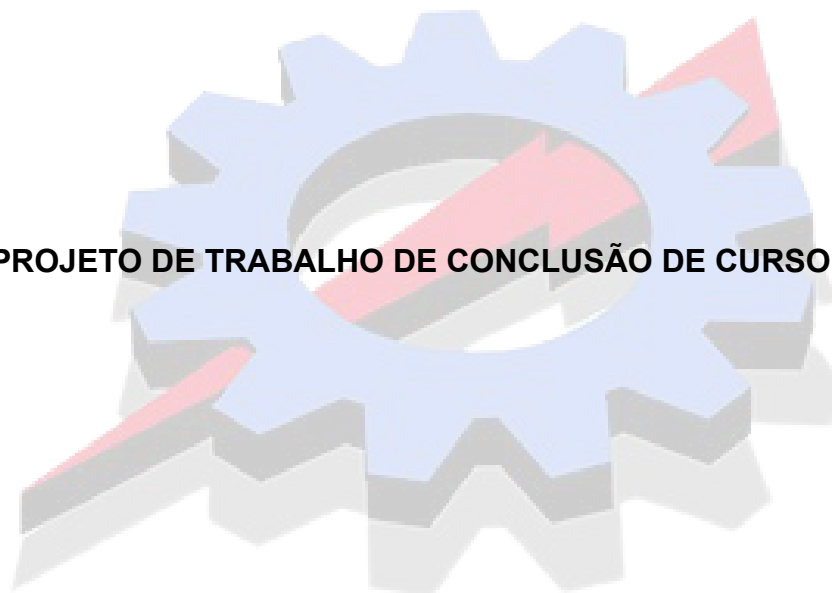


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



**ORTHOWRITE - ÓRTESE MECÂNICA PARA AUXILIAR NA ESCRITA E
MOTRICIDADES DE PORTADORES DE TEA**

**EMANUELI CUTY VALENTE DOS SANTOS
GABRIEL GEHLING DOS SANTOS
PIETRA DE SOUZA CASTRO**

**SÃO LEOPOLDO
2024**

EMANUELI CUTY VALENTE DOS SANTOS
GABRIEL GEHLING DOS SANTOS
PIETRA DE SOUZA CASTRO

**ORTHOWRITE - ÓRTESE MECÂNICA PARA AUXILIAR NA ESCRITA E
MOTRICIDADES DE PORTADORES DE TEA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação da professora Ceris Diane Oliveira de Menezes e coorientação do professor Adriano dos Santos.

SÃO LEOPOLDO
2024

RESUMO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição que afeta a comunicação, a interação social e o comportamento, muitas vezes acompanhada por desafios motores e sensoriais. Essas limitações podem dificultar tarefas como a escrita e o manuseio de objetos, impactando o desenvolvimento cognitivo e a inclusão social e escolar dessas crianças. Diante desse cenário, este projeto tem como objetivo criar uma órtese mecânica que auxilia no fortalecimento da musculatura intrínseca das mãos de crianças com TEA, focando na melhoria da motricidade fina. A órtese será controlada por um sistema baseado em Arduino e motores de passo, promovendo a abertura e o fechamento das mãos com precisão e segurança. A proposta visa promover autonomia, inclusão e acessibilidade, sendo desenvolvida com base em revisão bibliográfica, entrevistas com profissionais de fisioterapia e robótica, além da modelagem de um protótipo ajustável, confortável e de baixo custo. Espera-se que o uso da órtese contribua significativamente para o aprimoramento da coordenação motora fina, facilitando a escrita e outras atividades manuais do cotidiano. Avaliações com especialistas serão realizadas durante o processo para garantir que o dispositivo atenda às necessidades terapêuticas e pedagógicas de forma eficaz e adaptável. Com isso, o projeto propõe uma solução acessível e inovadora no campo da reabilitação motora de crianças autistas, promovendo inclusão escolar e social, além de contribuir para o fortalecimento de sua autonomia funcional.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista, motricidade fina, órtese, inclusão, Arduino.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Flexão e Extensão	27
Figura 2 – Adução e Abdução	28
Figura 3 – Oposição e Reposição.	29
Figura 4 – Rotação e Circundução	29
Figura 5- Pronação e Supinação	30
Figura 6- Movimentos dos Dedos	31
Figura 7- Motor de Passo	38
Figura 8- Arduino NANO	38
Figura 9- Tala	39
Figura 10- Nylon	39
Figura 11- Botão Pull UP	40
Figura 12- Anéis de Controle Articular	40
Figura 13- Luva	41
Figura 14- Eixos	41
Figura 15- Elástico	42
Figura 16- Power Bank	42
Figura 17- Suporte	43
Figura 18- Motor de Passo	47
Figura 19- Arduino NANO	47
Figura 20- Tala	48
Figura 21- Nylon	48
Figura 22- Botão Pull UP	49
Figura 23- Anéis de Controle Articular	49
Figura 24- Luva	50
Figura 25- Eixos	50
Figura 26- Elástico	51
Figura 27- Power Bank	51
Figura 28- Suporte	52
Figura 28- Esquema Elétrico	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da Arte	15
Tabela 2 – Cronograma (2024)	56
Tabela 3 – Cronograma (2025)	57
Tabela 4 – Recursos	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, 5ª edição
SNC	Sistema Nervoso Central
TEA	Crianças com Transtorno do Espectro Autista
SciELO	Scientific Electronic Library Online
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, 5ª edição
SNC	Sistema Nervoso Central
ELA	Esclerose lateral amiotrófica
AVC	Acidente vascular cerebral
Comp.	Complemento
Ex.	Exemplo
ONGs	Organizações Não-Governamentais

LISTA DE SÍMBOLOS

W – watt	10
N – Newton	20
Hz – hertz	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	13
1.2 PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 JUSTIFICATIVA	14
2 ESTADO DA ARTE	16
2.1 ATUAÇÃO DA FISIOTERAPIA NO DESENVOLVIMENTO MOTOR EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)	16
2.2 AVALIAÇÃO DA COORDENAÇÃO MOTORA DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	17
2.3 OS DESAFIOS ENCONTRADOS PELO ENFERMEIRO NA PRÁTICA DO CUIDADO ÀS CRIANÇAS AUTISTAS	17
2.4 ÓRTESE MECÂNICA PARA AUXILIAR NA ESCRITA E MOTRICIDADES DE PORTADORES DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1 DISTÚRBIOS NEURAIS	19
3.1.1 Autismo	19
3.1.1.1 Características Principais do Autismo:	20
3.1.1.1.1 Dificuldades na Comunicação Social:	20
3.1.1.1.1.2 Interação Social:	20
3.1.1.1.1.3 Comportamentos Restritivos e Repetitivos:	21
3.1.1.1.1.4 Processamento Sensorial:	22
3.1.1.1.2 Graus de autismo	23
3.1.1.1.2.1 Nível 1: Autismo Leve (Requer Suporte)	23
3.1.1.1.2.2 Nível 2: Autismo Moderado (Requer Suporte Substancial)	24
3.1.1.1.2.3 Nível 3: Autismo Severo (Requer Suporte Muito Substancial)	24
3.2 CINESIOLOGIA	25
3.2.1 Áreas Principais da Cinesilogia:	25
3.2.1.1 Biomecânica:	25
3.2.1.2 Fisiologia do Exercício:	25
3.2.1.3 Controle Motor:	26
3.2.1.4 Desenvolvimento Motor:	26
3.2.1.5 Psicologia do Esporte e do Exercício:	26
3.2.2 Tipos de Movimentos	26
3.2.2.1 Flexão:	26
3.2.2.2 Abdução (Radialização):	27

3.2.2.3 Oposição:	28
3.2.2.4 Circundução:	29
3.2.2.5 Pronação do Punho:	30
3.2.2.6 Movimentos dos Dedos:	31
3.2.2.7 Rotação:	31
3.3 Membros Intrínsecos	32
3.3.1 Região tenar	32
3.3.1.1 Abductor curto do polegar	32
3.3.1.2 Flexor curto do polegar	32
3.3.2.3 Oponente do polegar	32
3.3.1.4 Adutor do polegar	33
3.3.2 Região hipotênar	33
3.3.2.1 Abductor do dedo mínimo:	
Esse músculo é responsável por afastar o dedo mínimo do quarto dedo (anelar), contribuindo para a abertura da mão e para movimentos de precisão com o dedo mínimo.	33
3.3.2.2 Flexor curto do dedo mínimo	
Tem como função dobrar a falange proximal do dedo mínimo, ajudando em movimentos de flexão e facilitando a pegada com todos os dedos.	33
3.3.2.3 Oponente do dedo mínimo	
Esse músculo permite que o dedo mínimo se mova em direção ao polegar, fazendo um movimento oblíquo que ajuda a “abraçar” objetos com a lateral da mão. Ele dá mais estabilidade à pegada.	33
3.3.2.4 Músculo palmar curto	33
3.3.3.Região central da palma	34
3.3.4 Músculos interósseos	34
3.3.4.1 Interósseos palmares	34
3.3.4.2 Interósseos dorsais	34
3.4 Órtese	35
3.4.1 Funcionamento	35
3.4.2 Impressão 3D	36
3.4.2.1 FDM ou FFF (Fused Deposition Modeling)	36
3.4.2.2 SLS (Sinterização Seletiva a Laser)	36
3.4.2.3 SLA (Estereolitografia)	36
3.4.2.4 DLP (Digital Light Processing)	36
3.4.2.5 Jato de Tinta (Inkjet)	37
3.4.2.6 DMLS (Direct Metal Laser Sintering)	37
3.4.2.7 SLM (Selective Laser Melting)	37
3.4.2.8 EBM (Electron Beam Melting)	37
3.4.3 Componentes	38
3.4.3.1 MOTOR DE PASSO COM DRIVER	38
3.4.2.2 ARDUINO NANO	38

3.4.2.3 TALA ACOLCHOADA	39
3.4.2.4 ROLO DE NYLON	39
3.4.2.5 BOTÃO DE PULSO	40
3.4.2.6 ANÉIS DE CONTROLE ARTICULAR	40
3.4.2.7 LUVA	41
3.4.2.8 EIXOS	41
3.4.2.9 ELÁSTICO	42
3.4.2.10 POWER BANK	42
3.4.2.11 SUPORTE	43
4 METODOLOGIA	44
4.1 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA	44
4.1.1 Abordagem do Problema	44
4.1.2 Objetivos	44
4.1.3 Pesquisa e levantamento de requisitos:	45
4.1.4 Desenho e modelagem do protótipo:	45
4.1.5 Programação do sistema:	45
4.1.6 Testes a serem realizados:	45
4.2 TIPO DE PESQUISA	46
4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	47
4.3.1 Motor de Passo com Driver	47
4.3.2 Arduino NANO	47
4.3.3 Tala Acolchoada	48
4.3.4 Rolo de Nylon	48
4.3.5 Botão de Pulso	49
4.3.6 Anéis de controle articular	49
4.3.7 Luva	50
4.3.8 Eixos	50
4.3.9 Elástico	51
4.3.10 Power Bank	51
4.3.10 Suporte	52
4.4 ESQUEMA ELÉTRICO	53
4.5 PROGRAMAÇÃO	54
5 CRONOGRAMA	56
6 RECURSOS	58
7 RESULTADOS PARCIAIS	59
8 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62
ANEXOS	67

1 INTRODUÇÃO

Crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) apresentam dificuldades comportamentais resultantes de respostas sensoriais atípicas e de comportamentos motores repetitivos, conhecidos como estereotípias sensório-motoras. Entre esses comportamentos estão os movimentos repetitivos das mãos, balançar o corpo, correr, pular, andar nas pontas dos pés e mexer constantemente os dedos. Essas estereotípias, somadas a dificuldades sensoriais e no planejamento motor, prejudicam a exploração motora adequada, o que, por sua vez, compromete o desenvolvimento cognitivo e o aprendizado.

De acordo com Carli (2010 p. 1), o Transtorno do Espectro Autista é uma condição complexa que tem várias origens e afeta o desenvolvimento do cérebro, mas que pode dar origem a uma série de sintomas. Entre esses, se destacam a dificuldade em se comunicar, em interagir socialmente com os outros e comportamentos repetitivos fortemente centralizados. Além disso, uma parte considerável das pessoas com TEA apresentam também dificuldades motoras, que afetam a capacidade de realizar tarefas diárias, como escrever ou digitar.

As dificuldades desses portadores vão além da escrita, como o preconceito, o bullying sofrido pelo transtorno que carregam, e a falta de empatia e inclusão na sociedade e no ambiente escolar.

A escola e a família precisam estar alinhadas nas ações e intervenções voltadas para a aprendizagem, especialmente porque há um grande suporte na educação comportamental. Isso quer dizer que a forma como o autista se alimenta, se veste, toma banho, escova os dentes, manuseia objetos e responde aos diversos estímulos sociais deve ser consistente em ambos os ambientes.

I - a intersectorialidade no desenvolvimento das ações e das políticas e no atendimento à pessoa com transtorno do espectro autista;

II - a participação da comunidade na formulação de políticas públicas voltadas para as pessoas com transtorno do espectro autista e o controle social da sua implantação, acompanhamento e avaliação;

III - a atenção integral às necessidades de saúde da pessoa com transtorno do espectro autista, objetivando o diagnóstico precoce, o atendimento multiprofissional e o acesso a medicamentos e nutrientes; (BRASIL, 2012, Art 2, LEI Nº 12.764)

Visando isso, pesquisamos uma forma de auxiliá-los por meio de um mecanismo que beneficie a motricidade e escrita desses portadores, podendo assim, facilitar o seu cotidiano.

Diante disto, este projeto visa refletir sobre tamanha dificuldade que estes possuem e nos inspiramos nas ODS 3 saúde e bem-estar, 4 educação de qualidade e 10 redução das desigualdades. O projeto pretende desenvolver uma órtese mecânica que auxiliará os portadores do transtorno do espectro autista na motricidade e escrita dos músculos intrínsecos.

São objetivos deste projeto: construir uma órtese mecânica para membro intrínseco de portadores do espectro autista, implementar uma órtese para auxiliá-los no desenvolvimento de motricidade fina e promover a acessibilidade e a inclusão dos autistas no ambiente escolar.

A órtese funcionará da seguinte maneira: A mão é posicionada em uma tala com uma luva costurada, onde estão acoplados anéis de controle articular. Na parte inferior desses anéis, há uma passagem projetada para a condução de fios de nylon, que estão presos a um eixo cilíndrico conectado a um motor de passo de 5V. Essa configuração permite o controle dos dedos indicador, médio, anelar e mínimo.

O polegar também é controlado por um anel de controle articular com passagem para um fio de nylon, mas, neste caso, o fio é conectado a outro eixo menor diretamente a outro motor de passo.

Os movimentos dos motores de passo são ativados por um botão de pulso, que envia o sinal para o arduino nano que envia o sinal para os drives dos motores. Que é programado em C + +, responsável por controlar o tempo e iniciar os movimentos dos motores de passo. Para interromper o ciclo iniciado, basta pressionar o segundo botão localizado na protoboard.

Acima dos anéis de controle articular, há uma passagem para elásticos conectados à tala, que têm a função de retornar os dedos à posição inicial após o movimento.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Órtese mecânica para auxiliar no fortalecimento e flexibilidade dos autistas com dificuldades na escrita e na motricidade.

1.2 PROBLEMA

É possível criar uma órtese mecânica para auxiliar no fortalecimento dos membros intrínsecos dos portadores do Transtorno do Espectro Autista a fim de auxiliar no desenvolvimento da escrita?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

A ideia do projeto consiste em construir uma órtese mecânica que seja capaz de auxiliar no fortalecimento da musculatura e flexibilidade dos membros superiores em portadores de transtornos do espectro autista.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Construir uma órtese mecânica para membro intrínseco de portadores do Espectro Autista.
- Implementar uma órtese para auxiliar no desenvolvimento da motricidade fina e consequentemente na escrita.
- Promover a acessibilidade e inclusão dos autistas no ambiente escolar.
- Criar um mecanismo que seja capaz de fortalecer a musculatura através do movimento de abrir e fechar as mãos.

1.4 JUSTIFICATIVA

A escrita é uma habilidade fundamental para a comunicação e o desenvolvimento acadêmico e pessoal de qualquer indivíduo. No entanto, para crianças autistas, essa habilidade pode representar um desafio significativo devido a dificuldades na coordenação motora fina e na integração sensorial. A motricidade fina inadequada pode impactar negativamente sua capacidade de se expressar por escrito, limitando suas oportunidades de aprendizado e interação social.

Com base em pesquisas, a literatura científica e os avanços na compreensão do espectro autista destacam a importância de intervenções educacionais e terapêuticas adaptadas. Estudos indicam que crianças autistas frequentemente apresentam dificuldades com tarefas que requerem precisão motora, como escrever, desenhar ou manipular pequenos objetos. Essas dificuldades não apenas comprometem o desempenho acadêmico, mas também afetam a autoestima e a independência dessas crianças. A integração sensorial, que é a capacidade do sistema nervoso central de processar e organizar informações sensoriais, é frequentemente desafiada em crianças autistas. Essa dificuldade em filtrar e responder adequadamente aos estímulos sensoriais pode tornar a escrita uma tarefa ainda mais complexa, aumentando a frustração e a ansiedade associadas à atividade.

Diante desse cenário, torna-se essencial desenvolver estratégias e recursos adaptados que visem não apenas a melhora das habilidades motoras finas, mas também a promoção da autonomia e autoestima dessas crianças. Intervenções eficazes precisam considerar as necessidades específicas de cada criança, utilizando abordagens que sejam ao mesmo tempo inovadoras e sensíveis às suas particularidades. Este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico propõe a criação e o desenvolvimento de uma órtese mecânica específica para crianças autistas. A órtese mecânica é um dispositivo que auxilia a realizar movimentos precisos e controlados, proporcionando suporte e estabilidade necessários para a escrita. Tendo em vista essa dificuldade a proposta é que essa órtese seja ajustável e personalizável, atendendo às diversas necessidades individuais das crianças.

Desde já a justificativa para a criação dessa órtese mecânica baseia-se na premissa de que um suporte físico adequado pode auxiliar no reparo das atividades motoras e sensoriais, permitindo que as crianças autistas desenvolvam suas habilidades de escrita de maneira mais eficaz. Além disso, o uso da órtese pode promover a independência e a confiança, fatores essenciais para o desenvolvimento pessoal e social.

Em síntese, a elaboração de uma órtese mecânica específica para crianças autistas representa uma abordagem inovadora e necessária para superar as barreiras que essas crianças enfrentam em relação à escrita. Este projeto visa contribuir para a inclusão educacional e social, proporcionando uma ferramenta que potencialize o desenvolvimento integral das crianças autistas.

2 ESTADO DA ARTE

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
ATUAÇÃO DA FISIOTERAPIA NO DESENVOLVIMENTO MOTOR EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO DO AUTISTA (TEA).	Christian Pereira Rodrigues	2021
AValiação DA COORDENAÇÃO MOTORA DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	Danielle Lara Queiroz Ferreira, Nilce Maria de Freitas Santos, Gisélia Gonçalves de Castro	2023
OS DESAFIOS ENCONTRADOS PELO ENFERMEIRO NA PRÁTICA DO CUIDADO ÀS CRIANÇAS AUTISTAS: ANÁLISE REFLEXIVA	Luíza Soares da Silva, Viviane Gomes dos Santos, Gislene Marcelino	2023

Fonte: os autores (2024)

2.1 ATUAÇÃO DA FISIOTERAPIA NO DESENVOLVIMENTO MOTOR EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)

Este projeto feito por Christian Rodrigues discute a importância da inserção do fisioterapeuta na equipe multidisciplinar que trata crianças com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) desde os primeiros diagnósticos. O foco está em abordar os déficits comportamentais decorrentes de comportamentos sensoriais e motores incomuns, como estereotípias sensório-motoras e dificuldades de planejamento motor. A fisioterapia visa trabalhar aspectos motores, sensório-motores, tônus muscular, coordenação, equilíbrio, lateralidade, noção espacial, planejamento motor, esquema corporal e imagem corporal, além de regulação sensório-motora e

engajamento, promovendo assim o desenvolvimento social, emocional e intelectual das crianças com TEA.

2.2 AVALIAÇÃO DA COORDENAÇÃO MOTORA DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

O projeto estudou a coordenação motora de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) através de um estudo transversal e quantitativo. Utilizou-se um questionário sociodemográfico e o Teste Körper Koordinationstest Für Kinder para avaliar possíveis déficits motores em 21 crianças de 4 a 11 anos, da Associação de Pais de Crianças Autistas (TEA) em Patrocínio. Os resultados mostraram que 76,2% das crianças apresentaram déficits na coordenação motora, especialmente em aspectos como ritmo, equilíbrio, lateralidade, força, agilidade e velocidade. O estudo concluiu que avaliar a coordenação motora permite identificar alterações no desenvolvimento motor, possibilitando intervenções precoces para promover um desenvolvimento infantil adequado.

2.3 OS DESAFIOS ENCONTRADOS PELO ENFERMEIRO NA PRÁTICA DO CUIDADO ÀS CRIANÇAS AUTISTAS

Uma revisão integrativa de literatura realizada entre 2018 e 2022 examinou as dificuldades enfrentadas pelos enfermeiros quando tratam de crianças com TEA. A revisão utilizou as bases de dados LILACS, SciELO e PUBMED. Utilizando os termos "autismo", "cuidado de enfermagem", "enfermagem", "saúde da criança" e "transtorno do espectro autista", a pesquisa examinou 10 artigos pertinentes de 200 encontrados.

Os resultados mostraram que a enfermagem enfrenta um grande problema com o TEA e que a maioria dos profissionais não busca especialização no assunto. Falta de segurança teórico-prática e, portanto, atendimento inadequado e insuficiente às crianças com TEA resultam desse desconhecimento.

2.4 ÓRTESE MECÂNICA PARA AUXILIAR NA ESCRITA E MOTRICIDADES DE PORTADORES DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

O objetivo do projeto é criar uma órtese mecânica para ajudar as pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) a melhorar sua motricidade e escrita,

particularmente nos músculos intrínsecos das mãos. O TEA é uma condição complicada que afeta o desenvolvimento do cérebro e causa comportamentos repetitivos, dificuldades de comunicação e interações sociais. Além disso, problemas motores que dificultam tarefas como escrever ou digitar são comuns entre pessoas com TEA. Ao ajudar e apoiar o desenvolvimento da motricidade fina, a órtese sugerida visa minimizar esses problemas.

O projeto 2.1 enfatiza o papel da fisioterapia no desenvolvimento motor de crianças com TEA, abordando deficiências em planejamento motor, coordenação e tônus muscular. A órtese mecânica pode auxiliar nesse processo, fornecendo suporte e feedback para a realização de movimentos, além de complementar o trabalho do fisioterapeuta.

O estudo 2.2 mostra que muitas crianças com TEA têm déficits de coordenação motora, principalmente em aspectos como ritmo, equilíbrio e lateralidade. As órteses mecânicas podem ser úteis para os exercícios proporcionando um ambiente organizado e seguro para a criança desenvolver habilidades motoras, eles visam melhorar a coordenação motora.

O resumo 2.3 destaca a falta de conhecimento e capacitação dos enfermeiros no atendimento a crianças com transtorno do espectro autista, o que resulta em atendimento inadequado. Ao auxiliar na motricidade e escrita, as órteses mecânicas podem dar aos enfermeiros mais recursos e ferramentas para ajudar as crianças. Isso pode acontecer mesmo sem uma especialização profunda no assunto.

Por fim, a órtese mecânica é uma ferramenta útil para fisioterapia, avaliação da coordenação motora e atendimento geral de enfermagem. Ela pode atender às necessidades específicas das crianças com TEA e melhorar sua qualidade de vida e desenvolvimento motor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 DISTÚRBIOS NEURAIS

Distúrbios neurais englobam uma ampla gama de condições que afetam o cérebro, a medula espinhal e os nervos periféricos, componentes fundamentais do sistema nervoso. Essas doenças podem comprometer a função motora, cognitiva, sensorial e autonômica, manifestando-se de maneiras diversas, dependendo da região afetada e da gravidade do comprometimento.

Existem mais de 600 tipos diferentes de distúrbios neurológicos, que vão desde as mais comuns, como epilepsia, acidente vascular cerebral (AVC) e enxaqueca, até as mais raras e complexas, como a doença de Creutzfeldt-Jakob e a síndrome de Guillain-Barré. As doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson, a esclerose lateral amiotrófica (ELA) e a doença de Alzheimer, representam um subgrupo significativo desses distúrbios, caracterizados pela progressiva deterioração das funções nervosas ao longo do tempo.

As causas dos distúrbios neurais são variadas e podem incluir fatores genéticos, lesões traumáticas, infecções, exposições tóxicas, desordens autoimunes e o envelhecimento. A manifestação clínica pode ser altamente variável, abrangendo desde sintomas leves, como dores de cabeça e perda de memória, até condições incapacitantes, como paralisia e déficits cognitivos severos.

A carga global desses distúrbios é imensa. Estima-se que centenas de milhões de pessoas ao redor do mundo são afetadas por alguma forma de distúrbio neurológico

3.1.1 Autismo

Autismo, ou Transtorno do Espectro Autista (TEA), é um distúrbio neurológico que afeta o desenvolvimento do cérebro, causando dificuldades na comunicação e na interação social, além de padrões de comportamento restritos e repetitivos.

3.1.1. Características Principais do Autismo:

3.1.1.1 Dificuldades na Comunicação Social:

Portadores de TEA possuem uma interação social diferente, a maior parte dos autistas criam hábitos de comunicação para mascarar a dificuldade e para se adequar às normas sociais convencionais. As dificuldades na comunicação são normalmente notadas pelos pais, foi feito em 2013 um estudo para “definir” (não se pode definir com certeza já que o ambiente familiar, estrutura afetiva e etc sobre as quais a criança é criada podem afetar a fala) o início da fala de crianças convencionais foram avaliadas 404 crianças com média de idade de seis anos e cinco meses, 52,0% eram do sexo feminino. A prevalência de alterações de fala foi de 33,7%. Já no casos de crianças diagnosticadas com autismo pode-se ocorrer um atraso já que a estimativa desses é de 1 ano a 1 ano e meio.

3.1.1.1.2 Interação Social:

Muitas pessoas podem ter a percepção equivocada de que indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) não possuem habilidades sociais, mas, na verdade, essas habilidades são frequentemente apenas diferentes daquelas dos neurotípicos. As habilidades sociais podem variar amplamente, e o que é considerado "normal" socialmente refere-se a normas que a sociedade estabelece e espera que todos sigam automaticamente. Divergir dessas normas pode ser interpretado erroneamente como falta de habilidades sociais.

Essas normas sociais não são universais e podem variar significativamente entre diferentes culturas. O que é considerado apropriado em uma cultura pode ser completamente diferente em outra. Por exemplo, no Brasil, evitar o contato visual é frequentemente interpretado como desinteresse. No entanto, como pessoas com TEA podem evitar o contato visual, seu comportamento pode ser mal interpretado por neurotípicos como uma violação das expectativas sociais.

Outros exemplos de interações sociais ou habilidades que são frequentemente vistas como comuns por pessoas neurotípicas incluem:

- Conversas casuais.

- Compreensão e uso de sarcasmo.
- Comunicação que envolve sinais verbais e não verbais.

Devido às diferenças na maneira como pessoas autistas interagem com o mundo em comparação com pessoas neurotípicas, a comunicação entre indivíduos neuro divergentes e neurotípicos pode apresentar desafios.

As diferenças na comunicação que podem ser observadas em pessoas autistas incluem:

- Evitar o contato visual direto.
- Responder a tentativas verbais repetidas para chamar a atenção, como quando seu nome é mencionado várias vezes.
- Dificuldade em acompanhar conversas em andamento ou em engajar-se em diálogos casuais.
- Não perceber quando os outros estão desinteressados no assunto em discussão.
- Desafios para entender indiretas, piadas, ironia, sarcasmo e subentendidos.

3.1.1.1.3 Comportamentos Restritivos e Repetitivos:

Pacientes com autismo frequentemente exibem comportamentos repetitivos conhecidos como estereotípias motoras. Estes movimentos, que não têm uma função específica e podem ocorrer de forma aparentemente aleatória, também podem servir para regulação sensorial. As estereotípias motoras no transtorno do espectro autista podem surgir tanto em momentos de alegria, como uma forma de expressar esse estado, quanto em momentos de estresse, ajudando a aliviar a sobrecarga sensorial.

No entanto, essas estereotípias podem impactar negativamente a vida do paciente, afetando seu contexto social e escolar. Elas podem distrair não apenas a pessoa que as realiza, mas também os colegas em diferentes ambientes, o que pode levar a isolamento social e dificuldades de sociabilização. Em casos mais graves, as estereotípias podem assumir formas auto agressivas, como bater a

cabeça na parede ou se arranhar, o que representa um risco adicional à saúde e bem-estar do indivíduo.

Alguns ex:

Interesses intensos em tópicos específicos, Aderência a rotinas rígidas e desconforto com mudanças.

Comportamentos repetitivos como balançar o corpo, alinhar objetos, ou repetir palavras.

3.1.1.1.4 Processamento Sensorial:

Estudos indicam que as habilidades sensoriais em pessoas com autismo podem ser comprometidas, resultando em uma percepção e modulação inadequadas dos estímulos pelo Sistema Nervoso Central (SNC). Essas dificuldades sensoriais podem se manifestar como hipersensibilidade ou hipossensibilidade.

Hipersensibilidade significa que a pessoa percebe os estímulos ambientais de forma intensa: luzes e cores são muito brilhantes, sons são altos, odores são fortes e sensações táteis são profundas.

Hipossensibilidade, por outro lado, resulta em uma necessidade maior de estimulação para perceber os estímulos. Indivíduos hipossensíveis podem ser agitados, desatentos à dor e buscar ambientes barulhentos ou movimentos intensos. Essas alterações podem afetar diversos sentidos:

- Visuais: Dificuldades em distinguir tamanhos, formatos e cores; problemas com noção espacial.
- Auditivas: Sensibilidade a barulhos altos ou ambientes ruidosos.
- Olfativas: Reações extremas a cheiros.
- Vestibulares: Reações exageradas a movimentos, como girar ou pular.
- Gustativas e Táteis: Respostas anômalas a sabores e texturas.

Essas dificuldades podem levar a crises, especialmente quando os estímulos sensoriais são intensos. É importante distinguir crises de birras. Birras são comportamentos intencionais usados para chamar a atenção ou expressar frustração, geralmente diminuem quando a criança recebe o que quer e tendem a

desaparecer com o tempo. Crises são reações involuntárias a sobrecargas sensoriais ou emocionais, não têm a intenção de chamar a atenção e podem ocorrer a qualquer idade. São formas de expressar desconforto e são frequentemente precedidas por sinais como balançar o corpo.

Essas questões sensoriais são um aspecto fundamental do Transtorno do Espectro Autista (TEA) e estão incluídas no diagnóstico conforme o DSM-5, que menciona a hipersensibilidade ou hipossensibilidade a estímulos sensoriais como um critério. Essas dificuldades podem comprometer significativamente a qualidade de vida e o desenvolvimento social e motor do indivíduo, dificultando atividades e interações cotidianas.

3.1.1.2 Graus de autismo

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é assim denominado porque abrange uma ampla gama de manifestações clínicas. O espectro reflete a variação de sintomas e sua gravidade, e a classificação em graus ajuda a descrever o nível de suporte necessário para cada indivíduo. No DSM-5 (Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, 5ª edição), o autismo é categorizado em três níveis:

3.1.1.2.1 Nível 1: Autismo Leve (Requer Suporte)

Interação Social:

Pode ter dificuldades para iniciar interações sociais.

Pode parecer desinteressado ou ter dificuldade em manter a reciprocidade em conversas.

Capaz de se comunicar, mas pode ter dificuldades em manter amizades.

Comportamentos Restritivos/Repetitivos:

Comportamentos restritivos são notáveis, mas menos intrusivos.

Pode ter dificuldades com mudanças inesperadas, mas pode lidar melhor com situações novas se tiver um pouco de suporte.

Suporte Necessário:

Pode precisar de suporte em ambientes que exigem maior interação social ou adaptação a mudanças.

3.1.1.2.2 Nível 2: Autismo Moderado (Requer Suporte Substancial)

Interação Social:

Dificuldades notáveis na comunicação verbal e não verbal.

Pode iniciar interações, mas faz isso de maneira incomum ou não eficaz.

Pode ter pouca ou nenhuma reciprocidade na interação social.

Comportamentos Restritivos/Repetitivos:

Comportamentos repetitivos são óbvios e interferem no funcionamento.

Dificuldade significativa em lidar com mudanças e em transitar entre atividades.

Suporte Necessário:

Requer suporte substancial em várias áreas, como atividades diárias, interações sociais e manejo de comportamentos.

3.1.1.2.3 Nível 3: Autismo Severo (Requer Suporte Muito Substancial)

Interação Social:

Comunicação mínima, podendo ser não verbal.

Iniciativa social muito limitada e grande dificuldade em responder a interações sociais.

Pode não conseguir engajar-se em interações sociais, mesmo com suporte.

Comportamentos Restritivos/Repetitivos:

Comportamentos repetitivos interferem severamente em todas as áreas da vida.

Extrema dificuldade em lidar com mudanças, o que pode gerar grande angústia.

Pode ter comportamentos auto estimulatórios ou de autoagressão.

Suporte Necessário:

Requer apoio muito substancial e contínuo para funcionar na maioria das atividades diárias e para reduzir comportamentos problemáticos.

Considerações Importantes:

Heterogeneidade: Mesmo dentro de um mesmo nível, há grande variação na apresentação dos sintomas e nas capacidades individuais.

Progressão: Com intervenções adequadas, algumas pessoas podem melhorar ao longo do tempo e precisar de menos suporte.

Contexto: O grau de suporte necessário pode variar dependendo do ambiente e das demandas específicas que o indivíduo enfrenta.

3.2 CINESIOLOGIA

A cinesiologia, também conhecida como cinesiologia ou quinesiologia, é o estudo do movimento humano. Ela engloba a análise de como os músculos, ossos, tendões e ligamentos trabalham juntos para produzir movimento, bem como os mecanismos e padrões de movimento, a biomecânica e as influências fisiológicas e psicológicas no movimento.

3.2.1 Áreas Principais da Cinesiologia:

3.2.1.1 Biomecânica:

Estudo das forças mecânicas que atuam sobre o corpo humano e dos efeitos dessas forças nos movimentos.

Análise da postura, da marcha e de outros movimentos complexos para entender como melhorar a eficiência e prevenir lesões.

3.2.1.2 Fisiologia do Exercício:

Foco nos processos fisiológicos que ocorrem durante a atividade física. Estudo de como o corpo responde e se adapta ao exercício, incluindo a função cardiovascular, respiratória e muscular.

3.2.1.3 Controle Motor:

Investigação de como o sistema nervoso coordena e controla os movimentos do corpo. Análise de como os movimentos são planejados, iniciados e ajustados durante a execução.

3.2.1.4 Desenvolvimento Motor:

Estudo das mudanças no comportamento motor ao longo da vida, desde a infância até a velhice. Análise de como fatores genéticos e ambientais influenciam o desenvolvimento das habilidades motoras.

3.2.1.5 Psicologia do Esporte e do Exercício:

Exploração dos fatores psicológicos que afetam o desempenho físico e a participação em atividades físicas. Investigação de como a motivação, o estresse, a ansiedade e outros fatores psicológicos influenciam o movimento e o desempenho esportivo.

3.2.2 Tipos de Movimentos

3.2.2.1 Flexão:

Movimento em que os dedos ou o punho se dobram em direção à palma da mão.

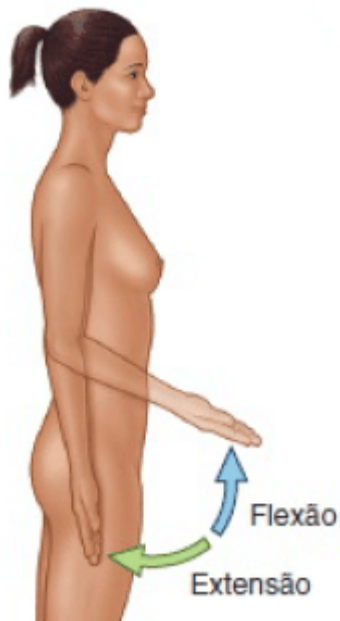
Exemplo: fechar a mão em um punho.

Extensão:

Movimento oposto à flexão, em que os dedos ou o punho se estendem para longe da palma da mão.

Exemplo: abrir a mão após fechar o punho.

Figura 1 - Flexão e Extensão



Fonte: Anatomia Papel e Caneta (2014)

3.2.2.2 Abdução (Radialização):

Movimento em que os dedos se afastam uns dos outros ou o polegar se move para longe da mão.

Exemplo: espalhar os dedos ou afastar o polegar para fora da palma.

Adução (Ulnarização):

Movimento oposto à abdução, em que os dedos se aproximam uns dos outros ou o polegar se move em direção à mão.

Exemplo: juntar os dedos ou mover o polegar em direção à palma.

Figura 2- Adução e Abdução



Fonte: Passei Direto (2013)

3.2.2.3 Oposição:

Movimento específico do polegar em que ele se move em direção à ponta de qualquer um dos outros dedos, permitindo segurar objetos.

Exemplo: tocar a ponta do polegar com a ponta do dedo indicador.

Reposição:

Movimento oposto à oposição, em que o polegar retorna à sua posição anatômica após tocar outro dedo.

Exemplo: afastar o polegar após tocar o dedo indicador.

Figura 3 - Oposição e Reposição



Fonte: Anatomia papel e caneta (2019)

3.2.2.4 Circundução:

Movimento circular que combina flexão, extensão, abdução e adução.
Exemplo: girar o dedo indicador em um movimento circular.

Figura 4 - Rotação e Circundução



Fonte: Passei Direto (2024)

3.2.2.5 Pronação do Punho:

Movimento em que a palma da mão gira para baixo ou para trás (em posição de palma para baixo).

Exemplo: virar a palma da mão para baixo sobre uma mesa.

Supinação do Punho:

Movimento oposto à pronação, em que a palma da mão gira para cima ou para frente (em posição de palma para cima).

Exemplo: virar a palma da mão para cima como se estivesse segurando uma tigela.

Figura 5 - Pronação e Supinação



Fonte: Educação Física Conceitos (2020)

3.2.2.6 Movimentos dos Dedos:

Flexão: dobrar os dedos em direção à palma.

Extensão: endireitar os dedos para longe da palma.

Abdução e Adução dos Dedos:

Abdução: espalhar os dedos para longe do dedo médio.

Adução: aproximar os dedos em direção ao dedo médio.

Figura 6- Movimentos dos Dedos



Fonte: Uol (2024)

3.2.2.7 Rotação:

Movimento em que os dedos giram ao redor do eixo longitudinal.

Exemplo: girar suavemente os dedos enquanto segura uma caneta.

Funções e Importância dos Movimentos das Mãos:

Preensão e Manipulação de Objetos: Movimentos como a oposição do polegar permitem segurar, levantar e manipular objetos com precisão.

Expressão e Comunicação:

Gestos e sinais feitos com as mãos são essenciais em várias formas de comunicação, incluindo a linguagem de sinais.

Tarefas Finas e Grossas: As mãos desempenham funções tanto em movimentos grossos (como levantar uma mala) quanto em movimentos finos (como escrever ou desenhar).

3.3 Membros Intrínsecos

Os **músculos intrínsecos da mão** são aqueles que começam e terminam **dentro da própria mão**. Diferente dos músculos extrínsecos (que vêm lá do antebraço), esses são os responsáveis pelos movimentos mais delicados e precisos dos nossos dedos.

3.3.1 Região tenar

A **região tenar** é localizada na base do **polegar**, sendo formada por um grupo de músculos responsáveis pelos movimentos refinados e pela força do polegar. Esses músculos permitem que o polegar se mova em várias direções e se oponha aos outros dedos, o que é essencial para pegadas firmes e precisas, como segurar uma caneta, um copo ou até realizar tarefas delicadas como costurar ou digitar.

3.3.1.1 Abductor curto do polegar

Esse músculo tem como principal função **afastar o polegar da palma da mão**, no plano perpendicular, na direção anterior. Isso é o que permite, por exemplo, **levantar o polegar** para fazer um gesto de “joinha” ou iniciar o movimento de pinça.

3.3.1.2 Flexor curto do polegar

É responsável por **flexionar a articulação do polegar**, ou seja, trazê-lo em direção à palma da mão, como ao fechar a mão parcialmente ou segurar objetos com mais firmeza.

3.3.2.3 Oponente do polegar

Talvez o mais importante dos músculos tenar, é ele que permite o movimento mais característico do polegar: **a oposição** quando o polegar toca a ponta dos outros dedos, especialmente o indicador. Esse movimento é essencial para a pegada fina e precisa.

3.3.1.4 Adutor do polegar

Esse músculo **aproxima o polegar dos outros dedos**, mais especificamente em direção ao dedo indicador. Ele é muito importante para a força da pegada e para segurar objetos com firmeza.

3.3.2 Região hipotênar

A **região hipotênar** está localizada na parte medial da palma da mão, ou seja, na **base do dedo mínimo (mindinho)**. Os músculos dessa região formam uma elevação visível parecida com a região tenar, mas do lado oposto da mão. Eles são responsáveis pelos movimentos do dedo mínimo, contribuindo para a adaptação da mão a diferentes formas e tamanhos de objetos, além de auxiliar na estabilidade durante a pegada.

3.3.2.1 Abdutor do dedo mínimo:

Esse músculo é responsável por **afastar o dedo mínimo** do quarto dedo (anelar), contribuindo para a abertura da mão e para movimentos de precisão com o dedo mínimo.

3.3.2.2 Flexor curto do dedo mínimo

Tem como função **dobrar a falange proximal do dedo mínimo**, ajudando em movimentos de flexão e facilitando a pegada com todos os dedos.

3.3.2.3 Oponente do dedo mínimo

Esse músculo permite que o dedo mínimo se mova em direção ao polegar, fazendo um movimento oblíquo que ajuda a “abraçar” objetos com a lateral da mão. Ele dá mais estabilidade à pegada.

3.3.2.4 Músculo palmar curto

É um músculo superficial e pequeno, mas com uma função importante: **tensiona a pele da palma da mão**, ajudando na preensão e na proteção dos nervos e vasos da região.

3.3.3.Região central da palma

Essa região abriga os **músculos lumbricais**, que são quatro músculos delgados e alongados, localizados entre os tendões dos músculos flexores profundos dos dedos. Apesar de parecerem pequenos e discretos, eles têm um papel essencial na coordenação dos movimentos finos dos dedos.

3.3.4 Músculos interósseos

Os **músculos interósseos** se localizam entre os ossos metacarpais, ocupando a profundidade da palma e do dorso da mão. Eles são divididos em dois grupos: **palmares** e **dorsais**, cada um com funções distintas na movimentação lateral dos dedos.

3.3.4.1 Interósseos palmares

Os **músculos interósseos palmares** têm origem nas faces dos metacarpos dos dedos 2, 4 e 5 e se inserem na base das falanges proximais, além de se conectarem à expansão dos tendões dos músculos extensores. Sua principal função é promover a **adução dos dedos em direção ao dedo médio**, ou seja, aproximar os dedos entre si. Além disso, esses músculos também participam da **flexão das articulações metacarpofalângicas** (a base dos dedos) e da **extensão das interfalângicas** (as articulações do meio e da ponta dos dedos). Funcionalmente, são fundamentais para realizar movimentos de precisão, como a **pinça** entre o polegar e os demais dedos, e para manter a estabilidade da mão durante a **manipulação de objetos pequenos**.

3.3.4.2 Interósseos dorsais

Os **músculos interósseos dorsais** originam-se nos lados adjacentes dos ossos metacarpais e se inserem na base das falanges proximais, além das expansões dorsais dos tendões dos músculos extensores dos dedos 2 ao 4. Sua principal função é promover a **abdução dos dedos a partir do dedo médio**, ou seja, afastar os dedos entre si. Além disso, esses músculos também auxiliam na **flexão das articulações metacarpofalângicas** e na **extensão das articulações interfalângicas**. Do ponto de vista funcional, eles são importantes para a **abertura da mão** e para o **ajuste fino da posição dos dedos**, especialmente em atividades que envolvem precisão ou a manipulação de objetos mais largos.

3.4 Órtese

Uma órtese é um dispositivo médico externo aplicado ao corpo para modificar as características estruturais e funcionais do sistema neuromuscular e esquelético. Diferente de uma prótese, que substitui uma parte do corpo ausente, a órtese auxilia ou corrige o funcionamento de uma parte do corpo que ainda está presente.

Suporte e Estabilização, Correção, Imobilização, Alívio de Dor, Facilitação de Movimento

3.4.1 Funcionamento

O antebraço fica suspenso em um suporte acolchoado, proporcionando uma melhor angulação para a órtese. A mão é posicionada em uma tala com uma luva, onde estão acoplados anéis de controle articular. Na parte inferior desses anéis, há uma passagem projetada para a condução de fios de nylon, que estão presos a um eixo cilíndrico conectado a um motor de passo de 5V. Essa configuração permite o controle dos dedos indicador, médio, anelar e mínimo.

O polegar também é controlado por um anel de controle articular com passagem para um fio de nylon, mas, neste caso, o fio é conectado diretamente a outro motor de passo.

Os movimentos dos motores de passo e do servo motor são ativados por um botão de pulso, que envia o sinal para a protoboard onde está posicionado o CI (circuito integrado). É nesse CI que está carregada a programação em C++, responsável por controlar o tempo e iniciar os movimentos. Para interromper o ciclo iniciado, basta pressionar o segundo botão localizado na protoboard.

Acima dos anéis de controle articular, há uma passagem para elásticos, que têm a função de retornar os dedos à posição inicial após o movimento

3.4.2 Impressão 3D

3.4.2.1 FDM ou FFF (Fused Deposition Modeling)

A tecnologia FDM, ou Modelagem por Fusão e Deposição, foi patenteada por Scott Crump, fundador da Stratasys. Trata-se de uma das formas mais populares de impressão 3D, baseada na extrusão de um filamento termoplástico aquecido, que é depositado camada por camada até formar o objeto final. Diferente da proposta inicial de Charles Hull (criador da estereolitografia), o diferencial do FDM está justamente no material utilizado: um fio contínuo de plástico que é derretido e moldado.

3.4.2.2 SLS (Sinterização Seletiva a Laser)

A Sinterização Seletiva a Laser, ou SLS, surgiu na década de 1980 pelas mãos dos doutores Carl Deckard e Joe Beaman. A tecnologia, criada através da empresa DTM, rivalizou por anos com a 3D Systems, de Charles Hull, até ser adquirida por esta em 2001. A SLS funciona com um leito de pó — geralmente metálico ou polimérico — que é fundido seletivamente por um laser. Isso permite criar modelos complexos tanto nos eixos horizontais (X e Y) quanto no vertical (Z), uma vez que o próprio pó serve como suporte para as camadas superiores.

3.4.2.3 SLA (Estereolitografia)

A Estereolitografia (SLA) foi a primeira tecnologia de impressão 3D desenvolvida, inventada por Charles “Chuck” Hull. Utiliza uma resina líquida fotossensível que se solidifica ao entrar em contato com luz ultravioleta. O grande diferencial da SLA está na alta precisão e acabamento das peças, que muitas vezes parecem moldadas inteiriças, tamanha a suavidade das camadas.

3.4.2.4 DLP (Digital Light Processing)

A tecnologia DLP compartilha muitos princípios com a SLA, mas com uma diferença fundamental: em vez de um laser, utiliza um projetor digital para curar a resina camada por camada. Cada imagem projetada corresponde a uma fatia do modelo, e a resolução do projetor influencia diretamente na qualidade da impressão.

O processo é rápido e eficiente, especialmente para peças menores com alto nível de detalhe.

3.4.2.5 Jato de Tinta (Inkjet)

Muito comum no uso doméstico e corporativo, a tecnologia de impressão jato de tinta funciona exatamente como o nome indica: minúsculos jatos de tinta são projetados sobre o papel para formar imagens ou textos. É ideal para impressões coloridas de baixo custo, apesar dos cartuchos precisarem ser trocados com frequência. Ainda que não seja uma tecnologia de impressão 3D, sua menção é relevante pelo papel que teve na popularização da impressão digital.

3.4.2.6 DMLS (Direct Metal Laser Sintering)

A Sinterização Direta de Metal a Laser (DMLS) é uma das formas mais avançadas de impressão 3D metálica. Utiliza pó metálico fino — como alumínio ou titânio — que é fundido seletivamente por um laser para construir peças camada por camada. Ao final do processo, as peças devem esfriar antes de serem manuseadas. Essa tecnologia é amplamente utilizada em setores como aeroespacial e médico, devido à resistência e precisão dos objetos produzidos.

3.4.2.7 SLM (Selective Laser Melting)

A Fusão Seletiva a Laser (SLM) é bastante semelhante à DMLS, também utilizando pó metálico e um laser de alta potência para fundir o material. O diferencial do SLM está na completa fusão do metal, o que resulta em peças mais densas e resistentes. Além disso, aceita uma variedade ainda maior de metais, ampliando suas aplicações industriais.

3.4.2.8 EBM (Electron Beam Melting)

A Fusão por Feixe de Elétrons (EBM) é uma tecnologia que utiliza feixes de elétrons para fundir pó metálico, especialmente ligas de titânio como o Ti6Al4V. A impressão acontece dentro de uma câmara a vácuo e em alta temperatura. Essa

técnica é muito valorizada na área médica, principalmente na fabricação de próteses ortopédicas e implantes personalizados de altíssima precisão.

3.4.3 Componentes

3.4.3.1 MOTOR DE PASSO COM DRIVER

Motor que se move em passos precisos, ideal para controle de movimento, como abrir e fechar dedos de uma órtese

Figura 7- Motor de Passo

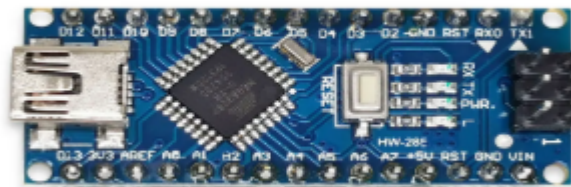


Fonte: RoboCore (2024)

3.4.2.2 ARDUINO NANO

Placa compacta de microcontrolador baseada no ATmega328P, usada para controlar componentes eletrônicos com programação em C/C++.

Figura 8- Arduino NANO



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.3 TALA ACOLCHOADA

Suporte rígido e confortável que estabiliza o punho, usado para fixar a órtese na mão do usuário.

Figura 9- Tala



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.4 ROLO DE NYLON

Material resistente e leve, usado em costuras, estrutura ou amarrações da órtese.

Figura 10- Nylon

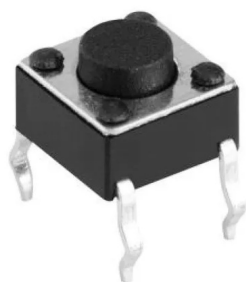


Fonte: Casa da Robótica (2024)

3.4.2.5 BOTÃO PULL UP

Interruptor acionado com um toque, utilizado para ativar ou controlar funções da órtese.

Figura 11 - Botão Pull UP



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.6 ANÉIS DE CONTROLE ARTICULAR

Anéis projetados no SolidWork e impresso PETG para melhor controle dos movimentos dos dedos.

Figura 12- Anéis de Controle Articular



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.7 LUVA

Peça vestível que cobre a mão, serve de base para prender os componentes da órtese de forma confortável.

Figura 13- Luva



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.8 EIXOS

Eixos projetados no SolidWork e impresso PETG para melhor controle dos movimentos dos dedos.

Figura 14- Eixos



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.9 ELÁSTICO

Material flexível usado para ajustar e manter a órtese firme sem causar desconforto.

Figura 15- Elástico



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.10 POWER BANK

Bateria portátil recarregável que fornece energia para o Arduino e outros componentes da órtese.

Figura 16- Power Bank

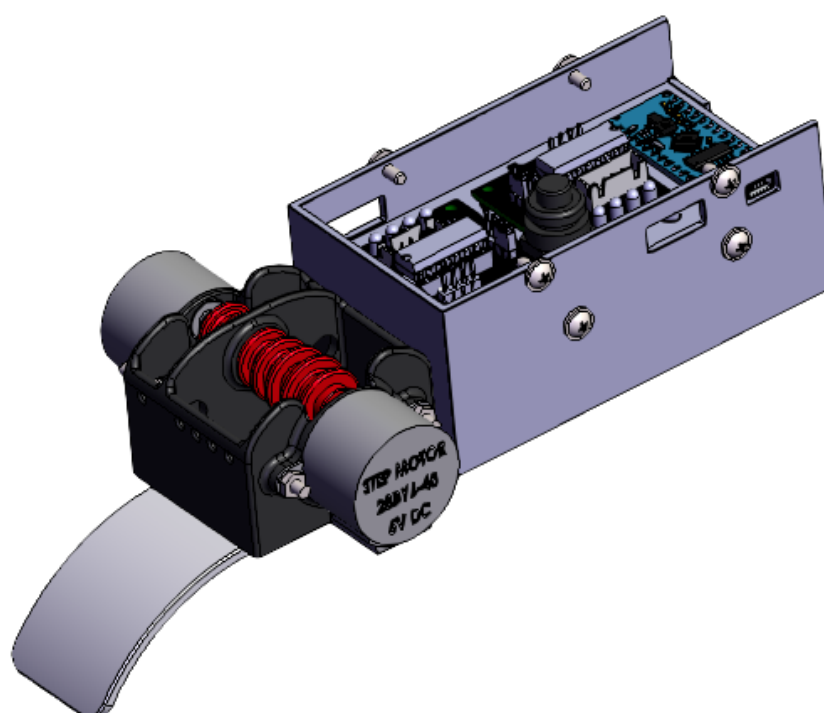


Fonte: Os Autores (2025)

3.4.2.11 SUPORTE

Suporte projetado no SolidWork e impresso PETG para o encaixe dos motores de passo, arduino, drivers, power bank e botão de pulso .

Figura 17- Suporte



Fonte: Os Autores (2025)

3.4.4 Expansão da Órtese ORTHOWRITE para Outras Condições Motoras

A órtese ORTHOWRITE foi inicialmente desenvolvida com o objetivo de auxiliar na escrita e no desenvolvimento da motricidade fina de indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). No entanto, sua estrutura mecânica e programação baseada em Arduino permite diversas adaptações, ampliando significativamente seu campo de aplicação. Este capítulo explora possíveis extensões do uso da órtese para outras condições clínicas que comprometem o movimento das mãos, com base em evidências médicas e potencial terapêutico.

3.4.4.1 Paralisia Cerebral (PC)

A Paralisia Cerebral é um distúrbio neurológico permanente que afeta o desenvolvimento motor e a coordenação muscular. Muitas crianças e adolescentes com PC apresentam dificuldades para segurar lápis, executar movimentos precisos e realizar tarefas escolares básicas. A adaptação da ORTHOWRITE pode contribuir para a reabilitação motora, com estímulos direcionados que auxiliam no fortalecimento dos músculos e na repetição de movimentos coordenados.

3.4.4.2 Acidente Vascular Cerebral (AVC)

O AVC é uma das principais causas de incapacidades motoras adquiridas em adultos. Após o evento neurológico, muitos pacientes enfrentam comprometimento na força, na coordenação e na precisão dos movimentos manuais. A órtese pode ser usada em fases de reabilitação para promover o reaprendizado motor, utilizando exercícios passivos e ativos programados que estimulem a neuroplasticidade e favoreçam a recuperação funcional.

3.4.4.3 Doença de Parkinson

A Doença de Parkinson é caracterizada por tremores, rigidez muscular e lentidão dos movimentos, prejudicando atividades que exigem coordenação fina, como a escrita. A ORTHOWRITE pode ser ajustada para atenuar tremores por meio de estabilização mecânica e controle de movimentos. Além disso, pode auxiliar em sessões de fisioterapia motora, oferecendo feedbacks programados que ajudem o paciente a manter a firmeza e o controle ao escrever ou manusear objetos.

3.4.4.4 Distúrbio do Desenvolvimento da Coordenação (Dispraxia ou TDC)

Esse transtorno afeta crianças e adolescentes, dificultando a execução de movimentos coordenados mesmo sem causas neurológicas identificáveis. Alunos com dispraxia enfrentam grande dificuldade na escrita, além de frustração e baixa

autoestima. A utilização da ORTHOWRITE como ferramenta de apoio motor pode incentivar o progresso por meio de treinos suaves, repetitivos e interativos, melhorando o desempenho escolar e a autoconfiança.

3.4.4.5 Lesões Traumáticas nas Mãos e Nervos Periféricos

Pacientes que sofreram lesões por acidentes, fraturas, ou danos nos nervos ulnar, mediano ou radial podem perder a mobilidade dos dedos e da mão. A órtese pode ser aplicada como parte do processo de reabilitação, promovendo movimentos passivos controlados e facilitando a retomada da coordenação manual. O uso progressivo da ORTHOWRITE pode acelerar o retorno funcional e diminuir o tempo de recuperação.

3.4.4.6 Perspectivas Futuras e Impacto Social

Expandir o uso da órtese ORTHOWRITE vai além de um aprimoramento técnico — trata-se de um compromisso com a inclusão, a acessibilidade e a qualidade de vida. Ao adaptar a órtese para diferentes condições clínicas, espera-se atingir um público maior e oferecer mais autonomia a pessoas com dificuldades motoras. A tecnologia acessível, de baixo custo e adaptável pode fazer a diferença em ambientes terapêuticos, escolares e domiciliares.

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA

4.1.1 Abordagem do Problema

O projeto aborda as dificuldades motoras e sensoriais enfrentadas por crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), especialmente no desenvolvimento da motricidade fina e da habilidade de escrita. As crianças com TEA enfrentam desafios na coordenação motora e no planejamento de movimentos precisos, prejudicando atividades manuais, como segurar objetos pequenos ou escrever. Além disso, a sensibilidade sensorial exacerbada dificulta ainda mais essas tarefas. O desenvolvimento de uma órtese mecânica visa fortalecer os músculos das mãos, melhorar a coordenação motora e facilitar a escrita, promovendo a inclusão social e a autonomia dessas crianças em atividades cotidianas.

4.1.2 Objetivos

No contexto do estudo científico, a atual pesquisa é categorizada como exploratória de acordo com os objetivos propostos. A pesquisa exploratória é conduzida, quando o pesquisador não possui certeza sobre o problema a ser estudado ou quando o problema é novo e ainda não foi suficientemente investigado. Seu propósito é obter uma melhor compreensão do problema em questão, identificando seus aspectos relevantes e buscando possíveis soluções, segundo Bernardo (2023 p. 35).

O projeto tem como objetivo desenvolver uma órtese mecânica capaz de apoiar o fortalecimento muscular e aumentar a flexibilidade dos membros superiores de indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A órtese visa facilitar o desenvolvimento motor, promovendo maior controle e precisão em tarefas manuais, como a escrita, além de contribuir para a autonomia e inclusão desses indivíduos em contextos educacionais e sociais.

4.1.3 Pesquisa e levantamento de requisitos:

A primeira etapa envolve uma pesquisa aprofundada sobre o TEA, focando nas dificuldades motoras e sensoriais enfrentadas por crianças com o transtorno. Além disso, consultas com especialistas em fisioterapia, pediatria e robótica foram realizadas para determinar as necessidades e os critérios técnicos que a órtese deveria atender. Nesta fase, também se estudou a viabilidade de diferentes tecnologias para movimentos controlados, como motores de passo e servos conectados a microcontroladores.

4.1.4 Desenho e modelagem do protótipo:

Utilizando softwares de modelagem 3D SolidWORK, o protótipo foi desenhado com base nos dados coletados. Isso permite visualizar o design da órtese, garantindo que seja ergonomicamente adequada e confortável para o usuário. O design foi pensado de forma que o dispositivo seja leve e ajustável para diferentes tamanhos de mãos.

4.1.5 Programação do sistema:

Utilizando a plataforma Arduino, o sistema será programado em C++ para enviar sinais aos motores, que irão gerar os movimentos desejados. O código também deverá incluir opções de ajuste, para o tempo dos movimentos.

4.1.6 Testes a serem realizados:

- Teste de movimento e precisão: Verificar se a órtese é capaz de replicar com precisão os movimentos de abrir e fechar as mãos, além de flexionar os dedos de forma controlada.
- Teste de conforto e ergonomia: Avaliar se o dispositivo é confortável de usar por períodos prolongados, ajustável a diferentes tamanhos de mãos e não interfere negativamente em outras atividades.

- Teste de durabilidade: Submeter o protótipo a uma série de ciclos de movimento repetitivos para verificar sua resistência a desgastes, especialmente nos pontos de articulação e nos fios de nylon.

Essas etapas garantirão que o protótipo final seja funcional, seguro e adequado às necessidades específicas das crianças com TEA, promovendo sua inclusão e auxiliando no desenvolvimento motor.

4.2 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa será classificada como quali-quantitativa, combinando abordagens qualitativas e quantitativas. A abordagem qualitativa será realizada por meio de entrevistas com fisioterapeutas para identificar as dificuldades enfrentadas pelos pacientes com relação à motricidade manual. A abordagem quantitativa envolverá a mensuração da eficácia da órtese na melhora da motricidade fina, utilizando testes padronizados.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva. Será exploratório o levantamento das principais dificuldades dos pacientes, assim como o desenvolvimento do protótipo da órtese. A pesquisa descritiva será aplicada na avaliação do desempenho da órtese e dos resultados obtidos a partir da sua utilização.

4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.3.1 Motor de Passo com Driver

Responsável por gerar os movimentos de tração dos fios de nylon que controlam os dedos. O driver recebe sinais do Arduino e garante que o motor se mova com precisão, controlando o fechamento dos dedos indicador, médio, anelar e mínimo, além do polegar (com motores separados).

Figura 18- Motor de passo

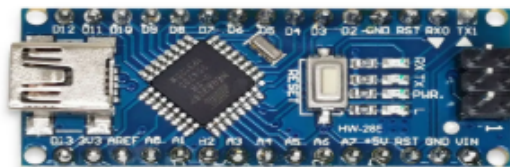


Fonte: Os Autores (2025)

4.3.2 Arduino NANO

Microcontrolador que interpreta os sinais dos botões de pulso e envia os comandos para os drivers dos motores de passo. É programado em C++ para controlar a sequência e o tempo dos movimentos de abertura e fechamento dos dedos.

Figura 19- Arduino NANO



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.3 Tala Acolchoada

Serve como base para fixar a mão do usuário. Proporciona estabilidade e conforto, além de sustentar a estrutura da luva, os anéis de controle, os elásticos e o suporte.

Figura 20- Tala



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.4 Rolo de Nylon

Os fios de nylon são presos nos anéis dos dedos e enrolados nos eixos dos motores. Ao girar, o motor puxa o fio, promovendo a flexão dos dedos. É o “tendão artificial” do sistema.

Figura 21- Nylon



Fonte: Russo ART (2024)

4.3.5 Botão Pull UP

Aciona o ciclo de movimento dos motores. Um clique inicia a sequência programada no Arduino, que executa e finaliza os movimentos automaticamente (sem precisar de outro botão para parar).

Figura 22- Botão Pull UP



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.6 Anéis de controle articular

Fixados nos dedos, guiam o movimento gerado pelo fio de nylon. Delimitam e direcionam o trajeto do movimento para garantir precisão e segurança ao fechar a mão.

Figura 23- Anéis de Controle Articular



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.7 Luva

Costurada à tala, envolve a mão do usuário, dando conforto e servindo de base para fixar os anéis de controle articular.

Figura 24- Luva



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.8 Eixos

Costurado na tala e nos anéis, tem a função de retornar os dedos à posição original após o movimento de fechamento, como se fosse um "músculo extensor artificial".

Figura 25- Eixos



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.9 Elástico

Costurado na tala e preso aos anéis, tem a função de retornar os dedos à posição original após o movimento de fechamento, como se fosse um "músculo extensor artificial".

Figura 26- Elástico



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.10 Power Bank

Fonte de energia portátil que alimenta todo o sistema, inclusive o Arduino e os motores. Garante mobilidade e autonomia ao dispositivo.

Figura 27- Power Bank

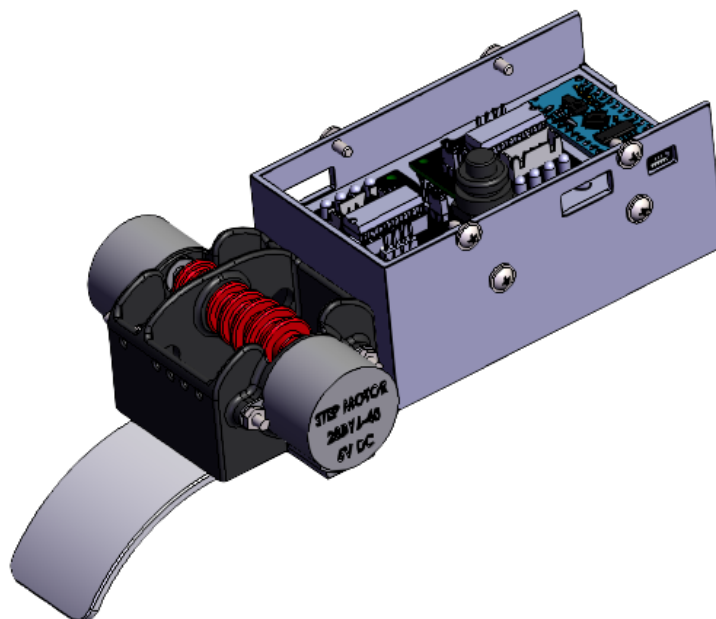


Fonte: Os Autores (2025)

4.3.10 Suporte

Estrutura que mantém o braço elevado e posicionado corretamente para o funcionamento da órtese. Também serve para fixar os componentes eletrônicos (Arduino, drivers, power bank e botões).

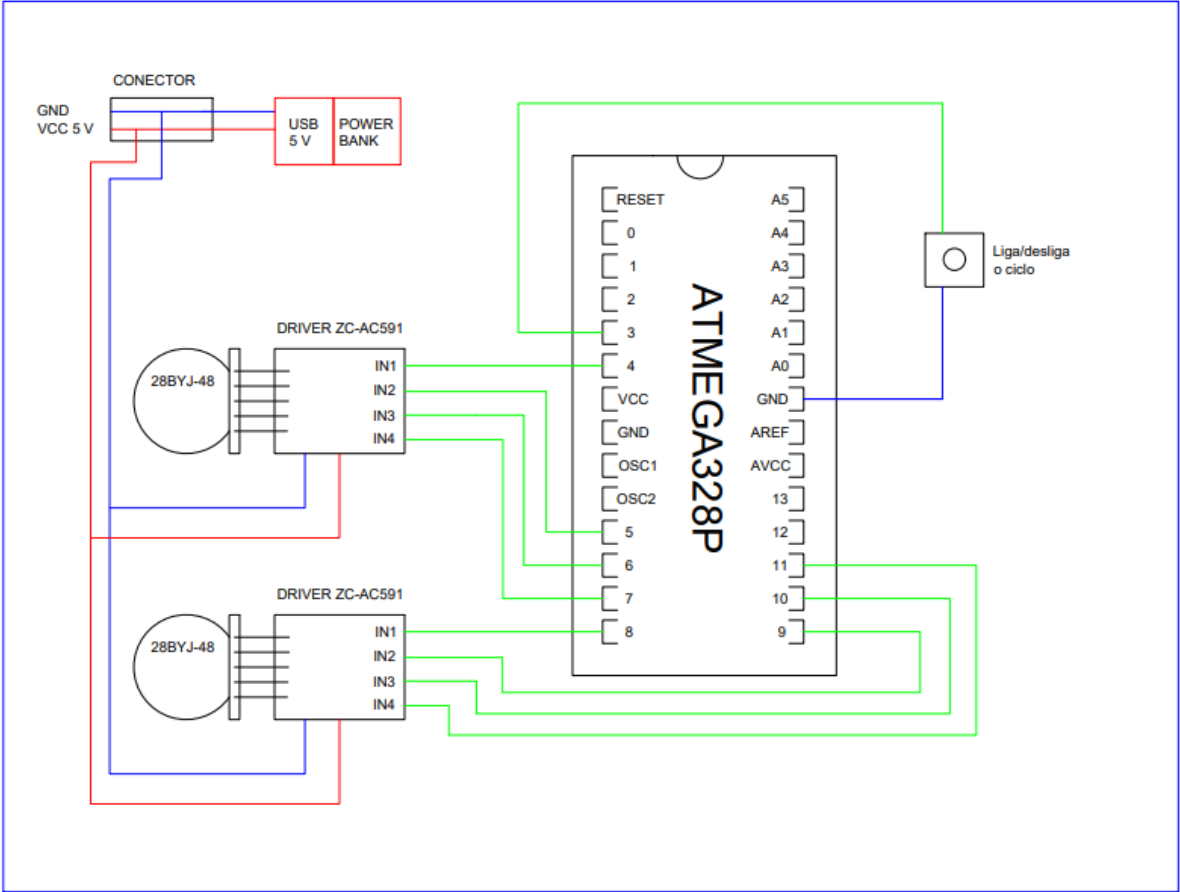
Figura 28- Suporte



Fonte: Os Autores (2025)

4.4 ESQUEMA ELÉTRICO

Figura 29- Esquema Elétrico



Fonte: Os Autores (2025)

4.5 PROGRAMAÇÃO

```
#include <Stepper.h>

#define STEPS 2048 // Número de passos para uma rotação completa
#define BOTAO_INICIO 3 // Pino do botão para iniciar

Stepper motorPasso1(STEPS, 8, 10, 9, 11);
Stepper motorPasso2(STEPS, 4, 6, 5, 7); // Novo motor de passo

bool motorLigado = false; // Estado do motor
unsigned long tempoAnterior = 0;
const unsigned long intervalo = 1000; // Tempo de pausa entre giros

void setup() {
  motorPasso1.setSpeed(10);
  motorPasso2.setSpeed(10);
  pinMode(BOTAO_INICIO, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {
  bool estadoBotaoInicio = digitalRead(BOTAO_INICIO);

  if (estadoBotaoInicio == LOW) {
    motorLigado = !motorLigado; // Alterna entre ligar/desligar
    delay(200); // Debounce
  }

  if (motorLigado) {
    unsigned long tempoAtual = millis();

    if (tempoAtual - tempoAnterior >= intervalo) {
      tempoAnterior = tempoAtual;

      motorPasso1.step(STEPS); // Gira um motor uma volta completa
      motorPasso2.step(STEPS); // Gira o outro motor uma volta completa

      tempoAnterior = millis();
      while (millis() - tempoAnterior < intervalo);

      motorPasso1.step(-STEPS); // Retorna à posição original
      motorPasso2.step(-STEPS); // Retorna à posição original

      tempoAnterior = millis();
    }
  }
}
```

```
    while (millis() - tempoAnterior < intervalo);  
  }  
}  
}
```

5 CRONOGRAMA

Tabela 2 - Cronograma

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema									
Levantamento de literatura científica									
Introdução									
Tema									
Problema									
Objetivos									
Justificativa									
Estado da Arte									
Fundamentação teórica									
Metodologia									
Cronograma									
Recursos									
Resultados esperados ou parciais									
Referências									
Avaliação do CRC									
Produção do Banner									
26ª Exposchmidt									

Fonte: os autores (2024)

Tabela 3 - Cronograma

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Início da montagem do protótipo									
Levantamento de literatura científica									
Montagem do protótipo									
Resultados Parciais									
Conclusão									
Milset									
27ª Exposchmidt									

Fonte: os autores (2025)

6 RECURSOS

Tabela 4 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Motor de passo com driver	35,00	2	70	Mercado Eletrônico	05/05/2025
Arduino Nano	45,00	1	45,00	PNP	05/05/2025
Tala acolchoada	51,05	1	51,05	Mercado Livre	05/05/2025
Rolo de nylon	20,00	1	20,00	Mercado Livre	05/05/2025
Botão				Os autores	05/05/2025
Anéis	28,00	5	140	Os autores	05/05/2025
Luva	33,00	1	33,00	Os autores	05/05/2025
Eixo	30	1, 1/5	30	Os autores	05/05/2025
Elástico	1,00	1,5	1,50	Os autores	05/05/2025
Power Bank	50,00	1	50,00	Mercado Eltrônico	05/05/2025
Suporte	200,00	1	200,00	Os autores	05/05/2025
Total: R\$ 640,55					

Fonte: os autores (2025)

7 RESULTADOS PARCIAIS

O desenvolvimento inicial do projeto da órtese mecânica para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) permitiu alcançar avanços significativos em diferentes frentes técnicas e funcionais. O protótipo foi concebido com foco na adaptabilidade, conforto e funcionalidade, apresentando um design acolchoado que respeita às necessidades motoras específicas do público-alvo. A principal proposta do dispositivo é possibilitar a realização de movimentos de abertura e fechamento das mãos, permitindo assim a execução de atividades motoras finas, como segurar um lápis e realizar a escrita, habilidades muitas vezes comprometidas em crianças com TEA.

Como resultado parcial, destaca-se a criação de um sistema ajustável, capaz de atender a diferentes graus de comprometimento motor. Essa versatilidade favorece a integração do dispositivo em contextos terapêuticos e escolares, promovendo maior independência funcional e inclusão dos usuários. Para garantir a eficácia do projeto, foram iniciadas parcerias com profissionais da saúde e engenheiros, o que tem contribuído para o aperfeiçoamento da estrutura, segurança e usabilidade do protótipo.

Do ponto de vista tecnológico, a órtese funciona com a mão posicionada em uma tala acolchoada com uma luva costurada, onde são acoplados anéis de controle articular. Na parte inferior desses anéis, passam fios de nylon conectados a um eixo cilíndrico, que por sua vez está ligado a um motor de passo de 5V. Essa configuração permite o controle dos dedos indicador, médio, anelar e mínimo. O polegar é controlado separadamente por outro anel e motor de passo, com fio de nylon preso a um eixo menor. Os movimentos dos motores são acionados por um botão de pulso, que envia sinal ao Arduino Nano. Programado em C++, ele comanda os drivers dos motores, controlando o tempo e a execução dos movimentos. Um segundo botão, localizado na protoboard, permite interromper o ciclo. Acima dos anéis, elásticos ligados à tala ajudam a retornar os dedos à posição inicial após cada movimento.

Outro resultado parcial relevante é o impacto positivo esperado no ambiente escolar. A órtese tem potencial para melhorar a motricidade fina e o desempenho acadêmico das crianças, contribuindo diretamente para a inclusão e o desenvolvimento da autoestima. Além disso, o dispositivo apresenta características sustentáveis, como a utilização de materiais de baixo impacto ambiental e a perspectiva de longa durabilidade, o que reduz o descarte precoce e os danos ecológicos associados.

Por fim, o projeto demonstra grande potencial para inspirar novas soluções no campo da robótica assistiva e da reabilitação motora. A inovação tecnológica aqui proposta poderá fomentar novas abordagens terapêuticas, contribuindo com avanços significativos nas áreas da fisioterapia, educação especial e engenharia biomédica.

8 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma órtese mecânica voltada para auxiliar crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no aprimoramento da escrita e da motricidade fina, promovendo, assim, maior inclusão e acessibilidade no ambiente escolar. A proposta surgiu a partir da necessidade de criar soluções tecnológicas acessíveis que atendessem às limitações motoras e sensoriais enfrentadas por muitas dessas crianças, especialmente no que diz respeito ao controle dos movimentos das mãos e dedos.

Durante o processo de desenvolvimento, foi possível integrar conhecimentos de eletrônica, mecânica e programação para criar um sistema funcional e de baixo custo. A órtese foi projetada com uma tala de pulso acolchoada, luva adaptada, anéis de controle articular e fios de nylon conectados a motores de passo controlados por um Arduino Nano programado em C + +. O acionamento se dá por meio de botões de pulso, com retorno dos dedos à posição inicial garantido por elásticos estrategicamente posicionados. Essa configuração permitiu uma movimentação precisa dos dedos indicador, médio, anelar, mínimo e do polegar, respeitando as particularidades motoras de cada usuário.

Além da eficiência técnica demonstrada nos testes e simulações, o projeto destaca-se pelo uso de materiais recicláveis e componentes eletrônicos de fácil acesso, o que reduz significativamente o custo final da órtese estimado em R\$640,55 e torna viável sua reprodução. Tal abordagem não apenas contribui com a sustentabilidade, como também reforça o caráter social da iniciativa, permitindo que mais instituições e famílias tenham acesso a esse recurso.

Do ponto de vista pedagógico e terapêutico, a órtese se apresenta como uma ferramenta valiosa para o processo de alfabetização e para o fortalecimento da musculatura das mãos, estimulando a autonomia, a autoestima e o engajamento dos alunos com TEA. A proposta reforça ainda a importância da parceria entre escola, família e profissionais da saúde para garantir um acompanhamento efetivo e individualizado.

Em suma, este projeto evidencia o potencial da tecnologia assistiva como instrumento de inclusão social e educacional, demonstrando que, com criatividade, conhecimento técnico e sensibilidade às necessidades humanas, é possível desenvolver soluções inovadoras que impactem positivamente a vida de muitas pessoas. Espera-se que este trabalho sirva como base para futuras pesquisas e aprimoramentos, ampliando o alcance e a eficácia de tecnologias voltadas ao público Neurodivergente.

REFERÊNCIAS

CPGDD- CADERNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DO NEURO DESENVOLVIMENTO . Editora revistas Mackenzie . [S.I.]. CPGDD, 2024. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgdd/article/view/14343>. Acesso em: 22 jul. 2024.

CUIDADOS PELA VIDA. cuidados pela vida. [S.I.]. CUIDADOS PELA VIDA, 2023. Disponível em: <https://cuidadospela vida.com.br/blog/post/o-que-sao-os-comportamentos-repetitivos-associados-ao-autismo>. Acesso em: 22 jul. 2024.

DR. RAFAEL LOURENÇO DO CARMO. kenhub. [S.I.]. Kenhub Library, 2023. Disponível em: <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/musculos-intrinsecos-do-dorso>. Acesso em: 24 set. 2024.

FISIOTERAPIA BRASIL. Convergences editorial . [S.I.]. Danielle Lara Queiroz Ferreira, Nilce Maria de Freitas Santos, Gisélia Gonçalves de Castro, 2000. Disponível em:

<https://convergenceseditorial.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/5391>. Acesso em: 22 jul. 2024.

REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL FUPAC/UNIPAC. ri unipac. [S.I.]. RI, 2019. Disponível em: <https://ri.unipac.br/repositorio/trabalhos-academicos/atuacao-do-enfermeiro-diante-dos-desafios-encontrados-no-cuidado-ao-paciente-com-transtorno-do-espectro-autista-tea-2/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

JB- JAQUELINE BIFANO ATENDIMENTO E ESPECIALIZAÇÕES . psiquiatria jaqueline bifano. [S.I.]. Dra. Jaqueline Bifano, 2022. Disponível em: <https://psiquiatrajaquelinebifano.com.br/autismo-pode-piorar/#:~:text=Sim%2C%20pode%20piorar.,melhor%20à%20pessoa%20com%20TEA>. Acesso em: 22 ago. 2024.

RUSSO, Dra. Fabiele; ROVERE, Lenon. Dificuldades de escrita e autismo: A importância da psicomotricidade . In: Dra. Fabiele Russo,Lenon Rovere. NeuroConecta. [S.I.]. 21 set. 2021. Disponível em: <https://neuroconecta.com.br/dificuldades-de-escrita-e-autismo/#:~:text=Tamb%C3%A9m%20%C3%A9%20bastante%20comum%20que,apesar%20de%20serem%20instru%C3%ADdas%20adequadamente>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SOUZA, José Clécio Silva de; SANTOS, Décio Oliveira dos. O autista com dificuldade de leitura e escrita - métodos de aprendizagem. Revista Educação Pública , Rio de Janeiro : Junho, ed. 2121, 8 jun. 2021. Mensal.

MedlinePlus. Fine Motor Control - Medical Encyclopedia. Revisado em 24 de janeiro de 2023. National Library of Medicine, National Institutes of Health. Disponível em: <https://medlineplus.gov/ency/article>

SOUSA, Monica et al. *Motor sequencing in autism spectrum disorder: a kinematic study of handwriting in school-aged children*. Monash University, 2015. Tese (Doutorado) – Monash University. Disponível em: https://bridges.monash.edu/articles/thesis/Motor_sequencing_in_autism_spectrum_disorder_a_kinematic_study_of_handwriting_in_school-aged_children/4669357.

VITTI, Rubens de Souza et al. *Motor coordination in children with autism spectrum disorder: a review*. Technologies, [S. I.], v. 3, n. 4, p. 40, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-4087/3/4/40>.

CASE-SMITH, Jane; WEED, Judy. *Hand strength, handwriting, and functional skills in children with autism*. American Journal of Occupational Therapy, [S. l.], v. 69, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277981313>.

BOURKE-TAYLOR, Helen et al. *Supporting the writing skills of individuals with autism spectrum disorder through assistive technologies*. International Journal of Special Education, [S. l.], v. 30, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/300553105>.

MURRAY, Dana. *Using technology to support students with autism spectrum disorders in the writing process*. Reading Rockets, 2022. Disponível em: <https://www.readingrockets.org/topics/assistive-technology/articles/using-technology-support-students-autism-spectrum-disorders>.

LOPES, Gabriela R. et al. *Uso do método Therasuit em criança com transtorno do espectro autista: estudo de caso*. Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria, [S. l.], v. 29, n. 2, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10760636>.

YU, Han et al. *Development of a personalized wrist-hand orthosis using 3D printing technology for a child with cerebral palsy*. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, [S. l.], v. 15, n. 8, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31946172>.

ASARO-SADDLER, Kristie et al. *Using technology to support students with autism spectrum disorders in the writing process: a pilot study*. Reading Rockets, 2015. Disponível em: <https://www.readingrockets.org/topics/assistive-technology/articles/using-technology-support-students-autism-spectrum-disorders>.

BOURKE-TAYLOR, Helen et al. *Supporting the writing skills of individuals with autism spectrum disorder through assistive technologies*. International Journal of Special

Education, [S. l.], v. 30, n. 3, 2015. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/300553105>.

CASE-SMITH, Jane; WEED, Judy. *Hand strength, handwriting, and functional skills in children with autism*. American Journal of Occupational Therapy, [S. l.], v. 69, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277981313>.

FUENTES, A. et al. *Assisting autistic students with handwriting difficulties using a multidisciplinary approach*. Journal of Multidisciplinary Studies, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 140–150, 2021. Disponível em:
<https://jocss.com/index.php/multidiscipline/article/download/69/25/69>.

KENNEY, Susan. *The impact of using assistive technology on writing productivity of young writers with autism*. 2013. Tese (Doutorado) – George Mason University. Disponível em:
<https://mars.gmu.edu/server/api/core/bitstreams/136ebede-9db8-48df-b9fe-645de8bade88/content>.

KUSHKI, A. et al. *Predictors of handwriting performance among children with autism spectrum disorder*. Research in Autism Spectrum Disorders, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 1386–1395, 2013. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946719300108>.

LOPES, Gabriela R. et al. *Uso do método Therasuit em criança com transtorno do espectro autista: estudo de caso*. Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria, [S. l.], v. 29, n. 2, 2023. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10760636>.

MURRAY, Dana. *Using technology to support students with autism spectrum disorders in the writing process*. Reading Rockets, 2022. Disponível em:
<https://www.readingrockets.org/topics/assistive-technology/articles/using-technology-support-students-autism-spectrum-disorders>.

ROSENBLUM, S. et al. *Do children with ASD have difficulty handwriting under time pressure?* Research in Autism Spectrum Disorders, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 549–556, 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946717300260>.

SOUSA, Monica et al. *Motor sequencing in autism spectrum disorder: a kinematic study of handwriting in school-aged children*. Monash University, 2015. Tese (Doutorado) – Monash University. Disponível em:

https://bridges.monash.edu/articles/thesis/Motor_sequencing_in_autism_spectrum_disorder_a_kinematic_study_of_handwriting_in_school-aged_children/4669357.

VITTI, Rubens de Souza et al. *Motor coordination in children with autism spectrum disorder: a review*. Technologies, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 40, 2023. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2673-4087/3/4/40>.

YU, Han et al. *Development of a personalized wrist-hand orthosis using 3D printing technology for a child with cerebral palsy*. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, [S. l.], v. 15, n. 8, 2020. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31946172>.

WISHBOX. 14 tipos de impressora 3D: veja como funciona cada uma. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/blog/tipos-de-impressora-3d/>.

ANEXOS