 ou P4); córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo ou direito (F3 ou F4); cerebelo; lobo parietal inferior; córtex sensório-motor bilateral (C3/C4); área de Wernicke (CP5); área de Broca (F518) e o córtex motor de fala. Grande parte dos artigos tiveram suas marcações cerebrais descritas pelo sistema 10/20 de marcação cerebral (tabela 2).

Com relação ao tempo de estimulação, os artigos apresentaram tempos que variaram entre 13 a 24 minutos (Tabela 2).

No aspecto relativo à intensidade de corrente utilizada nos estudos, observou-se a variação entre 1mA e 2mA (Tabela 3).

A estimulação foi descrita pelo uso dos aparelhos neuromoduladores Soterix, NeuroConn e o BrainSTIM, no qual tiveram quatro estudos que fizeram uso do NeuroConn, dois estudos que utilizaram o Soterix e somente utilizou o BrainSTIM (Tabela 2).

Todos os artigos estudaram pacientes saudáveis, em sua maioria divididos em grupos randomizados, estudos de duplo-cego controlado, no qual teriam que realizar alguma tarefa de fala relacionada a algo que os sujeitos não conheciam (Tabelas 2 e 3).

O momento da estimulação foi descrito como feito antes, durante ou depois da tarefa a ser realizada (tabela 3).

Os tipos de estimulações descritas foram ETCC anódica, catódica ou simulada (tabela 3).

Outros quesitos como as esponjas utilizadas para a colocação dos eletrodos, foram citados que as mesmas eram embebidas em solução salina. Outro aspecto com relação aos parâmetros de utilização do ETCC, foi respectivo a localização do ânodo (que era colocado na área cerebral em que se iria estimular) e o cátodo, que por vezes foi citado na região

supraorbitária contralateral, na área frontal da linha média ou fora da área do couro cabeludo, assim como também tiveram origem em diferentes países, sendo estudos da Dinamarca, Alemanha, Estados Unidos, Suíça e Reino Unido.

VII.1 Tabela 2 – Descrição de alguns dados dos artigos.

ARTIGO	POPULAÇÃO	IDADE	ÁREA CEREBRAL ESTIMULADA	TEMPO DE ESTIMULAÇÃO	INTENSIDADE DA CORRENTE	APARELHO ESTIMULADOR
Manuel A e Schnider A (2016)	26 Participantes saudáveis, 15 mulheres e 11 homens.	Média de 23 a 24 anos.	No grupo parietal a estimulação anódica foi no córtex parietal posterior esquerdo ou direito (P3 ou P4). No grupo pré-frontal, a estimulação anódica foi no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo ou direito (F3 ou F4).	24 minutos.	1 mA	Estimulador NeuroConn.
Lametti et al. (2016)	36 Sujeitos saudáveis, 21 mulheres e 15 homens.	Entre 18 a 35 anos.	Cerebelo.	Um grupo com 15 minutos e outro grupo com 30 segundos de estimulação no início.	A corrente foi aumentada para 2,0 mA ao longo de 30 s e reduzida para 0 ao longo de 30 s.	Estimulador NeuroConn.
Deroche et al. (2017)	70 Sujeitos saudáveis, 48 mulheres e 22 homens.	Entre 18 a 38 anos.	Lobo parietal inferior esquerdo.	O experimentador iniciava a estimulação atual pouco antes de iniciar a tarefa de adaptação e a encerrava manualmente após a conclusão da tarefa de adaptação (6,4 min depois).	1 mA	Estimulador NeuroConn.
Simione M, Fregni F e Green JR (2018)	10 Adultos saudáveis 6 mulheres e 4 homens.	Entre 18 e 45 anos.	Bilateralmente sobre o córtex sensório-motor (eletrodos colocados 2 cm abaixo e acima de C3/C4).	20 min de estimulação (anódica ou catódica) e na ETCC simulada consistiu em um aumento de 15 s seguido pela diminuição da corrente.	2 mA	Estimulador Soterix.
Buchwald et al. (2019)	80 Participantes, 50 mulheres e 30 homens.	Média de 23,7 anos.	Córtex motor esquerdo (C3).	20 min de ETCC nos grupos ativos, e 30 segundos de ETCC para o grupo de simulação.	1 mA	Estimulador Soterix.
Blagovechtchenski et al. (2019)	Não foi especificada a população, somente listou que tiveram grupos, sem a quantidade contida neles.	Sem especificação	Áreas de Weirnicke (CP5) e Broca (F518).	15 minutos.	1,5 mA	Estimulador BrainSTIM.
Wiltshire et al. (2020)	60 Pessoas, 30 homens e 30 mulheres.	Entre 18 e 42 anos.	ETCC bi-hemisférica sobre o córtex motor da fala.	13 minutos.	1 mA	Estimulador NeuroConn.

VII.2 Tabela 3 - Síntese de informações incluídas na revisão.

ARTIGO	TIPO DE ESTUDO	MOMENTO DE ESTIMULAÇÃO	TIPO DE ETCC	CONCLUSÃO
Manuel A e Schnider A (2016)	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego controlado por simulação.	Quatro minutos antes da tarefa e vinte minutos durante a tarefa.	ETCC anódica.	Os efeitos da estimulação podem diferir dependendo de quando ela é aplicada. O estudo mostrou uma diminuição no desempenho, com estimulação durante a tarefa.
Lametti et al. (2016)	Ensaio clínico randomizado.	Um grupo com quinze minutos durante a tarefa e outro com estimulação de trinta segundos antes da tarefa.	ETCC anódica e simulada.	Sugeriu que o ETCC cerebelar altera focalmente o funcionamento do cerebelo.
Deroche et al. (2017)	Estudo randomizado.	Durante a atividade.	ETCC anódica.	No geral, o ETCC no lobo parietal inferior esquerdo pode ser usado para melhorar o desempenho da fala, mas apenas sob condições nas quais o aprendizado novo ou adaptativo é necessário.
Simione M, Fregni F e Green JR (2018)	Estudo exploratório, duplo-cego.	Durante e depois das tarefas.	ETCC anódica, catódica ou simulada.	ETCC anódica resultou em uma estratégia de movimento eficiente para fala e repetição de sílaba, enquanto a ETCC catódica resultou em uma estratégia de movimento menos eficiente para repetição de sílaba e mastigação.
Buchwald et al. (2019)	Estudo randomizado.	Antes, durante e depois.	ETCC anódica e simulada.	Em comparação com o início da prática, o grupo ETCC-Antes apresentou melhora significativamente maior do que o grupo placebo e o grupo ETCC-Durante.
Blagovechtchenski et al. (2019)	Estudo randomizado.	Antes e durante a tarefa.	ETCC catódica e simulada.	A ETCC catódica da área de Wernicke antes de uma sessão de aprendizagem pode impactar a eficiência da aprendizagem de palavras. Este impacto está presente imediatamente após a aprendizagem e, mais importante, preservado por mais tempo após o desaparecimento dos efeitos físicos da estimulação, sugerindo que a ETCC pode ter influência a longo prazo no armazenamento linguístico e nas representações no cérebro humano.

Wiltshire et al. (2020)	Estudo duplo-cego, randomizado e controlado por simulação.	Antes e durante a tarefa.	ETCC catódica, anódica e simulada.	O desempenho na tarefa melhorou desde o início até após a estimulação, mas não foi significativamente modulado pela ETCC. Concluiu-se que a ETCC pode ser mais eficaz quando a função cerebral está abaixo do ideal devido a declínios ou patologias relacionadas à idade.
-------------------------	--	---------------------------	------------------------------------	--

VIII. DISCUSSÃO

Os resultados principais dos artigos concluem que a aplicação tDCS e a ordem pelo qual utiliza-se em relação a uma tarefa de aprendizagem motora da fala, pode interferir com mudanças no desempenho dos participantes. Os estudos também sugerem que a melhora do aprendizado motor da fala pode ser maior quando o tDCS é aplicado imediatamente antes da tarefa, garantindo uma exploração mais extensa desse quesito para a pesquisa do tDCS (Lametti et al. 2016).

Verifica-se que os estudos foram todos com adultos neurologicamente saudáveis com faixa-etária entre 18 e 42 anos. Com amostra de populações entre dez e oitenta sujeitos. Os artigos trazem a possibilidade de adentrarmos na temática sobre o uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) para afetar ou melhorar os resultados comportamentais em áreas variadas, incluindo controle motor adequado e alterado (Buchwald et al., 2019; Kang, Summers, & Cauraugh, 2015). Buchwald et al. (2020), através de um dos estudos selecionados para análise de dados da pesquisa em questão, afirma que o tDCS pode aumentar o desempenho de aprendizagem da fala sob condições de estimulação específicas, com isso, questões como parâmetros de uso da tDCS entram em evidência.

Apesar dos artigos abordarem pacientes adultos, Magnavita (2014), em sua monografia observou que a tDCS foi considerada tolerável e exequível na faixa de 5 a 12 anos de idade, na qual avaliou-se o nível de tolerabilidade de 14 crianças submetidas a 10 sessões de tDCS com 2mA, como tratamento aberto, “offlabel” e alternativo para variados diagnósticos de linguagem, também foi verificada a possibilidade dos efeitos adverso e a percepção de melhora das crianças por parte de seus pais, através de um questionário padronizado. Os efeitos adversos foram leves, transitórios e similares ao da população adulta (formigamento e prurido leves), à exceção de um subgrupo de efeitos adversos (mudanças abruptas de humor e irritabilidade) que foram considerados pelos pais como associados aos transtornos de linguagem. Contudo, segundo os progenitores houve uma percepção de melhora em relação ao basal dos menores.

Houveram alguns artigos que tiveram heterogeneidade com relação aos parâmetros de uso do tDCS, como aparelho estimulador (no qual variaram entre o Soterix, NeuroConn e o BrainSTIM), a área cerebral estimulada, o tempo de sessão, a intensidade da corrente utilizada e quantidade de sessões foram fatores que observaram diferenças.

Os estudos variaram com relação a estimulação anódica das áreas cerebrais entre córtex motor esquerdo, córtex parietal posterior em estreita proximidade com o sulco intraparietal, córtex sensório-motor, área de Wernicke, área de Broca, córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e o córtex motor da fala, foram as áreas cerebrais citadas que foram neurologicamente estimuladas, com diferentes objetivos e um deles foi a ampliação do aprendizado motor referente a uma determinada tarefa de fala.

Após a correlação dos achados com a literatura, observa-se que as áreas do córtex motor, córtex pré-frontal dorsolateral, área suplementar e córtex motor primário são as áreas que estão amplamente associadas à aprendizagem motora (Souza, 2014; Dayan; Cohen, 2012; Lang et al., 2013). No que diz respeito às áreas de Wernicke e Broca descritas em um dos estudos, são tidas como áreas cerebrais diretamente ligadas à linguagem oral, em conjunto com os aspectos de expressão de fala e compreensão, na qual em conjunto com outras áreas cerebrais localizadas no hemisfério esquerdo, sendo bem estabelecidas em pessoas adultas. Essas determinadas áreas são situadas no giro frontal ascendente esquerdo (área de Broca), vinculada sobretudo, no planejamento motor da linguagem na articulação e outros aspectos da fala. Na porção medial e superior do lobo temporal encontra-se a área de Wernicke, que atua diretamente na compreensão da linguagem, contudo o fascículo arqueado é a estrutura que liga essas duas áreas fazendo com que haja a integração, favorecendo o acontecimento efetivo da compreensão e expressão da linguagem oral.

O planejamento do movimento acontece em algumas áreas relacionadas a região frontal do córtex, como também o córtex pré-frontal dorsolateral (Kolb; Whisham, 2009; Roland, 1993), as questões de sequenciamento do movimento acontecem primordialmente no córtex pré-motor e na área motora suplementar (Rushworth et al., 2001; Vollmann et al. 2013).

As conclusões dos artigos estiveram entorno dos aspectos do uso do tDCS antes, durante ou após a tarefa proposta, no qual o momento descrito de melhor desempenho ocorreu quando tDCS foi feito antes da tarefa, além de enfatizarem sobre o uso mais favorável positivamente da tDCS anódica e a necessidade de enfatizar que o tDCS é mais eficaz quando a função cerebral está abaixo do ideal devido a declínios ou patologias relacionadas a idade, além da possibilidade de condições nas quais o aprendizado é novo ou adaptativo.

A tDCS amplia a excitabilidade cortical, através da estimulação de áreas sensório motoras, criando uma modificação no ambiente neural favorecendo a aprendizagem (Souza, 2014; Nitsche et al., 2003). Mais pesquisas são importantes para averiguar qual tipo de

aprendizado motor (explícito ou implícito) é mais provável de afetar e quais parâmetros de estimulação são mais consideráveis para o favorecimento do aprendizado motor (Foerster et al. 2015).

IX. PERSPECTIVAS DO ESTUDO

Tendo em vista os resultados relativos à pesquisa de revisão de escopo, temos como perspectiva a realização de estudo de ensaio clínico aberto, voltado para crianças com alterações de aprendizagem motora ligadas a alguns dos diagnósticos de transtorno motores de fala. O estudo poderá dar enfoque na ação conjunta do processo terapêutico com a terapia tradicional e a ação complementar da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.

X. PROPOSTA DO ESTUDO

A pesquisa teve como proposta principal, integrar os achados da literatura acadêmica sobre a neuromodulação do tipo Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), aliada à aprendizagem motora de fala e aos transtornos motores de fala.

XI. CONCLUSÃO

Existe impacto positivo no uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua como intervenção complementar em adultos com relação ao aprendizado motor de fala.

Em relação aos parâmetros de uso do tDCS, o tempo de estimulação variou entre 13 a 24 minutos e a intensidade de corrente variou entre 1mA e 2mA. Os aparelhos utilizados descritos foram o Soterix, NeuroConn e o BrainSTIM. Referente a localização do estímulo, as áreas cerebrais foram correlatas ao córtex motor esquerdo, córtex parietal posterior em estreita proximidade com o sulco intraparietal, córtex sensório-motor, área de wernicke, área de broca, córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e o córtex motor da fala.

No que se refere ao momento de utilização do tDCS, as intervenções foram associadas ao favorecimento do melhor desempenho quando realizado imediatamente antes da atuação da prática terapêutica.

XII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD. et al . A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2022 [citado 2023 Dez 08] ; 31(2): e2022107.
2. Payão LMC, Lavra-Pinto B, Carvalho Q. Características clínicas da apraxia de fala na infância: revisão de literatura. *Let. Hoje (Online)* [Internet]. 31º de janeiro de 2012 [citado 8º de dezembro de 2023];47(1):24-9.
3. Esteves C, Ortiz SRM. Speech motor disorders: an analysis of the performance of brazilian speech therapists. *RSD* [Internet]. 2022Sep.8 [cited 2024Dez.8];11(12):e112111234165.
4. Prates LPCS, Martins VO. Atualização terapêutica: Distúrbios da fala e da linguagem na infância. *Revista Médica de Minas Gerais*; 2011. Vol. 21. n4. p. 54–60. pdf.
5. Association (ASHA) ASLH. Childhood Apraxia of Speech [Internet]. American Speech-Language-Hearing Association. 2007.
6. Souza TA. Aprendizagem motora: O papel do córtex motor primário. *repositoriufmgbr* [Internet]. 2014.
7. Foerster Á, Rocha S, Araújo M das GR, Lemos A, Monte-Silva K. Effects of transcranial direct current stimulation on motor learning in healthy individuals: a systematic review. *Fisioterapia em Movimento*. 2015 Mar;28(1):159–67.
8. Saccani R. Validação da Alberta Infant Motor Scale para aplicação no Brasil : Análise do desenvolvimento motor e fatores de risco para atraso em crianças de 0 a 18 meses. *lumeufrgsbr* [Internet]. 2009 [cited 2024 Dez 8];
9. Paixão MS, Schimidt TCG, Moura RCF de. O uso da estimulação transcraniana por corrente contínua em crianças com paralisia cerebral: uma revisão sistemática. *Fisioterapia Brasil*. 2021 Nov 11;22(5):773–88.
10. Magnavita GM. Tolerabilidade da estimulação transcraniana por corrente contínua em crianças de 5 a 12 anos. *repositoriufbabr* [Internet]. 2014 Jul 31 [cited 2024 Dez 8].
11. Silva MNG da, Sousa AA de, Costa AP. Utilização de metodologias ativas e neurociências como estímulo para o neurodesenvolvimento de parâmetros como aprendizado, coordenação motora e fala durante a 1a infância: Um relato de caso. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 dez 8];1(2):114–4.
12. Costa JC da. Neurodesenvolvimento e os primeiros anos de vida: genética vs. ambiente. *repositoriopucrsbr* [Internet]. 2018 [cited 2024 Dez 8].
13. UNICEF. The first 1,000 days of life: The brain’s window of opportunity [Internet]. UNICEF-IRC. 2013.

14. Brasileira De Fonoaudiologia S. Available from: <https://www.sbfa.org.br/porta12017/pdf/parecer-tecnico-sobre-o-uso-da-neuromodulacao-8.pdf>.
15. Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology* [Internet]. 2017 Jan 1;128(1):56–92.
16. Fish MA, Proquest (Firm. Here’s how to treat childhood apraxia of speech. San Diego, California: Plural Publishing, Inc; 2016.
17. Shriberg LD, Wren YE. A frequent acoustic sign of speech motor delay (SMD). *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2019 Apr 4;33(8):757–71.
18. Esteves C, Ortiz SRM. A orientação parental na Fonoaudiologia: Como acontece no tratamento dos transtornos motores de fala na infância. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia (RECeT)* [Internet]. 2023 Sep 4;4(1).
19. Caruso AJ, Strand EA. *Clinical Management of Motor Speech Disorders in Children*. Thieme Medical Publishers; 1999.
20. Santos GB, Gubiani MB, Nóro LA, Mota HB. Atraso motor de fala não especificado: revisão integrativa. *Research, Society and Development* [Internet]. 2020 Sep 24;9(10):e2249108480–0.
21. Shriberg LD, Strand EA, Fourakis M, Jakielski KJ, Hall SD, Karlsson HB, et al. A Diagnostic Marker to Discriminate Childhood Apraxia of Speech From Speech Delay: IV. The Pause Marker Index. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2017 Apr 14;60(4).
22. Neuromodulação está indicada para as mais diversas doenças neurológicas [Internet]. *Jornal da USP*. 2023 [cited 2024 Jan 2].
23. Thomschewski A, Giovannini G, Gaspard N, Steinbrenner M, Wickström R, Jacobs J. Editorial: Advances in diagnosing and treating new-onset refractory status epilepticus (NORSE). *Front Neurol*. 2023 Aug 30;14:1270702.
24. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *The Lancet*. 1985 May;325(8437):1106–7.
25. Matsuda R, Tardelli G, Guimarães C, Souza V, Baffa O. Artigo de Revisão Transcranial magnetic stimulation: a brief review on the principles and applications [Internet].
26. Boggio PS, Ferrucci R, Mameli F, Martins D, Martins O, Vergari M, et al. Prolonged visual memory enhancement after direct current stimulation in Alzheimer’s disease. *Brain Stimulation*. 2012 Jul;5(3):223–30.
27. 1.Andrade SM, Oliveira EA de. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Tratamento do Acidente Vascular Cerebral. *Revista Neurociências*. 2015 Jun 30;23(2):281–90.

28. Crespi L, Noro D, Nóbile MF. Neurodesenvolvimento na Primeira Infância: aspectos significativos para o atendimento escolar na Educação Infantil. *Re-Vista [Internet]*. 28º de setembro de 2020 [citado 8º de janeiro de 2024];27(Especial):1517-41.
29. Bee H, Boyd D. *A Criança em Desenvolvimento - 12.ed.* Artmed Editora; 2009.
30. Kaipa R. Evaluation of principles of motor learning in speech and non-speech-motor learning tasks [Internet]. 2012.
31. Giannecchini T, Yucubian-Fernandes A, Maximino LP. Praxia não verbal na fonoaudiologia: revisão de literatura. *Revista CEFAC*. 2016 Oct;18(5):1200–8.
32. Terband HR. *Speech motor control in relation to phonology: neurocomputational modeling of disordered development*. Groningen: s.n., 2011. 200 p.
33. Marchesan IQ, Silva HJ, Berrentin-Felix G. *Terapia de fonoaudiológica da fala (como eu trato)*. São José dos Campos: Ed.Pulso, 2012. p.94-181.
34. Souza TNU, Avila CRB de. Gravidade do transtorno fonológico, consciência fonológica e praxia articulatória em pré-escolares. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2011 Jun;16(2):182–8.
35. Santana AP, Machado MLC de A, Bianchi KS da R, Freitas M de S, Marques JM. O articulatório e o fonológico na clínica da linguagem: da teoria á prática. *Revista CEFAC*. 2010;12(2):193–201.
36. Souza APR, Pergher GL, Pagliarin KC. Aspectos motores corporais e orais em um grupo de crianças com transtorno/atraso fonológico. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2010;15(2):226–30.
37. DePaolis RA, Vihman MM, Keren-Portnoy T. Do production patterns influence the processing of speech in prelinguistic infants? *Infant Behavior and Development*. 2011 Dec;34(4):590–601.
38. Ruscello D, Vallino L. The Application of Motor Learning Concepts to the Treatment of Children with Compensatory Speech Sound Errors. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*. 2014 Oct 1;24(2):39.
39. Ruscello D, Vallino L. The application of motor learning concepts to the treatment of children with compensatory speech sound errors. *Perspect Speech Sci & Orof Disord*; 2014.Vol. 24.
40. Ruscello D, Vallino L. The Application of Motor Learning Concepts to the Treatment of Children with Compensatory Speech Sound Errors. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*. 2014 Oct 1;24(2):39.
41. DiDonato Brumbach AC, Goffman L. Interaction of Language Processing and Motor Skill in Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2014 Feb;57(1):158–71.

42. 1.Kenny L, Hill E, Hamilton AF de C. The Relationship between Social and Motor Cognition in Primary School Age-Children. *Frontiers in Psychology*. 2016 Feb 24;7.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
Faculdade de Medicina da Bahia
Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde
Largo do Terreiro de Jesus, s/n. Centro Histórico
40.026-010 Salvador, Bahia, Brasil.
Tel.: 55 71 3283.5582 | Fax: 55 71 3283.5567
www.possaude.ufba.br | pos.saude@ufba.br



MARIA LUIZA DA CONCEIÇÃO CARDOSO

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e aprendizagem motora de fala: uma revisão integrativa.

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia.

Aprovada em: 29/02/2024

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
MARCUS MIRANDA LESSA
Data: 27/04/2024 10:39:29-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Marcus Miranda Lessa
Doutor em Otorrinolaringologia/USP
Professor Adjunto IV/UFBA (Orientador/ Presidente).

Documento assinado digitalmente
CAROLINA CINCURA BARRETO
Data: 27/04/2024 11:26:23-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dra. Carolina Cincurá Barreto
Doutora em Ciências da Saúde/UFBA
Médica Otorrinolaringologista EBSEERH do Hospital Universitário Professor Edgard Santos

Profa. Dra. Juliana Barbosa Goulardins
Doutora em Ciências Biodinâmica do Movimento Humano/ USP
Pesquisadora EBMSP