



Fundação Universidade Federal do ABC
Pró reitoria de pesquisa
Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP
09210-580

Bloco L, 3ºAndar, Fone (11) 3356-7617
iniciacao@ufabc.edu.br

Projeto de Iniciação Científica submetido
para avaliação no Edital: 01/2022

Título do projeto: Análise de respostas hemodinâmicas do córtex pré-frontal no ensino de
leitura e escrita com crianças com autismo e deficiência intelectual

Palavras-chave: autismo, deficiência intelectual, escrita, fNIRS, intervenção comportamental,
leitura

Área do conhecimento do projeto: Psicologia Experimental

Santo André

2022

Resumo

As habilidades de leitura e escrita são fundamentais para o desenvolvimento escolar e cultural das pessoas dentro da sociedade. No entanto, pessoas com deficiências podem apresentar dificuldade na aquisição destas habilidades. Uma forma de estudar os mecanismos envolvidos na aprendizagem de leitura e escrita em crianças é por meio das medições neurofisiológicas durante a realização de tarefas acadêmicas de ensino. Este projeto tem como objetivo avaliar a aprendizagem de leitura e escrita de crianças com autismo e/ou DI em um programa de ensino denominado como ALEPP. O procedimento será aplicado com seis crianças com diagnóstico de autismo e/ou deficiência intelectual e será realizado em fases experimentais com o uso da Espectroscopia funcional em infravermelho próximo (fNIRS) em tarefas de avaliação do ensino de palavras e tarefas de generalização do ensino. Espera-se que o estudo produza dados nas fases experimentais sobre a atividade neurofisiológica durante o processo de aprendizagem.

Palavras-chave: autismo, deficiência intelectual, escrita, fNIRS, intervenção comportamental, leitura

O número de matrículas nas escolas regulares, principalmente, em classes comuns de estudantes com deficiência, transtorno do espectro do autismo e altas habilidades/superdotação aumentou significativamente após o ano de 2008, marcado pela vigência da Política Nacional de Educação Especial na perspectiva de Educação Inclusiva no Brasil (Mendes, 2019). Conforme os dados divulgados pelo Censo Escolar de 2021, observou-se um aumento no número de matrículas da educação especial de 26,7% em relação a 2017. O levantamento estatístico educacional brasileiro tem registrado uma tendência de aumento das matrículas de estudantes de educação especial em classes comuns desde o ano de 2010. Para a educação infantil, ensino fundamental e médio houve uma taxa de aumento entre os anos de 2010 e 2021 de respectivamente 31.86%, 57.83% e 16% (Inep Censo Escolar, 2021). Em 2021, foram registradas 872.917 mil matrículas de estudantes com Deficiência Intelectual (DI) e 295.394 com autismo na educação especial (Inep/Censo Escolar 2021). Ademais, a pesquisa educacional (Censo Escolar, 2021) verificou que as matrículas foram predominantemente realizadas em escolas da rede pública de ensino em comparação com a rede privada de ensino (56,8%), o que aponta para uma necessidade de que o sistema pedagógico do ensino público possa garantir meios de acessibilidade para o desenvolvimento pleno destes estudantes nesses espaços.

No entanto, os serviços educacionais brasileiros oferecem unicamente o Atendimento Educacional Especializado (AEE), conforme estabelecido pela Política vigente (Brasil, 2008), que pode por vezes ser insuficiente no que se refere à inclusão destes estudantes em classe comum (Mendes, 2019; Pavezi et al., 2021). Em 2021, dos 93,5% estudantes matriculados em classes comuns, 53,8% não possuíam apoio educacional do AEE (Resumo Técnico do Censo Escolar, 2021). As dificuldades encontradas por estudantes com deficiência e transtornos globais em seu desenvolvimento escolar em classes comuns levam as distorções entre idade-série que observamos nas matrículas destes estudantes (Santos, & Mendes, 2019).

A educação inclusiva tem como proposta uma Educação Especial como uma modalidade transversal de ensino (BRASIL, 2008) capaz de oferecer diferentes formas de ensino que contemplem todos os estudantes. Dessa maneira, uma reflexão sobre a Educação Especial no cenário brasileiro aponta para uma necessidade de financiamento e desenvolvimento de políticas públicas do Estado para implementar um modelo educacional inclusivo (Pavezi et al., 2021). A unificação da Educação Especial com a Educação Regular permite benefícios para todos, uma vez que a presença de pessoas com deficiência nas salas de aula regulares possibilita o convívio com os pares sem deficiências, o Desenho Universal para Aprendizagem mostra que as estratégias de inclusão em sala comum têm benefícios para toda a classe de aula de maneira universal (Pavezi et al., 2021; Zerbato & Mendes, 2021).

O Atendimento Educacional Especializado tem como finalidade promover a autonomia dos estudantes com deficiência ao garantir o acesso a um currículo inclusivo, juntamente com o apoio interdisciplinar que envolva saúde e educação. A pesquisa no campo da educação inclusiva busca validar práticas escolares baseadas em evidências de maneira a colaborar com a prática profissional dos AEE's para que se possa garantir a efetividade dos métodos e qualidade de ensino nos serviços especializados (Pavezi et al., 2021). A literatura nacional tem registrado que a implementação dos serviços educacionais especializados tem sido efetiva no que se refere a uma boa adequação das práticas de ensino na inclusão educacional. O Coensino ou ensino colaborativo, o planejamento de ensino individualizado e o desenho universal de aprendizagem (DUA) são modelos que tornam possível a promoção de uma educação de qualidade, gratuita e públicas (Pavezi et al., 2021). A reestruturação do sistema de ensino permite que as políticas de inclusão possam contemplar a diversidade de estudantes aumentando a acessibilidade de ingresso e permanência nas escolas. Uma maneira possível de assegurar um ensino de qualidade seria na alteração das práticas pedagógicas

tradicionais, serviços de apoio especializados, recursos materiais, humanos e tecnológicos (Zerbato & Mendes, 2021).

Sobre o desempenho acadêmico dos estudantes da educação especial, o Censo Demográfico de 2010 registrou que para crianças com deficiência intelectual (DI), com idades variantes entre cinco e nove anos, matriculados em classes comuns, a habilidade de leitura não havia sido desenvolvida. No ano de 2010, apenas 27,18% das crianças brasileiras com deficiência haviam aprendido a ler. Em São Paulo, 70,45 % das crianças com DI matriculadas em escolas regulares não aprenderam a ler e escrever no início do ensino fundamental. Uma pesquisa conduzida pela Fundação Carlos Chagas (FCC, 2021) evidenciou que houve uma diminuição da aprendizagem do PAEE, o que leva a uma preocupação com relação ao desenvolvimento escolar de estudantes com deficiência e o acesso ao serviço educacional especializado.

As universidades públicas podem proporcionar para a sociedade recursos didáticos e pesquisas acadêmicas que colaborem para a melhora da inclusão do público-alvo no sistema educacional. O presente estudo está inserido no campo de pesquisa que visa a aplicação de metodologias em contextos naturalísticos da sociedade. A avaliação do desempenho escolar e o ensino informatizado podem ser uma forma de assegurar a aprendizagem de cada estudante, uma vez que o processo é monitorado a depender do ritmo individual do estudante, conforme a diversidade de cada indivíduo. No momento em que se adota um sistema educacional que tem por objetivo o foco na metodologia de ensino, é possível eliminar rótulos impostos aos estudantes que justifiquem o fracasso escolar (de Rose, 2005). A universidade pode auxiliar profissionais do sistema educacional em tomadas de decisões futuras para projetos de ensino que auxiliem na formação do currículo escolar tendo em vista as necessidades dos estudantes de maneira universal.

Os mecanismos pelos quais ocorrem o processo de aprendizagem podem ser estudados de diferentes perspectivas. As medições neurofisiológicas durante as etapas de aprendizado podem ajudar a compreender estes processos, de maneira que se possa colaborar na predição e no desempenho pedagógico. Os estudos neurofisiológicos podem ainda favorecer métodos de intervenções eficazes para um planejamento de ensino individualizado. Estas intervenções possibilitam que desigualdades educacionais possam ser reduzidas e que a inclusão se torne realidade no cenário brasileiro.

Segundo o estudo de revisão de Dahlstrom-Hakki et al. (2019), uma forma de mensurar experimentalmente a dificuldade de uma tarefa são as medições diretas de processamento da carga cognitiva no lóbulo frontal, assim é possível estudar a maneira com que o processo de aprendizagem pode se relacionar com o nível de carga do processamento cognitivo. O estudo discutiu a maneira que medidas neurocognitivas como memórias, atenção, cognição e aprendizagem podem ser estudadas em experimentos de laboratório, no entanto, instrumentos neurocognitivos podem ser importantes na produção de conhecimento implícito no mundo real no contexto da aprendizagem incluindo alunos com deficiência, estudantes de baixo nível socioeconômico, entre outros. Ademais, observou-se que ferramentas neurocognitivas podem examinar a atenção e possíveis dificuldades de processamento. A definição de aprendizagem implícita mencionada no estudo se refere a todas as capacidades cognitivas envolvidas em tarefas importantes para a vida diária, que se relacionam com eventos que desencadeiam potenciais cognitivos diversificados relacionados com medições dos sinais de sensores de dispositivos. A atenção fornece a informação sobre o envolvimento do estudante com o conteúdo, as medições da memória de curto prazo e carga cognitiva fornecem informações sobre o nível de sobrecarga ou não que determinado conteúdo está exercendo na capacidade de processamento da carga cognitiva do estudante. Estas medições podem gradualmente informar

sobre a efetividade da intervenção, além de ajustes para otimização dos procedimentos de ensino.

O estudo (Dahlstrom-Hakki et al., 2019) menciona que estudantes com deficiências diversificadas podem ter conhecimentos e competências implícitas que por vezes podem não ser reconhecidos em testes tradicionais de aprendizagem, o que faz com que educadores não possam realizar uma intervenção pedagógica adequada, visto que não podem visualizar as dificuldades de processamento cognitivo das funções executivas. Assim, concluiu-se que para estudar o desenvolvimento do conhecimento implícito dos estudantes, medições das funções cognitivas dos estudantes podem ser um caminho para melhor compreender a aprendizagem implícita em ambientes naturais.

A Espectroscopia funcional em infravermelho próximo (fNIRS) é uma ferramenta que tem como mecanismo de implementação a medição da atividade neural por meio das alterações de oxigenação do sangue, no volume e no fluxo sanguíneo e cerebral (Oliveira et al., 2015). O fNIRS capta os diferentes comprimentos de onda contidos no espectro próximo do infravermelho (780-2500nm) por meio da absorção da penetração da luz e dispersão da luz no tecido biológico. A luz emitida por uma fonte direcionada para o tecido do couro cabeludo é captada por um receptor para que se possa realizar a medição indireta da atividade deste tecido (Oliveira et al., 2015). As concentrações de oxiemoglobina, deoxiemoglobina e hemoglobina total fornecem a mensuração da hemodinâmica e atividade neural que são avaliadas de maneira quantitativa e qualitativa. Esta técnica de neuroimagem tem como benefícios ser um procedimento não invasivo, com fácil portabilidade, de baixo custo em comparação com outras técnicas, silencioso e não precisar de biomarcadores na corrente sanguínea e irradiação. Neste método o participante pode se movimentar e facilitar a realização de tarefas. (Oliveira et al., 2015)

Dahlstrom-Hakki et al. (2019) discutiram as vantagens do fNIRS quando comparado a outras tecnologias como rastreamento ocular e o eletroencefalografia (EEG). O fNIRS oferece uma melhor resolução temporal quando comparado a ressonância magnética funcional (fMRI) e melhor resolução espacial quando comparado ao EEG, além disso, a tecnologia apresenta maior portabilidade e é menos propensa a ruídos eletromagnéticos como o dispositivo EEG. O estudo sugere que estas vantagens fazem do fNIRS uma escolha com grande potencial para ser aplicado em estudos no contexto de aprendizagem, já que os sinais obtidos com este equipamento se referem a medidas da memória de trabalho ou também de carga de processamento cognitivo. As medições que são realizadas com base nas alterações dos níveis de oxigênio no córtex pré-frontal, córtex frontotemporal direito e ventrolateral esquerdo podem ser correlacionadas com a capacidade de atenção do indivíduo.

Brockington et al. (2018) investigaram em um contexto educacional o processo de ensino e aprendizagem na interação entre professor e aluno com auxílio de ferramentas tecnológicas da neurociência educacional, que comumente são utilizadas em experimentos de laboratório. O projeto discute acerca da aplicabilidade dos achados científicos no ambiente natural que possui um número de variáveis superior comparado as pesquisas de laboratório. O estudo buscou produzir dados em um ambiente naturalístico de sala de aula empregando o uso do fNIRS e óculos móvel de rastreamento ocular. Foram investigados três estudos de caso. No primeiro estudo duas crianças do sexo feminino, com idades entre 4 e 23 anos, juntamente com uma professora foram monitorados durante um jogo de tabuleiro de adição de números naturais. A professora realizou o ensino de como somar dois números naturais, apresentados em dados com seis faces, com a ajuda de varetas de madeira tangíveis, esta operação de soma durante o jogo sempre era realizada com a ajuda da professora. No segundo estudo de caso, foi investigado a atenção de um grupo durante uma palestra com 4 estudantes de graduação em uma palestra. O registro experimental ocorreu em 4 blocos de 8 minutos (com pausa de 2

minutos) durante a palestra os optodes foram posicionados sobre o córtex pré-frontal bilateral para todos os estudantes. O estudo de caso 3 foi realizado com uma criança do sexo masculino de dez anos durante uma palestra exposta em quadro branco por um professor, sendo monitorado os sinais de fNIRS frontoparietais, além do rastreamento ocular para investigar mudanças no engajamento, controle atencional, respostas emocionais e esforço cognitivo. Para o primeiro estudo de caso foram encontrados uma correlação positiva entre a junção temporo-parietal (TPJ) anterior do professor e o sinal do córtex pré-frontal (PFC) da criança, o que corrobora para a ideia da aprendizagem como uma transferência bidirecional de conhecimento. Para o estudo de caso 2 encontrou-se que houve sincronização entre os estudantes apenas durante o primeiro bloco de aula e uma diminuição ao decorrer dos demais blocos. Este achado indica a importância dos professores em ajudar os alunos a manter a atenção e motivação durante a aprendizagem. Os resultados do estudo de caso 3 produziram dados sobre o processo dinâmico e descritivo dos sinais hemodinâmicos e da informação visual do participante em uma situação de aprendizagem naturalista no final da infância, que corrobora sobre a importância do contato ocular entre professor e aluno além da informação visual em um quadro branco. Foi sugerido que futuras investigações sejam realizadas na área de neurociência e educação para fornecer maior embasamento para práticas de ensino e aprendizagem baseadas em evidências.

A leitura e escrita são consideradas comportamentos verbais que estão diretamente associadas com o ambiente. A leitura (que envolve também a compreensão do que está sendo lido) requer do indivíduo respostas verbais frente a um estímulo discriminativo denominado de texto, Skinner propôs o conceito de comportamento textual para se referir a esta relação, o comportamento textual também pode ocorrer de maneira silenciosa para o próprio leitor (de Rose, 2005). Crianças no período de alfabetização podem por diferentes fatores (desenvolvimento, maturação e aspectos de contingências sociais) emitir respostas frente a um

estímulo textual através de pistas que pessoas alfabetizadas (leitores) tendem a desconsiderar. Durante a aprendizagem, ocorre a alteração destas relações de controle, o que para a Análise do comportamento se refere ao termo deslocamento de controle de estímulo *stimulus control shift* (de Rose, 2005).

O aprendizado da leitura ocorre por meio da subdivisão de unidades menores como sílabas e grafemas que constituem as palavras. A recombinação destas unidades menores permite que novas palavras possam ser aprendidas. O encadeamento de sílabas tem como pré-requisito que a criança seja capaz de discriminar os sons que compõem uma palavra (de Rose, 2005). É importante ressaltar que as habilidades de leitura e escrita estão intrinsecamente relacionadas, no entanto, por vezes os professores tendem a focar em determinada habilidade sem que se estimule a outra habilidade complementar. A estimulação de ambos os repertórios de maneira simultânea favorece o aprendizado destes repertórios fundamentais (de Rose, 2005). Neste contexto observa-se que a leitura e escrita formam uma rede de relações, sendo estas habilidades independentes, porém integradas durante o processo de aprendizagem. Novas relações podem emergir durante o ensino sem que tenham sido ensinadas diretamente (de Rose, 2005).

Com relação à investigação da aquisição da leitura e ativação neural com o uso de fNIRS, Jasinska et al., (2020) realizaram uma investigação com crianças pré-alfabetizadas sobre a conectividade cerebral durante o aprendizado da leitura. O estudo longitudinal foi realizado com 37 estudantes sendo que 28 retornaram para completar as avaliações após 1 ano, a idade média dos estudantes do pré-teste estava entre 3,4 e 5,4 anos, já nos pós teste entre 4,4 e 6,4 anos. Nas tarefas iniciais, os estudantes foram expostos a blocos de tentativas com a apresentação de palavras reais ou pseudopalavras, para manter o engajamento das crianças foram mostrados após os períodos de pausa e antes dos blocos de tentativas vídeos de animais. Nas tarefas finais, foram avaliadas as capacidades de leitura de palavras e pseudopalavras. Na

condição inicial de avaliação, observou-se maior ativação para palavras no Giro frontal inferior (IFG) esquerdo e no lóbulo parietal inferior direito e maior ativação para pseudopalavras no giro temporal médio direito. A conectividade entre as regiões IFG e o Giro temporal superior (STG) foi diferente durante a escuta de palavras e pseudopalavras, sendo as palavras correlacionadas com a maior ativação deste circuito. Na avaliação final, após 1 ano, observou-se que os padrões observados na avaliação inicial influenciam na habilidade de leitura. A conectividade entre GTI esquerdo e GST direito, e entre GTS esquerdo e GST direito foi um fator significativamente determinante para o comportamento de aprendizagem da leitura observado durante a realização da avaliação final. O estudo encontrou que a fala oral tem papel mediador da capacidade de aquisição da leitura. A conexão entre o IFG esquerdo e STG direito foi modulada pela fala dos estudantes de 4 anos.

A conectividade funcional da rede neural em estudantes na fase de pré-alfabetização tem papel crucial na capacidade de aquisição da leitura (Jasinska et al., 2020). O estudo de Jasinska et al., (2020) sugeriu que trabalhos futuros fizessem um acompanhamento das alterações dos padrões neurológicos da leitura em estudantes na pré-alfabetização por um intervalo de tempo maior que abrangesse os estágios críticos do desenvolvimento da habilidade de leitura para auxiliar em programas de ensino que garantam o aprendizado e desenvolvimento da habilidade de leitura fundamental em nosso cotidiano.

Assim, ao trabalhar habilidades básicas de leitura e escrita com medidas de respostas hemodinâmicas é possível criar condições de ensino mais personalizadas para atingir repertórios comportamentais diversificados. O estudo de programas de ensino de leitura e escrita envolvendo o público-alvo da Educação Especial pode ser identificado em estudos como Tanimoto et al. (2015), Reis et al. (2009) e Benitez & Domeniconi (2016). Estes dois últimos utilizam uma mesma proposta de procedimento de ensino fundamentada na Equivalência de Estímulos, no qual a rede de relações de estímulos avaliada e ensinada gerou

uma economia do ensino, por meio de relações que emergiram sem treino direto. O estudo de Reis et al. (2009) foi conduzido no contexto escolar com crianças que apresentavam baixo repertório acadêmico em atividades de leitura e escrita por meio de procedimentos convencionais de ensino, tendo professoras da escola pública como aplicadoras do procedimento de ensino, enquanto o estudo de Benitez e Domeniconi (2016) foi conduzido na situação domiciliar, tendo mães como aplicadoras do procedimento em suas residências, com jovens adultos/as com deficiência intelectual.

O estudo de Tanimoto et al., (2015) realizou uma avaliação sobre o ensino informatizado para estudantes com deficiências específicas de aprendizado nas habilidades de linguagem oral e escrita. O estudo ressaltou como a ferramenta tecnológica pode ser uma forma de garantir acessibilidade no ensino de estudantes com deficiências dado que esta pode ser uma alternativa econômica. A aprendizagem dos estudantes deficiência pode ser potencializada com o ensino computadorizado.

Poucas pesquisas têm se debruçado na investigação da aquisição destas habilidades acadêmica para esta população específica. Na pesquisa mencionada (Tanimoto et al., 2015) o programa de ensino tem como características sessões de aprendizado com feedback imediato, verificação do engajamento e atenção e divisão do ensino com metas bem definidas. Cada sessão se torna pré-requisito para a próxima sessão construindo o aprendizado de maneira gradual e completa. O estudo focou no ensino de um conhecimento citado como linguagem processual, no qual envolve regiões cerebrais como gânglios da base e córtex. Para integrar múltiplos sistemas funcionais da linguagem, a metodologia de ensino estimulava a audição, a visão, a fala e o movimento da mão. Os principais achados observados foram na aquisição de habilidade de linguagem de caligrafia, leitura e ortografia sendo os estímulos visuais cruciais para a observação de eficácia significativa. Foi sugerido que estudos futuros possam abordar o paradigma do aprendizado informatizado para o ensino de outras formas de aplicação da

ortografia, linguagem oral e escrita que possam auxiliar as demandas da sala de aula regular no sistema de educação.

Reis, de Souza, & de Rose, (2009) realizaram um estudo sobre o aprendizado da leitura com um programa de ensino individualizado informatizado. O programa Aprendendo a ler escrever em pequenos passos (ALEPP) tem como metodologia a característica de ser individualizado, o que permite que o ensino foque na evolução de cada estudante em um ritmo individual de aprendizagem, sendo dividido em pequenos blocos que podem ser reapresentados ao longo do ensino. Este modelo permite que o aprendizado tenha sido permanente e generalizado. O programa foi desenhado com base na rede de relações de estímulos equivalentes envolvendo palavras impressas, ditadas e figuras, que combinadas entre si produzem a rede de relação de estímulos. O procedimento de ensino é realizado por meio do emparelhamento com o estímulo modelo que define a resposta alvo, neste ensino espera-se que o estudante aprenda as relações arbitrárias existentes no mundo importantes para o aprendizado da leitura e escrita. Durante o processo de ensino da leitura, nos momentos iniciais de alfabetização, uma das possíveis causas das dificuldades encontradas pelas crianças pode ocorrer devido à inexistência dos reforços necessários para o desenvolvimento do comportamento textual, pode haver durante o ensino a ocorrência de punições, omissão ou inadequação do reforço que não favorecem o gosto pela leitura (de Rose, 2005).

O estudo de Reis et al. (2009) teve como objetivo avaliar a efetividade da aprendizagem das habilidades de leitura e escrita por meio do programa de ensino informatizado quando aplicado pelos próprios professores, em um ambiente escolar no interior do Estado de São Paulo, em colaboração com a universidade e pesquisadores. Participaram do estudo 64 estudantes do ensino fundamental com faixa etária entre 6 e 11 anos com relatos de dificuldades de aprendizagem das habilidades de leitura e escrita. Foi adotado a modelagem experimental de divisão de dois grupos, grupo experimental, 38 estudantes, e grupo controle, 26 estudantes.

O grupo experimental foi exposto a condição de ensino controladas pela metodologia de ensino do programa individualizado, já o grupo controle teve tratamento de ensino sem que fosse realizado o controle das contingências de ensino. O grupo experimental realizou o módulo 1 de ensino composto por 17 passos de ensino, cada bloco com o ensino de três palavras simples de duas a três sílabas do tipo consoante vogal, e 15 avaliações no processo de ensino. Os principais achados apontaram para a eficácia do programa de ensino no desempenho do grupo experimental comparado ao grupo controle em todas as tarefas de pós-teste mostrando o impacto das alterações das contingências de aprendizado das habilidades de leitura e escrita. Além disso, foi verificado que a eficácia da aplicação da metodologia de ensino aplicada em um contexto escolar foi superior à encontrada no procedimento experimental realizado em laboratório. O estudo apontou para a possibilidade de que o programa de ensino possa ser avaliado para uma população maior de pessoas para que o procedimento de ensino possa ser ampliado conforme o aprendizado de cada estudante.

Os mesmos dados de aprendizagem identificados em Reis et al. (2009) em situação escolar foram replicados no estudo de Benitez e Domeniconi (2016), em situação residencial. O objetivo de Benitez e Domeniconi (2016) foi avaliar a aprendizagem da leitura e escrita por meio de uma rede de relação entre estímulos de diferentes modalidades com o uso do programa ALEPP sobre a resposta de jovens adultos com DI, em um ambiente de ensino domiciliar, sendo aplicados por membros da família. Participaram deste estudo 6 participantes com histórico de dificuldades no aprendizado de leitura foram avaliados os repertórios de entrada de cada estudante para as habilidades de leitura e escrita. A situação de aplicação do procedimento experimental ocorreu com a colaboração da pesquisadora para organização dos equipamentos eletrônicos nos casos em que a família não possuía acessibilidade. Foram realizadas sessões de ensino que duravam em torno de 20 a 30 minutos. Os familiares receberam um treinamento para a aplicação das sessões de ensino com os estudantes. Foram

ensinadas diretamente tarefas de pareamento de figuras mediadas por palavra ditada (relação AB), palavra ditada-impressa (relação AC), escrita por composição (relação AE) e letra cursiva (AF), pareamento de palavra impressa correspondente ao modelo (CC). As relações de seleção de palavras com modelo de figura (relação BC) e emparelhamento figura-palavra impressa correspondente (CB) e nomeação de palavras impressas (CD) não foram ensinadas diretamente. Para os 5 estudantes que completaram a fase final de avaliação observou-se que houve o aprendizado das relações ensinadas indiretamente, visto que em comparação com o repertório de entrada dos estudantes houve um aumento significativo nas porcentagens de acertos.

Mediante os dados obtidos com o programa ALEPP documentado na literatura prévia (Benitez & Domeniconi, 2016; Reis et al., 2009) com estudantes com repertórios comportamentais variados e as possibilidades de ensino sistemático e individualizado, o presente estudo pretende utilizar o programa de ensino como estratégia de recurso de ensino que sirva como condições de ensino para estudantes com autismo e DI, enquanto alternativa complementar do ensino com função de AEE. Considerando o potencial do fNIRS documentado na literatura prévia (Brockington et al., 2018; Dahlstrom-Hakki et al., 2019; Jasinska et al., 2020) espera-se relacionar as medidas hemodinâmicas aos critérios de aprendizagem estabelecidos no programa supracitado, como uma medida de verificação de critérios mais personalizados do ensino e com isso, a garantia de uma aprendizagem mais duradoura e generalizável para outros ambientes, como é o caso da escola e da residência.

Assim sendo, o objetivo de pesquisa do projeto é avaliar a aprendizagem de leitura e escrita de crianças com autismo e/ou DI no programa de ensino ALEPP e verificar a viabilidade de uso do fNIRS neste contexto para relacionar respostas hemodinâmicas aos critérios de aprendizagem estabelecidos no currículo, por meio das palavras de treino e de generalização que serão medidas nas avaliações com o fNIRS.

MÉTODO

Considerações éticas

O estudo faz parte de uma proposta mais ampla da orientadora e está aprovado no formato de Emenda do CEP UFABC. O projeto será submetido ao comitê de ética. Será solicitado a assinatura dos referidos termos.

Participantes

Para participação da pesquisa, os estudantes serão selecionados seis crianças em uma clínica de psicologia localizada no município de Santo André no Estado de São Paulo, conveniada com a UFABC, via convenio de pesquisa coordenado pela orientadora. Os estudantes terão idades variantes entre 6 e 10 anos, matriculados nos anos iniciais do ensino fundamental. Os responsáveis serão informados da situação e contexto no estudo no termo de consentimento livre e esclarecido da pesquisa. Os critérios de recrutamento serão o diagnóstico prévio de transtornos relacionados à aprendizagem, possíveis atrasos e dificuldades acadêmicas ou ainda estudantes que ainda estavam no processo de aquisição das habilidades de leitura e escrita.

Programa de ensino de leitura e escrita

O recurso tecnológico aprendendo a ler e escrever em pequenos passos (ALEPP) tem como objetivo criar oportunidades de ensino que favoreçam a aprendizagem das habilidades de leitura e escrita de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental (Muto, 2021). O de ensino utilizado consiste no emparelhamento com o modelo "matching to sample", no qual há um estímulo de referência, o modelo, e a resposta alvo. Neste procedimento, o estímulo modelo estabelece uma relação de equivalência com a resposta alvo, o que pode ser definido como

equivalência de estímulos, sendo que os estímulos apresentam uma correspondência de relação simbólica ou de significado (Muto, 2021).

Para o aprendizado de leitura e escrita essa rede de relações entre os estímulos (palavras impressas, figuras e palavras ditadas) são repertórios fundamentais que estão interligados no comportamento de aprendizagem das habilidades de leitura e escrita. Conforme definido por Skinner, o comportamento de decodificar um conjunto de estímulos (símbolos) é denominado comportamento textual, podendo ainda ser denominado pela análise do comportamento de resposta verbal (Muto, 2021). O primeiro módulo de ensino é formado por palavras simples (consoante-vogal ou vogal isolada). No segundo módulo, as palavras ensinadas são irregulares (encontros consonantais e dígrafos). O último módulo propõe o ensino de compreensão textual de pequenos textos de livros de histórias. No experimento serão realizadas as medições referentes ao Módulo 1 de ensino no ALEPP.

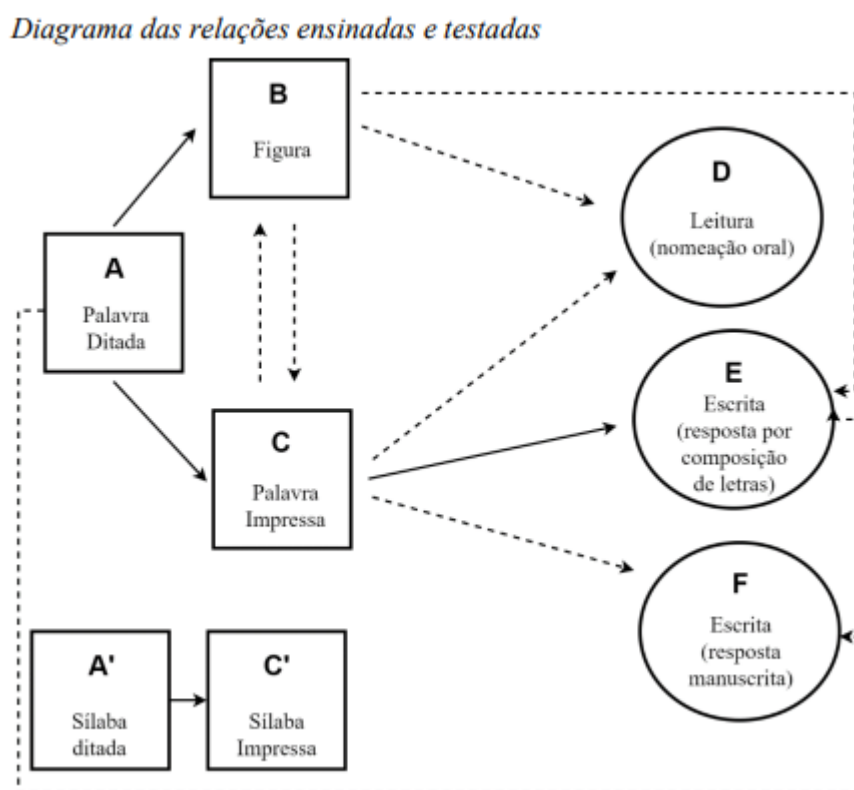
O Módulo 1 de ensino contém tarefas avaliativa de pré-teste com emparelhamento pré-requisito básico para a aprendizagem de leitura e escrita de: Palavra ditada (A), figura (B), palavra impressa (C), nomeação oral-leitura (D), escrita (E), sílaba ditada (A´) e sílaba impressa (B´). O módulo 1 é composto de 15 tarefas avaliativas de emparelhamento de estímulos com tarefas de emparelhamento por identidade e tarefas de pareamento por equivalência de estímulos. Nesta avaliação não há ocorrência de consequência para acerto ou erro do estudante (Muto, 2021). O Módulo 1 de ensino é composto por 4 unidades de ensino. A tarefa de ensino consiste no treino da relação entre figura-nomeação da figura. Antes de cada unidade de ensino será aplicado um pré-teste para a unidade correspondente. Cada unidade é composta por 4 passos (com exceção da unidade 1 de ensino) com somente 3 palavras ensinadas.

No ensino e testagem as possibilidade da rede de relações entre os estímulos serão figura-palavra impressa (relação AB) e figura palavra ditada (relação AC), teste de nomeação (relação BD), ditado manuscrito (relação AF) e palavra impressa-escrever manualmente

(relação CF). Figura-figura (relação BB), palavra impressa-palavra impressa (relação CC), palavra ditada-figura (relação AB), palavra ditada-palavra impressa (relação AC), leitura de sílabas (relação CDs), leitura de letras (relação CDl), leitura de vogais (relação CDv), palavra impressa-escrever por composição de letras (relação CE), nomeação de figuras (relação BD), leitura de palavras (relação CD), figura-palavra impressa (relação BC) e palavra impressa-figura (relação CB) no pré-teste; e figura-palavra impressa (relação BC), palavra impressa-figura (relação CB), leitura de palavras (relação CD) e ditado por composição (relação AE) (Muto, 2021). A rede de relações entre os estímulos foi ilustrada na Figura 1.

Ao final da unidade será aplicado um pós-teste da unidade (relações AC e AB), as palavras ensinadas serão recombinaadas, de maneira que formem um novo conjunto de palavras para a testagem da generalização do aprendizado. Como avaliação final ocorrerá um teste extensivo ao final do programa de ensino. A coleta com fNIRS ocorrerá ao final de cada Unidade de ensino com as palavras ensinadas e palavras recombinaadas (generalização). A Tabela 1 contém a sequência das Unidades de ensino com as respectivas palavras alvos e o planejamento das medições com o fNIRS.

Figura 1. Rede de relações entre os estímulos



Fonte: MUTO, Jéssica Harume Dias. Ensino informatizado de leitura e escrita para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental na abordagem da resposta à intervenção no contexto da pandemia do Covid-19. 2021, p. 59. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021

Estímulos, variáveis e delineamento experimental com o fNIRS

Sobre as medidas com o fNIRS serão exibidas telas no monitor de um computador com um estímulo modelo e outros três estímulos de comparação para a emissão dos estudantes de uma resposta alvo. As exibições foram organizadas em dois blocos alternados (bloco 1- bloco 2- bloco 1- bloco 2- bloco 1- bloco 2- bloco 1- bloco 2) com duração de 30 segundos para cada bloco. Para garantia da atenção do estudante será colocado entre cada uma das tentativas uma tela clicável que dará continuidade à tarefa. Ao todo haverá 5 repetições de cada bloco de tarefa. A variável independente se refere à aplicada da sequência das fases de tarefas experimentais

de ensino ou generalização com o uso do fNIRS, enquanto que as variáveis dependentes se referem às medidas indiretas registradas pelo fNIRS da ativação neural durante a realização das tarefas, além das medições comportamentais acertos e erros nas tentativas e tempo de reação (resposta) para as tarefas de ensino e generalização.

Procedimento

Tarefas experimentais com o fNIRS

A primeira tarefa (T1) corresponde à avaliação das palavras de ensino. Nesta tarefa será alternada por dois blocos distintos. O objetivo do primeiro bloco é que o estudante faça um pareamento por identidade de figura-figura com o estímulo modelo localizado ao centro superior da tela e o demais estímulos (3 estímulos) de comparação na região inferior da tela. O segundo bloco tem como objetivo que o estudante faça o pareamento do tipo palavra impressa-figura (símbolo) com o estímulo modelo (palavra-impressa) localizado no centro superior da tela e os três estímulos de comparação (figuras) localizados na região inferior da tela. A tarefa de avaliação da generalização do ensino (T2) terá a mesma estrutura descrita anteriormente, alterando apenas as palavras que serão avaliadas. Com relação a rede de relações ensinadas as relações testadas serão do tipo figura-figura (relação BB) e palavra impressa-figura. (relação CB). Cada Unidade de ensino será avaliada conforme mencionado acima, o conteúdo das tarefas será todas as palavras que foram ensinadas naquela unidade e a recombinação silábica das palavras ensinadas.

Tabela 1. Sequência do procedimento

Unidade de ensino	Passo de ensino	Palavras ensinadas	Palavras recombina- das (que serão apenas avaliadas)
Unidade 1	Passo 1	bolo, tatu, vaca	mato, toco, lata, boca, lobo, mapa, vale e luta
	Passo 2	bico, mala, tubo	
	Passo 3	pipa, cavalo, apito	
	Passo 4	luva, tomate, vovô	
	Passo 5	muleta, fita, pato	
Tarefas experimentais		Coleta fNIRS T1	Coleta fNIRS T2
Unidade 2	Passo 6	faca, janela, tijolo	bigode, cabide, caneca, fada, fila, jaca, loja, tulipa
	Passo 7	fivela, café, tapete	
	Passo 8	caju, moeda, navio	
	Passo 9	dedo, fogo, panela	
Tarefas experimentais		Coleta fNIRS T1	Coleta fNIRS T2
Unidade 3	Passo 10	gaveta, sino, lua	boneca, galo, lima, sacola, sapato, sopa, lupa, tomada
	Passo 11	suco, salada, goiaba	
	Passo 12	sapo, violino, peteca	
	Passo 13	gato, menina, sofá	
Tarefas experimentais		Coleta fNIRS T1	Coleta fNIRS T2
Unidade 4	Passo 14	rua, cadeado, fubá	camelo, fumo, palito remo, rato, roda, tuba, vagalume
	Passo 15	bule, uva, rádio	
	Passo 16	rio, vela, roupa	
	Passo 17	mula, rede, aluno	
Tarefas experimentais		Coleta fNIRS T1	Coleta fNIRS T2

Procedimento de coleta de dados

As crianças serão expostas ao programa 3 vezes por semana, com medidas de fNIRS 1 vez por mês. Conforme as etapas descritas na sequência de fases do procedimento de aplicação das tarefas, será relacionada às medições do fNIRS para cada etapa correspondente ao programa de leitura e escrita, ensino ou generalização, sendo a generalização avaliada pelas palavras formadas por recombinação das sílabas das palavras ensinadas.

Análise de dados

Os sinais hemodinâmicos serão processados e analisados pelo software nirsLAB v2019.04 (NIRx Medical Technologies, Glen Head, NY, EUA). O número de acerto e erro na tarefa serão contabilizados e analisados conforme delineamento de sujeito único.

CRONOGRAMA DE PESQUISA

A Tabela 2 mostra o cronograma de execução do projeto de pesquisa.

Tabela 2. Cronograma de execução do projeto de pesquisa

	Ago	Set	Nov	Dez	Jan	Fev	Ma	Abril	Mai	jun	jul	Ago
Seleção dos estudantes Com autismo e/ou DI		X										
Assinatura dos referidos termos pelos responsáveis		X										
Preparação dos materiais		X										
Ensino Unidade 1. Coleta fNIRS tarefas T1 e T2.			X	X								
Ensino Unidade 2 Coleta fNIRS tarefas T1 e T2.					X	X						
Ensino Unidade 3. Coleta fNIRS tarefas T1 e T2.							X	X				
Ensino Unidade 4. Coleta fNIRS tarefas T1 e T2.									X	X		

Análise de dados/ escrita relatório final do projeto	X	X	X	X	X	X	X
Participação no simpósio de iniciação científica							X

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva. 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>
- Benitez, P., Domeniconi, C. Use of a Computerized Reading and Writing Teaching Program for Families of Students with Intellectual Disabilities. *Psychol Rec* 66, 127–138 (2016). <https://doi.org/10.1007/s40732-015-0158-8>
- Brockington, G., Balardin, JB, Zimeo Morais, GA, Malheiros, A., Lent, R., Moura, LM, & Sato, JR (2018). From the Laboratory to the Classroom: The Potential of Functional Near-Infrared Spectroscopy in Educational Neuroscience. *Frontiers and psychology*, 9, 1840. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.018>
- Censo da Educação Básica 2021, notas Estatísticas https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_escolar_2021.pdf
- Dahlstrom-Hakki, I., Asbell-Clarke, J., & Rowe, E. (2018). *Showing Is Knowing: The Potential and Challenges of Using Neurocognitive Measures of Implicit Learning in the Classroom. Mind, Brain and Education*. doi:10.1111/mbe.12177
- de Rose, J. C. (2005). Análise comportamental da aprendizagem de leitura e escrita. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 1, 29- 50. doi: 10.18542/rebac.v1i1.676
- Fundação Carlos Chagas. Adriana Pagaimo (FCC), Amélia Abreu Artes (FCC), Douglas Christian Ferrari de Melo (UFES), Kate Mamhy Oliveira Kumada (UFABC), Rosângela Gavioli Prieto (USP) e Silvana Lucena dos Santos Drago (USP). (2021) Informe pesquisa: inclusão escolar em tempos de pandemia. https://www.fcc.org.br/inclusao-escolar-em-tempos-de-pandemia/INCLUSAO_ESCOLAR_EM_TEMPOS_DE_PANDEMIA.pdf
- Jasińska, K. K., Shuai, L., Lau, A., Frost, S., Landi, N., & Pugh, K. R. (2020). Functional connectivity in the developing language network in 4-year-old children predicts future reading ability. *Developmental science*, 24(2), e13041. <https://doi.org/10.1111/desc.13041>
- Reis, T. S.; de Souza, D. G.; de Rose, J. C. (2009). Avaliação de um programa para o ensino de leitura e escrita. *Estudos em Avaliação Educacional*, 20, 425-450.

- Mendes, E. G. (2019). A Política de Educação Inclusiva e o Futuro das Instituições Especializadas no Brasil. *Arquivos analíticos de políticas educativas / education policy analysis archives*, 27(22), 1-27.
- Muto, Jéssica Harume Dias. Ensino informatizado de leitura e escrita para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental na abordagem da resposta à intervenção no contexto da pandemia do Covid-19. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14723>.
- Oliveira, Suelen Rosa de et al. Near-infrared spectroscopy as an auxiliary tool in the study of child development. *Revista Paulista de Pediatria* [online]. 2015, v. 33, n. 2 [Acessado 9 Junho 2022] , pp. 230-240. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rpped.2015.03.003>>. ISSN 1984-0462. <https://doi.org/10.1016/j.rpped.2015.03.003>.
- Pavezi, M. ., Benitez, P. ., & Casagrande, R. de C. (2021). O campo acadêmico da educação especial como ponto de encontro entre universidade e escola. *Olhar De Professor*, 24, 1–18. <https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.24.19859.093>
- Santos, V. & Mendes, E. G. (2019). Distorção idade-série de estudantes paulistas com e sem necessidades educacionais especiais. *Estudos em avaliação educacional (impresso)*, 30, 486-507. Doi: <https://dx.doi.org/10.18222/eae.v30i74.5757>
- Tanimoto, S., Thompson, R., Berninger, V. W., Nagy, W., & Abbott, R. D. (2015). Computerized Writing and Reading Instruction for Students in Grades 4 to 9 With Specific Learning Disabilities Affecting Written Language. *Journal of computer assisted learning*, 31(6), 671–689. <https://doi.org/10.1111/jcal.12110>
- Zerbato, Ana Paula e Mendes, Enicéia Gonçalves (2021) O desenho universal para a aprendizagem na formação de professores: da investigação às práticas inclusivas. *Educação e Pesquisa* [online]. 2021, v. 47 [Acessado 9 Junho 2022] , e233730. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147233730>>. Epub 06 Dez 2021. ISSN 1678-4634. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147233730>.