

**EFEITOS DO PROGRAMA DE TREINAMENTO DE RASTREADOR OCULAR
PARA ALUNO COM DOENÇA NEUROMUSCULAR**

**EFFECTOS DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DEL SEGUIMIENTO OCULAR
POR ESTUDIANTES CON ENFERMEDAD NEUROMUSCULAR**

**EFFECTS OF THE EYE TRACKER TRAINING PROGRAM FOR STUDENTS WITH
NEUROMUSCULAR DISEASE**

Juliana Roberta FANTI¹
Ligia Maria Presumido BRACCIALLI²

RESUMO: Este artigo apresenta parte de uma pesquisa de mestrado que elaborou, aplicou e analisou um programa de treinamento de uso de rastreador ocular como dispositivo de acesso ao computador para alunos com doenças neuromusculares, verificando o efeito do programa sobre o desempenho motor. A pesquisa caracterizou-se como experimental com delineamento de sujeito único do tipo A-B-A. As variáveis pesquisadas foram acurácia, tempo de reação, tempo de movimento e erro, mensuradas pelos softwares Discrete Aiming Task 2.0, Tracking Task 2.0 e Single Switch Performance Test 1.0. Os resultados demonstram mudança positiva no desempenho motor da participante, exceto na frequência de erros, que aumentou proporcionalmente à porcentagem de tempo de movimento, indicando uma relação positiva entre as variáveis, relacionada à demanda da tarefa. Conclui-se que o programa de treinamento melhorou o desempenho motor da aluna no uso do rastreador ocular, proporcionando o uso independente do recurso no ambiente escolar.

PALAVRAS-CHAVE: Educação especial. Tecnologia assistiva. Doenças neuromusculares. Rastreador ocular. Aprendizagem motora.

RESUMEN: Este artículo presenta parte de una investigación de maestría que elaboró, aplicó y analizó un programa de capacitación sobre el uso de un seguidor ocular como dispositivo de acceso a computadoras para estudiantes con enfermedades neuromusculares, verificando el efecto del programa en el desempeño motor. La investigación se caracterizó como experimental con un diseño de un solo sujeto de tipo A-B-A. Las variables investigadas fueron precisión, tiempo de reacción, tiempo de movimiento y error, medidos por el software Discrete Aiming Task 2.0, Tracking Task 2.0 y Single Switch Performance Test 1.0. Los resultados evidencian un cambio positivo en el desempeño motor del participante, excepto de la frecuencia de errores, que aumenta proporcionalmente al porcentaje de tiempo de movimiento, lo que indica una relación positiva entre las variables, relacionadas con la demanda de la tarea. Se concluye que el programa de capacitación mejoró el desempeño motor del alumno en el uso del eye tracker, brindando el uso independiente del recurso en el entorno escolar.

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília – SP – Brasil. Mestrado em Educação. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4698-0449>. E-mail: julianafanti@yahoo.com.br

² Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília – SP – Brasil. Docente aposentada do Departamento de Educação Especial. Doutorado em Educação Física (UNICAMP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2540-3725>. E-mail: ligia.braccialli@unesp.br

PALABRAS CLAVE: *Educación especial. Tecnología de asistencia. Enfermedades neuromusculares. Rastreador de ojos. Aprendizaje motor.*

ABSTRACT: *That Article presents part of an research of master's degree that was elaborated, applicated and analyzed an training program of use of eye tracking as dispositive access to computer to students with neuromuscular diseases, checking the effects about the motor performance. The research characterizes as experimental with outline as subject unique as type A-B-A. The resource variety where accurate, reaction time, moviment time and error, measured by the softwares Discrete Aiming Task 2.0, Tracking Task 2.0 and Single Switch Performance Test 1.0. The results demonstrate positive changes on motor performance, except on error frequency, that raised proportionally to the percentage of moving time, showing an positive relation between the variants, on the demanding of the task. It oncludes that the training program raised up the motor performance of the student that used eye tracking, giving independency to the source on school ambient.*

KEYWORDS: *Special education. Supportive tecnlogy. Neuromuscular diseases. Eye tracking. Motor learning.*

Introdução

Este artigo apresenta um recorte de uma dissertação de um programa de pós-graduação *strictu sensu* de uma universidade pública estadual localizada na cidade de Marília, no estado de São Paulo, e parcialmente financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. A presente pesquisa desenvolveu um programa de treinamento de tecnologia assistiva de rastreamento ocular para acessar o computador em alunos com doenças neuromusculares e analisou seu efeito sobre o desempenho motor do aluno, após a aplicação do programa pela pesquisadora, em um estudo de delineamento de sujeito único tipo A-B-A, sendo que esse delineamento de pesquisa foi selecionado devido à quantidade de participantes, que contemplavam os requisitos de inclusão nesse estudo.

O texto desse artigo discorre sobre a aplicação do programa de treinamento e seus efeitos na mensuração do desempenho motor do aluno com doença neuromuscular, considerando as variáveis acurácia, tempo de reação, tempo de movimento e erro.

O processo de inclusão de crianças com deficiência física decorrente de doença neuromuscular progressiva é bastante desafiador, pois esses alunos necessitam de modificações e adaptações de recursos e de estratégias pedagógicas para que assim ocorra a sua participação, autonomia e independência no contexto escolar, mantendo sua qualidade de vida. As adaptações para esses alunos devem ter como foco a utilização de suas funções residuais e oferecer o menor gasto energético e esforço motor possível durante as atividades. No entanto, a disponibilização

do recurso pedagógico adaptado nem sempre é suficiente para que seu uso ocorra com eficácia, sendo necessário, por vezes, tecnologias e equipamentos que possibilitem o acesso a esses recursos.

Dentre os recursos de tecnologia assistiva, o computador destaca-se como um equipamento que pode promover a estimulação de funções motoras residuais, a independência e a inclusão de crianças com deficiência física grave.

O computador oferece diversas possibilidades para leitura, busca, comunicação e registro de escrita do conteúdo pedagógico, quando essas funções são significativamente prejudicadas por comprometimentos de estruturas motoras.

No entanto, nem sempre os equipamentos periféricos que permitem o acesso ao computador, como mouse e teclado, são eficientes para pessoas com doenças neuromusculares, diminuindo significativamente as oportunidades de participação dessa população às tecnologias (RAYA *et al.*, 2010).

Muitas são as ofertas de softwares e dispositivos de acesso ao computador, como teclado virtual, sistema de varredura, acionamento por comando de voz ou movimentos de cabeça, contudo a progressão contínua do comprometimento motor em alunos com doença neuromuscular pode impedir o uso do computador e de dispositivos de acesso mais comuns, sendo necessário um recurso de tecnologia assistiva que seja mais sensível ao movimento e exija menos funções motoras para o seu acionamento.

O rastreador ocular é considerado um dispositivo adequado para diversas finalidades comunicativas e de controle ambiental para pessoas com deficiência física severa, entre elas as doenças neuromusculares (MAJARANTA; DONEGAN, 2012).

Contudo, limitações também são encontradas no uso desses dispositivos, como exaustão visual, ergonomia e condições ambientais, calibração e configuração do sistema, alto custo, e treinamento (SPATARO *et al.*, 2014; KÄTHNER; KÜBLER; HALDER, 2015; GARRY *et al.*, 2016; CHANG *et al.*, 2017).

Para pessoas com doenças neuromusculares, essas limitações aumentam o índice de desuso do dispositivo de rastreamento. Segundo Federici e Borsci (2014), para sanar essas limitações deve-se apresentar uma “solução assistiva”, que envolva além da oferta do dispositivo, um treinamento e acompanhamento realizados por um profissional especializado para o uso do recurso.

A realidade em diferentes países tem mostrado que a aquisição e uso de recursos de tecnologia assistiva, seja de baixo ou alto custo, tem que ser acompanhado de programas de treinamento com o usuário e com os profissionais da educação. A falta de um programa de

treinamento tem sido motivo para o abandono do recurso, muitas vezes sem nunca ter sido utilizado.

Para eficácia do treinamento do uso do rastreador ocular, deve-se propor um programa que favoreça uma mudança no desempenho motor ocular do indivíduo, considerando que esse dispositivo de acesso exige dos seres humanos funções oculomotoras específicas, as quais são diferentes do uso habitual dos olhos.

A partir dessas informações, questionou-se: um programa de treinamento de uso de dispositivo de rastreamento ocular pode melhorar o desempenho oculomotor no acesso ao computador de aluno com doença neuromuscular progressiva?

O estudo teve como objetivo comparar o desempenho oculomotor de aluno com doença neuromuscular antes e depois da aplicação de um programa de treinamento individualizado.

Método

A pesquisa foi realizada por um estudo de sujeito único, A-B-A, caracterizado por coleta com único participante, sendo ele o seu próprio controle. Suas conclusões foram obtidas pelo efeito de uma intervenção em condições controladas, e o comportamento medido repetidamente até a estabilidade ou variações mínimas. A variável dependente é o comportamento medido, na qual o pesquisador aplica sua intervenção e mensura seus efeitos. A linha de base (A) descreve as respostas do período sem intervenção, refletindo o desempenho natural do comportamento medido, enquanto a linha B, chamada de intervenção, mensura as respostas do desempenho durante a intervenção. Nesse modelo de pesquisa experimental (A-B-A), a linha de base é replicada após a intervenção, com intuito de comprovar que as mudanças no desempenho se mantêm mesmo após encerrada a intervenção (GAST, 2010).

Ética em pesquisa

A princípio foram contatadas a Secretaria Municipal de Educação e Diretoria Regional de Ensino de uma cidade do interior paulista, de médio porte, para esclarecimento da pesquisa e posteriormente autorização da realização da mesma.

Após a autorização, foi solicitado às instituições supracitadas o levantamento dos alunos matriculados no ensino comum das escolas públicas do município e região, cadastrados na Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (PRODESP) com doenças neuromusculares, na faixa etária entre sete e dezessete anos. Os setores responsáveis pela

Educação Especial das duas instituições colaboraram com a pesquisa fornecendo os nomes das escolas e salas de atendimento especializados que tinham alunos com deficiência física matriculados. Até o momento não havia informação sobre os diagnósticos dos alunos com deficiência física.

Em seguida, a pesquisadora se dirigiu pessoalmente a cada escola indicada, para a identificação dos possíveis participantes para a pesquisa. Para fins de identificação dos alunos com diagnóstico de doença neuromuscular a pesquisadora teve acesso ao prontuário escolar de cada aluno com deficiência física.

Os alunos com doença neuromuscular comprovada por relatório médico foram listados pela pesquisadora e, posteriormente, foi solicitado autorização do diretor da escola para a coleta de dados em ambiente escolar, estabelecidos dias, horário e local para coleta, e então, contatados os familiares dos alunos selecionados para apresentação da pesquisa e entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, caso concordassem com a participação no estudo.

Inicialmente foram identificados sete participantes com os critérios necessários para inclusão no estudo, porém um se mudou de cidade, pertencendo a outra jurisdição, outros dois os familiares não autorizaram a participação na pesquisa, um faleceu na data de início da coleta, assim apenas três participantes iniciaram a pesquisa. Após uma semana de coleta de dados, dois participantes não puderam continuar na pesquisa, pois houve suspensão do transporte escolar devido à manutenção e eles não tinham como se dirigir à escola, sendo que apenas um participante finalizou a pesquisa.

O projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa com o número CAAE: 81841417.1.0000.5406. Seguindo os critérios éticos, foram realizadas leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Assentimento, pelo responsável e participante respectivamente, antes do início da coleta de dados.

Participante

Participou da pesquisa uma criança com 9 anos de idade, do sexo feminino, com diagnóstico de Distrofia Muscular, tipo não especificada, estudante do 4º ano do ensino comum de uma escola estadual.

Para descrição das limitações e potencialidades motoras da criança, a mesma foi submetida a avaliação por meio da escala de Medida da Função Motora em Doenças Neuromusculares – MFM, e as informações obtidas foram organizadas e apresentadas pela Figura 1. A criança apresentou comprometimento motor grave em membros superiores e

inferiores, diminuição de amplitude de movimento em ombros, compensação postural para realização dos movimentos desejados. Outras informações relevantes para a descrição da participante são que a mesma fazia uso de cadeira de rodas com faixa abdominal para posicionamento e uso de transporte escolar adaptado. Já a mesa escolar não apresentava nenhuma adaptação. Nas atividades de registro de conteúdo pedagógico, apresentava lentidão na cópia, sendo que a adaptação proposta pela escola para essa tarefa foram as impressões de algumas atividades escolares. No contraturno a aluna frequentava a sala de recurso de deficiência física, na própria escola, duas vezes na semana.

Figura 1 – Escore da capacidade motora em % da participante

Dimensões	Cálculo do escore em %
Dimensão 1 (D1)	0
Dimensão 2 (D2)	58,3
Dimensão 3 (D3)	76,1
Escore total	38,5

Fonte: Elaborado pelos autores

D1= posição em pé e transferências; D2 = motricidade axial e proximal; D3 = motricidade distal

Coleta de dados

Para o posicionamento da aluna durante a coleta de dados foram utilizados uma mesa escolar retangular comum com as seguintes dimensões: altura de 76cm, comprimento de 60cm e largura de 45cm; cadeira de rodas comum com largura total de 64,5cm, altura total de 88cm.

Seguindo as normas de ergonomia, além da mesa foi utilizado suporte reclinável para notebook com inclinação variável de 0 a 90°.

Para a coleta de dados foi usado um *Notebook HP Touch Smart PC*, com monitor 12,1 polegadas, sistema operacional Windows Vista, e o dispositivo de rastreamento ocular da *Tobii PCEye Go* (Tobii Dynavox), o qual era acoplado ao visor do *notebook* permitindo ao usuário o controle das atividades na tela com os movimentos oculares, sem a utilização do *mouse* ou teclado comuns (TOBII DYNAVOX, 2015).

A Figura 2 contextualiza de forma temporal as cinco semanas de coleta de dados e as atividades desenvolvidas nesse período, contemplando o treinamento da profissional de apoio pedagógico, a qual foi responsável pela aplicação dos testes, para que não houvesse viés na pesquisa, e também avaliação motora da aluna e mensuração de dados por meio de softwares específicos, sendo as linhas de base e intervenção.

Figura 2 – Cronograma da coleta de dados com a participante A

	Treinamento – profissional de apoio pedagógico (avaliador)	Avaliação motora – MFM	Linha de base - A ¹	Intervenção – B	Linha de base – A ²
Semana 1					
Semana 2					
Semana 3					
Semana 4					
Semana 5					

Fonte: Elaborado pelos autores

Inicialmente a pesquisadora realizou a avaliação motora da participante do estudo. Ainda na primeira semana foi realizado um treinamento com a profissional de apoio pedagógico sobre os seguintes conteúdos: dispositivo de acesso ao computador por rastreamento ocular (*Tobii PCEye Go*) e uso dos softwares de medidas do desempenho motor. Esta profissional, durante a coleta de dados, realizou a calibração diária do dispositivo de rastreamento ocular e aplicou os testes por meio dos softwares de medida, *Discrete Aiming Task 2.0* (DAT) (OKAZAKI, 2008), *Tracking Task 2.0* (TT) (OKAZAKI, 2008) e *Single Switch Performance Test 1.0* (SSPT), os quais mensuravam o do desempenho motor da aluna. As avaliações foram realizadas por esta profissional para que não houvesse viés na pesquisa, já que pesquisadora desenvolveu o programa de intervenção.

As quatro semanas subsequentes contemplaram a coleta de dados do desempenho oculomotor no uso do dispositivo de tecnologia assistiva de rastreamento ocular, totalizando vinte sessões, cinco dias letivos por semana.

Os primeiros cinco dias letivos da coleta de dados foram caracterizados pela mensuração do desempenho oculomotor natural da linha de base A¹. Os dez dias letivos seguintes, segunda e terceira semanas, caracterizaram a fase de intervenção (B), na qual foi aplicado o programa de treinamento do uso do rastreador ocular.

A quarta e última semana, durante os cinco dias letivos, contemplou a fase final da coleta de dados, a linha de base A², a qual mensurou o desempenho oculomotor natural da aluna no uso do dispositivo de rastreamento ocular após o período de intervenção, ou seja, sem a aplicação do programa de treinamento.

Durante todos os vinte dias de coleta de dados foi desenvolvido um diário de campo em formato descritivo, com anotações sobre os comportamentos da aluna frente ao uso do dispositivo de tecnologia assistiva.

Diariamente, no período decorrente da coleta de dados, a pesquisadora organizou os materiais, mobiliários e equipamentos, e só então a aluna era direcionada pela profissional de apoio educacional à sala para a coleta. Em seguida, a profissional de apoio posicionava a participante e realizava a calibração e configuração do dispositivo utilizando o software *Gaze Interaction*, que acompanha o próprio equipamento, *Tobii PCEye Go*.

O método de ativação foi configurado individualmente para a participante nas duas formas possíveis, permanecer e piscar, sendo no permanecer com tipo relógio de feedback, na cor vermelha e tempo de permanência de 640 milissegundos. O tamanho do ponto foi de 68 px, com opacidade à 80%; e no piscar com duração mínima de ativação de 162 milissegundos e duração máxima de ativação de 644 milissegundos, tipo ponto pulsando de feedback, na cor vermelha, com tamanho de 68 px e opacidade de 80%.

Os softwares utilizados nesta pesquisa para mensurar o desempenho oculomotor da participante durante a coleta de dados da linha de base A¹ e A² e fase de intervenção B foram desenvolvidos pelo pesquisador Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki, no ano de 2008, e encontram-se disponíveis para *download* gratuito no website (<https://okazaki.webs.com/softwaredownloads.htm#297051518>), sendo o *Discrete Aiming Task* utilizado para mensurar a acurácia, o *Tracking Task* para mensurar o tempo de reação e *Single Switch Performance Test* utilizado para mensurar o tempo de movimento e erros, todos sendo mensurados por meio do uso do dispositivo de acesso de rastreamento ocular.

Quanto ao programa de treinamento, usado a fase de intervenção B da pesquisa, o mesmo foi elaborado pela pesquisadora embasado no referencial teórico proposto por Hagedorn (2007), o nível de ocupação desenvolvente, o qual se utiliza de uma perspectiva reducionista para pequenos episódios de desempenho, ou seja, uso de tarefas graduadas do nível simples para o mais complexo para treinar aspectos específicos das funções.

A duração das sessões da intervenção, linha B, foram de uma hora, na qual nos primeiros quinze minutos foram realizados exercícios de estimulação oculomotora e os demais quarentas e cinco minutos utilizados para execução das tarefas do programa de treinamento elaborado pela pesquisadora.

Análise de dados

As medidas de desempenho motor analisadas foram acurácia, tempo de reação, tempo de movimento e erros.

Para mensuração, a variável acurácia foi fragmentada em duas medidas, o tempo total de movimento, que é o tempo gasto para seleção do alvo na tarefa e o tempo por movimento, que é o tempo médio gasto para acionar o alvo da tarefa.

Para mesurar o tempo de reação, essa variável foi dividida em três medidas, tempo médio de acionamento, que é o tempo médio gasto para acionar o alvo da tarefa, tempo mais rápido de acionamento, que é o tempo gasto menor para acionar o alvo da tarefa e tempo mais lento de acionamento, que é o tempo gasto maior para acionar o alvo da tarefa.

O tempo de movimento e erros foi considerado uma única variável, pois são inversamente proporcionais, sendo fragmentados em porcentagem de tempo no círculo, que é a porcentagem de tempo que o cursor ficou dentro do círculo durante o tempo da tarefa, e em frequência de erros, que são os erros cometidos no rastreamento do alvo durante a tarefa.

Os dados coletados, com os *softwares* de medida de desempenho motor *Discrete Aiming Task*, *Tracking Task* e *Single Switch Performance Test*, após serem mensurados, foram automaticamente exportados para o *Microsoft Excel* pelos próprios *softwares*, e representados por gráficos de linhas; posteriormente, foram encaminhados para três juízes para a análise visual e, então, suas respostas submetidas para análise de concordância.

Para a confecção dos gráficos todos os dados referentes a tempo de execução da tarefa foram transcritos em decissegundos e o eixo vertical adequado em todos os gráficos, assim como adicionado uma linha de tendência em cada gráfico para melhor visualização das mudanças de medidas nas variáveis pesquisadas neste estudo.

A análise visual foi realizada por três juízes independentes, com formação e especialização em educação especial e desenvolvimento motor, sendo que os gráficos foram enviados por meio de endereço eletrônico juntamente com um protocolo de análise visual baseado em Vieira (2007).

O protocolo de análise visual tinha como corpo cinco perguntas direcionadas às características de tendência apresentadas por gráfico em cada fase da pesquisa, linhas de base e intervenção, assim como à mudança perceptível no comportamento oculomotor decorrente da aprendizagem motora.

A concordância entre os juízes foi avaliada por meio do índice de concordância de Fagundes (1999), sendo considerados valores entre 66% e 90%, onde o índice maior que 90%

representa fidedignidade muito alta, índice entre 80% e 89% representa fidedignidade alta, índice entre 66% e 79% fidedignidade aceitável, e índice menor que 66% representa baixa fidedignidade (BAUER; GASKELL, 2004).

Resultados

Os resultados foram representados em gráficos, apresentando a relação das variáveis: (1) acurácia, (2) tempo de reação e (3) tempo de movimento/erro.

Conforme descrito anteriormente, a acurácia é a precisão com que a tarefa foi executada, sendo mensurados o tempo total de resposta e o tempo por movimento.

Já o tempo de reação (TR) mensura a quantidade de tempo em decissegundos que o usuário levou para iniciar a tarefa, ou seja, o tempo entre o início do estímulo da tarefa e o início da ação do usuário, sendo o estímulo representado por um sinal de luz, som ou palavra escrita, no caso um estímulo visual e sonoro. Para essa variável foram mensurados o tempo médio de acionamento, tempo mais rápido de acionamento e tempo mais lento de acionamento.

Quanto à medida de erros, esta pontua o desempenho da ação quanto à precisão, considerando a quantidade de erros cometidos no desempenho da ação exigida pela tarefa.

Em contrapartida, o tempo de movimento considera a velocidade exigida pela ação da tarefa, definida pela variação da posição do objeto em função do tempo.

Acurácia

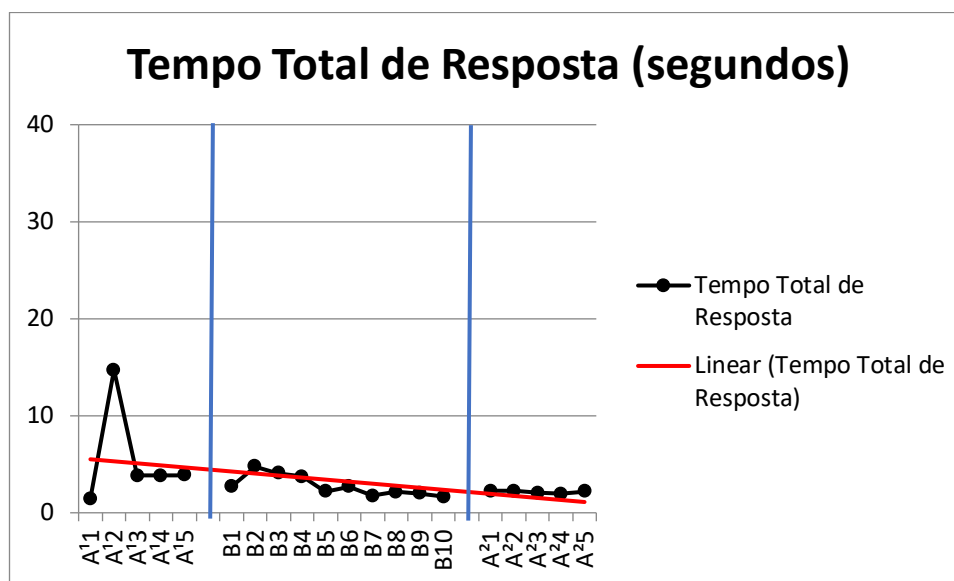
Quanto à acurácia foram mensuradas duas variáveis, tempo total de resposta e tempo por movimento.

A figura 3 representa em gráfico a variável de tempo por movimento.

Os dados apresentados pela figura 3 indicaram uma linha de tendência estável no tempo total de resposta da fase inicial, a qual foi decrescendo na fase B e estabilizou na fase final, reduzindo seu tempo em 16,6 decissegundos da linha de base A¹ para linha de base A².

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% para mudança de tendência decrescente e desempenho motor. Já na concordância referente à aprendizagem o índice foi de 66%, representando uma fidedignidade aceitável.

Figura 3 – Gráfico de Tempo por movimento (decissegundos)



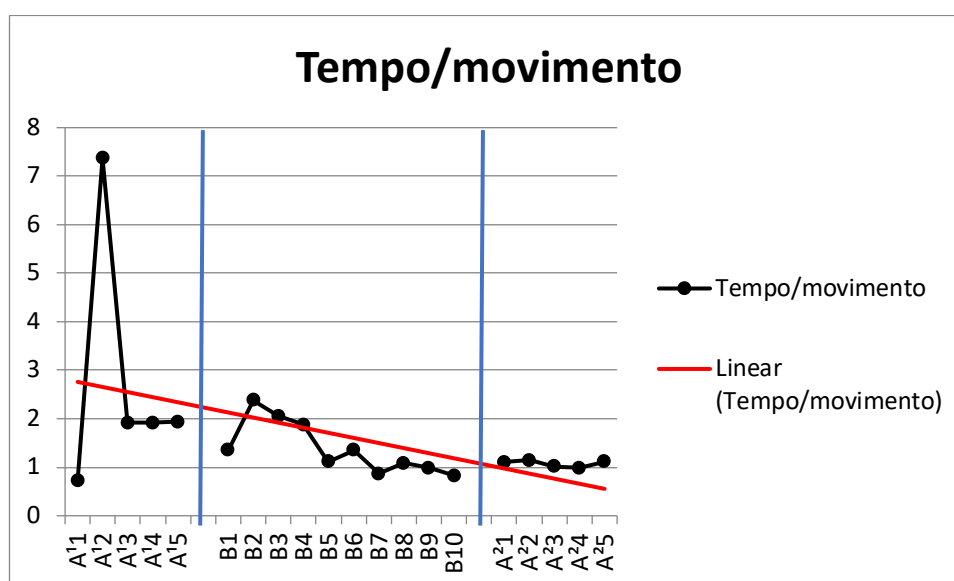
Fonte: Elaborado pelos autores

Outra variável relacionada à acurácia foi representada na figura 4, na qual o gráfico apresenta as medidas de tempo por movimento.

Os dados apresentados pela figura 4 indicaram uma tendência decrescente na divisão do tempo total por cada movimento executado, reduzindo seu tempo em 8,3 decissegundos.

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% tanto para a mudança de tendência decrescente quanto para desempenho motor. Já na concordância referente à aprendizagem o índice foi de 66%, representando uma fidedignidade aceitável.

Figura 4 – Gráfico de Tempo por movimento (decissegundos)



Fonte: Elaborado pelos autores

Tempo de reação

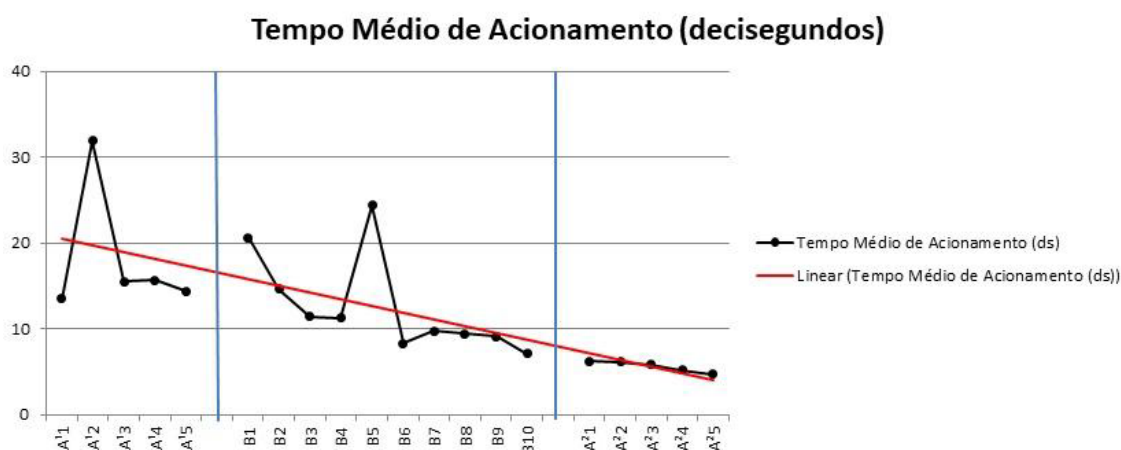
A variável tempo de reação foi fragmentada em tempo médio de acionamento, tempo mais rápido de acionamento e tempo mais lento de acionamento.

A figura 5 representa em gráfico a variável de tempo médio de acionamento.

Os dados apresentados pela figura 5 indicaram uma linha de tendência decrescente da linha de base A¹ para a linha de base A², reduzindo seu tempo significativamente em 9,68 decissegundos.

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% para mudança de tendência decrescente e desempenho motor. Já na concordância referente à aprendizagem o índice foi de 66%, representando uma fidedignidade aceitável.

Figura 5 – Tempo médio de acionamento (decissegundos)



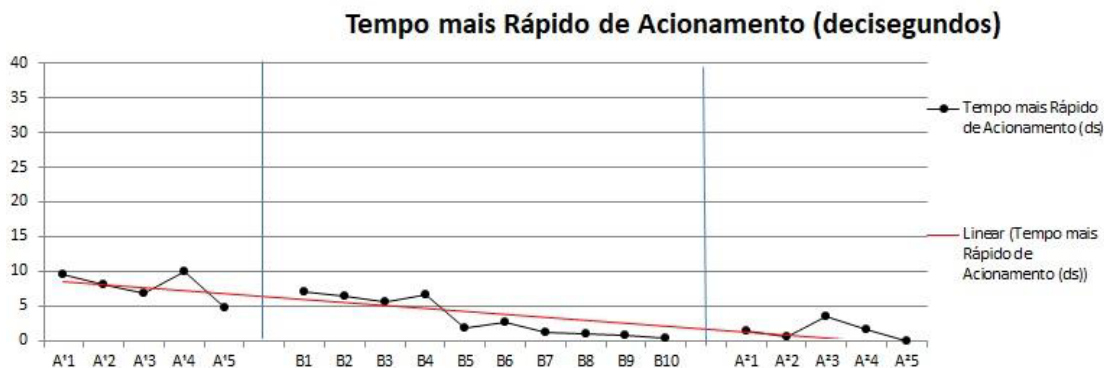
Fonte: Elaborado pelos autores

A segunda medida da variável tempo de reação foi representada na figura 6, na qual o gráfico apresenta as medidas de tempo mais rápido de acionamento.

Os dados apresentados pela figura 6 indicaram uma tendência decrescente na fase de intervenção, reduzindo seu tempo em 4,88 decissegundos, sendo o maior tempo de acionamento de 4,89 decissegundos e o menor tempo mais rápido de acionamento de 0,01 decissegundos.

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% tanto para a mudança de tendência decrescente quanto para desempenho motor. Já na concordância referente à aprendizagem o índice foi de 66%, representando uma fidedignidade aceitável.

Figura 6 – Tempo mais rápido de acionamento (decissegundos)



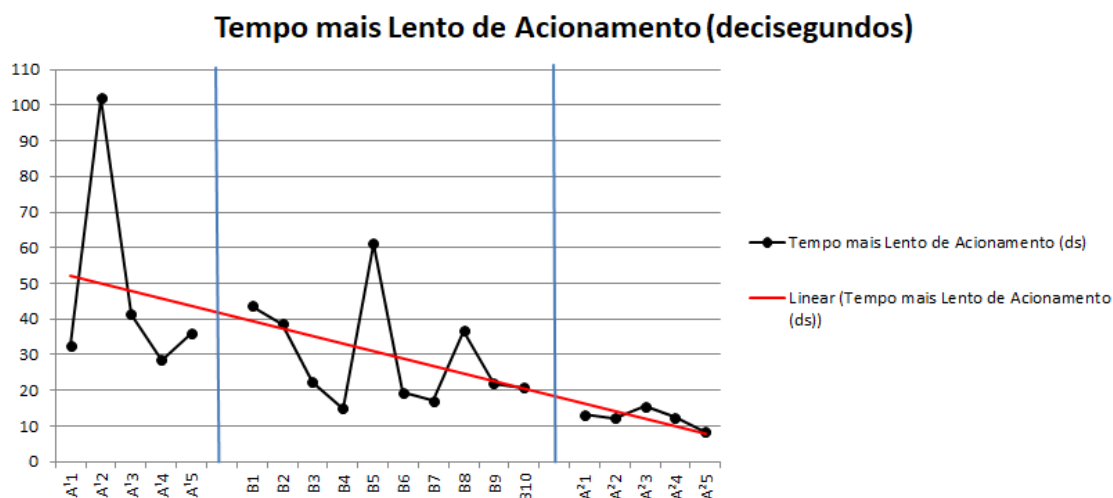
Fonte: Elaborado pelos autores

A última medida da variável tempo de reação foi representada na figura 7, na qual o gráfico apresenta as medidas de tempo mais lento de acionamento.

Os dados apresentados pela figura 7 indicaram uma tendência decrescente na fase de intervenção, demonstrando uma redução relevante de 27,82 decissegundos, sendo que o maior tempo mais lento de acionamento foi de 36,12 decissegundos e o menor tempo mais lento de acionamento de 0,01 decissegundos.

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% tanto para a mudança de tendência decrescente quanto para desempenho motor. Já na concordância referente à aprendizagem o índice foi de 50%, entretanto apenas dois examinadores responderam essa questão.

Figura 7 – Tempo mais lento de acionamento (decissegundos)



Fonte: Elaborado pelos autores

Tempo de movimento e erro

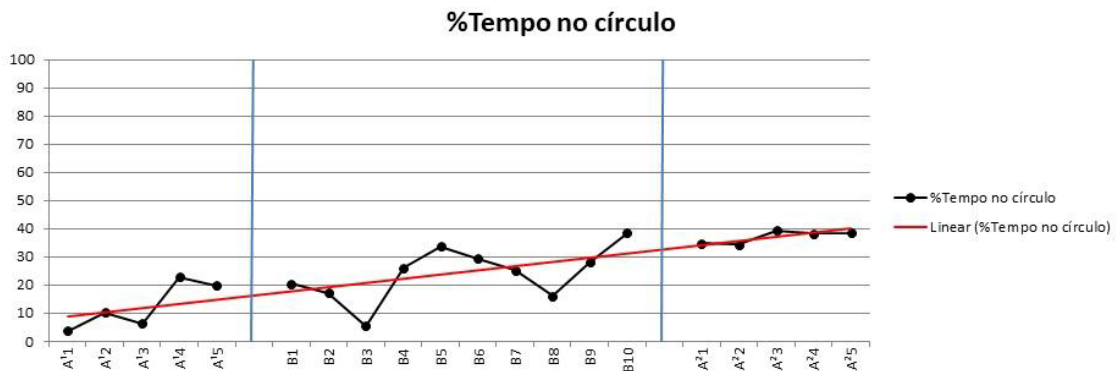
As variáveis tempo de movimento e erro foram representadas pelas medidas porcentagem de tempo no círculo, frequência de erros e porcentagem de tempo por frequência de erros.

A figura 8 representa em gráfico a variável de porcentagem de tempo no círculo.

Os dados apresentados pela figura 8 indicaram uma linha de tendência crescente da linha de base A¹ para linha de base A², aumentando seu tempo dentro do círculo em 18,7 decissegundos, sendo que o menor tempo dentro do círculo foi de 19,7% e o maior tempo de permanência no círculo de 38,4%.

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% para mudança de tendência crescente, desempenho motor e aprendizagem motora.

Figura 8 – Porcentagem de tempo no círculo



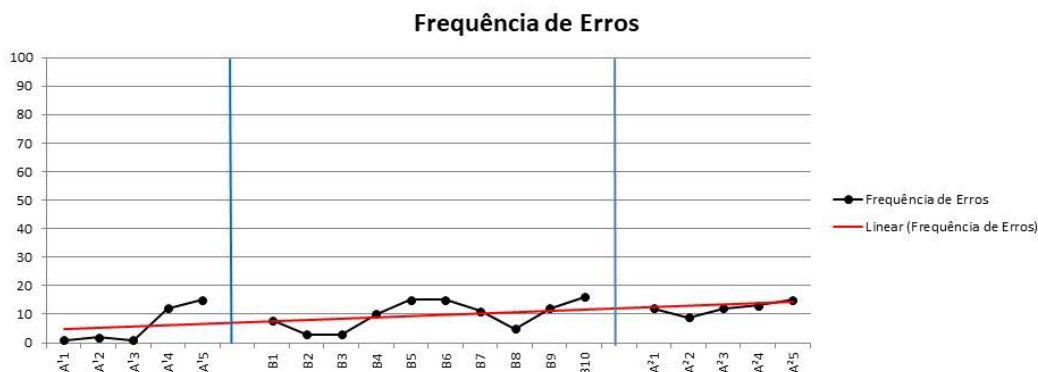
Fonte: Elaborado pelos autores

Outra medida da variável tempo de movimento/erros foi representada na figura 9, na qual o gráfico apresenta as medidas de frequência de erros, a qual deve ser inversamente proporcional ao tempo do círculo.

Os dados apresentados pela figura 9 indicaram uma tendência crescente.

A análise visual do gráfico apresentou um índice de concordância de 100% tanto para a mudança de tendência decrescente quanto para desempenho motor. Já na concordância referente à aprendizagem o índice foi de 66%, representando uma fidedignidade aceitável.

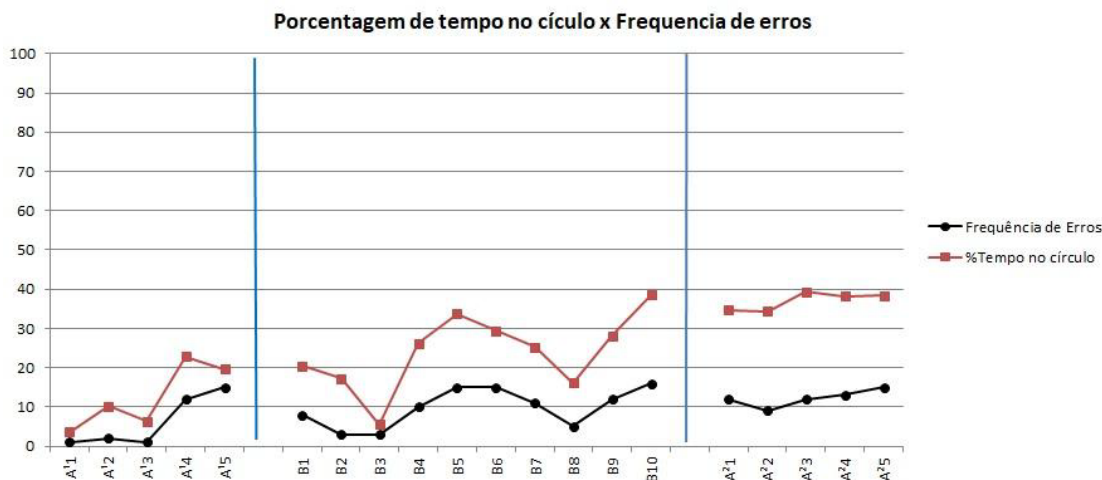
Figura 9 – Frequência de erros



Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme descrito anteriormente observa-se uma relação na porcentagem de gente no círculo e a quantidade de erros, sendo que os resultados podem sugerir que as variáveis apresentaram relação diretamente proporcional.

Figura 10 – Porcentagem de Tempo x Frequência de erros



Fonte: Elaborado pelos autores

Considerações finais

O presente estudo é um recorte de dissertação de mestrado que discorre sobre a elaboração e aplicabilidade de um programa de treinamento para uso de dispositivo de rastreamento ocular por aluno com doença neuromuscular, sendo analisadas variáveis mensuráveis de desempenho oculomotor para verificar se o programa elaborado pode gerar aprendizagem motora por meio da melhora no desempenho motor do aluno.

Os resultados apontaram uma evolução positiva no desempenho oculomotor da participante para precisão, tempo de movimento e seguimento de alvo, após a intervenção com programa de treinamento desenvolvido, que sugere a eficácia do programa para destreza e funcionalidade do uso do dispositivo de acesso ao computador por rastreamento ocular.

Considerando as atividades de sala de aula comum, a demanda de registro de conteúdo e atividades, e a agilidade exigida na execução das tarefas desse contexto, o computador pode ser um recurso imprescindível para alunos com deficiência física grave, contudo apenas esse recurso não é suficiente para que o aluno com deficiência física consiga executar as ações motoras exigidas principalmente para registro e pesquisas, sendo necessário o uso de dispositivos de acesso ao computador diferente dos usuais. No caso de alunos com doenças neuromusculares, o acometimento dos movimentos e amplitude articular em membros superiores, além da fadiga muscular constante, reduzem os recursos de tecnologia assistiva efetivos para acessar o computador, sendo que o dispositivo de acesso de rastreamento ocular se enquadra como mais indicado para ser utilizado com essa população, porém altas taxas de desuso são observadas devido à falta de treinamento, pelo equipamento demandar funções oculomotoras não convencionais para os olhos humanos.

Sendo assim, um programa de treinamento direcionado para funções oculomotoras específicas, como demonstrado pelo estudo, potencializa a utilização funcional do dispositivo, tornando-o eficaz como uma adaptação escolar de acesso ao currículo.

Outras informações relevantes apontadas pelo estudo são o treinamento estendido de instalação e configurações do recurso para os profissionais de apoio para o aluno com deficiência, sendo que o aluno necessitava desse suporte para posicionar os recursos e equipamentos, além de ligar, calibrar e desligar.

O treinamento do aluno e da equipe escolar, como professor de apoio, cuidador, professor de sala comum são da mesma importância, considerando que os recursos de tecnologia assistiva possuem características específicas e uso personalizado para cada aluno, o que reforça a parceria entre profissionais da saúde e educação e serviços de tecnologia assistiva.

Espera-se que este estudo estimule a realização de novas pesquisas com esse dispositivo de acesso ao computador, tanto em alunos com doenças neuromusculares como em outras populações de alunos com deficiência física.

REFERÊNCIAS

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

CHANG, W. *et al.* Development of an electrooculogram-based eye-computer interface for communication of individuals with amyotrophic lateral sclerosis. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 14, n. 89, p. 1-13, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12984-017-0303-5>. Acesso em: 14 fev. 2021.

FAGUNDES, A. J. F. M. **Descrição, definição e registro de comportamento**. 12. ed. São Paulo: EDICON, 1999.

FEDERICI, S.; BORSCI, S. Providing assistive technology in Italy: The perceived delivery process quality as affecting abandonment. **Disability and Rehabilitation Assistive Technology**, p. 22-31, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/17483107.2014.930191>. Acesso em: 10 mar. 2021.

GARRY, J. *et al.* A pilot study of eye-tracking devices in intensive care. **Surgery**, n. 3, v. 159, p. 938-944, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039606015006340>. Acesso em: 08 mar. 2021.

GAST, D. L. **Single Subject Research Methodology in Behavioral Sciences**. New York: Routledge, 2010.

HAGEDORN, R. **Ferramentas para a prática em Terapia Ocupacional**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2007.

KÄTHNER, I.; KÜBLER, A.; HALDER, S. Comparison of eye tracking, electrooculography and an auditory brain-computer interface for binary communication: A case study with a participant in the locked-in state. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 12, n. 76, p. 1-11, 2015. Disponível em: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-015-0071-z>. Acesso em: 06 fev. 2021.

MAJARANTA, P.; DONEGAN, M. Introduction to gaze interaction. *In*: MAJARANTA, P.; DONEGAN, M. **Gaze Interaction and Applications of Eye Tracking: Advances in Assistive Technologies** Medical Information Science Reference. 2012.

OKAZAKI, V. H. A. Discrete Aiming Task (v.2.0): Software de análise da tarefa de rastreamento. **Okazaki.webs**, 2008. Disponível em: <http://okazaki.webs.com/softwaredownloads.htm>. Acesso em: 09 de out. 2021.

RAYA, R. *et al.* Wearable inertial mouse for children with physical and cognitive impairments. **Sensors and Actuators A: Physical**, v. 162, p. 248-259, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924424710001950>. Acesso em: 11 fev. 2021.

SPATARO, R. *et al.* The eye-tracking computer device for communication in amyotrophic lateral sclerosis. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 130, p. 40-45, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ane.12214>. Acesso em: 22 fev. 2021.

TOBII DYNAVOX. Tobii PCEye Go: Manual do usuário. **Tdvox**, 2015. Disponível em: http://tdvox.webdownloads.s3.amazonaws.com/PCEye/documents/TobiiDynavox_PCEyeGo_UsersManual_v2-8_pt-BR.pdf. Acesso em: 05 out. 2021.

VIEIRA, D. S. R. **Efeitos de um programa de treinamento de endurance em paciente com doença pulmonar obstrutiva crônica**: Um estudo experimental de caso único. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MSMR-7CHKEQ>. Acesso em: 05 mar. 2021.

Como referenciar este artigo

FANTI, J. R.; BRACCIALLI, L. M. P. Efeitos do programa de treinamento de rastreador ocular para aluno com doença neuromuscular. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 1659-1676, jul./set. 2022. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v17i3.15745>

Submetido em: 15/10/2021

Revisões requeridas em: 17/02/2022

Aprovado em: 29/03/2022

Publicado em: 01/07/2022

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.

Revisão, formatação, normalização e tradução.