

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL JARAGUÁ**

**CAIO GALDINO GOMES
ELIAS XAVIER DA SILVA
ERIC LUDVIC LERRI
FABIO DOS SANTOS COSTAS
GUSTAVO SILVA DE FRANÇA
JOÃO VICTOR DE OLIVEIRA TRINDADE**

**BRAÇO ROBÓTICO TELEOPERADO APLICADO PARA A REABILITAÇÃO
INFANTIL ATRAVÉS DO LÚDICO**

Orientador: Prof. Ms. Jean Mendes Nascimento

São Paulo

2021

BRAÇO ROBÓTICO TELEOPERADO APLICADO PARA A REABILITAÇÃO INFANTIL ATRAVÉS DO LÚDICO

Caio Galdino Gomes

E-mail: caiogaldinogomess@gmail.com

Elias Xavier da Silva

E-mail: eliasxavoer@gmail.com

Eric Ludvid Lerri

E-mail: eric.ludvic@gmail.com

Fabio dos Santos Costa

E-mail: Fafa200345@gmail.com

João Victor De Oliveira Trindade

E-mail: Jhonetrinda1@gmail.com

ORIENTADOR: J. M. Nascimento

e-mail: jeean.mendes@hotmail.com

RESUMO: Conforme a necessidade de implementação de novas tecnologias para o processo de fisioterapia infantil, foi desenvolvido um braço robótico que atua na estimulação de movimentos fisioterapêuticos, auxiliando na reabilitação de crianças com doenças que afetam a coordenação motora, principalmente pela Paralisia Cerebral infantil (PC). Por meio de uma luva com diferentes tipos de sensores, movimentos biomecânicos são transformados em robóticos, possibilitando um tratamento mais atrativo ao paciente. Portanto, deixa esse método que antes era maçante e tedioso para as crianças, em uma atividade de melhor desempenho, e, com maiores perspectivas de diversão durante a sua execução.

1. INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) acomete a uma disfunção sensório-motora, que afeta diretamente as capacidades físicas e cognitivas, o que dificulta tanto a aprendizagem - gerando um desenvolvimento atípico - quanto a coordenação, que podem comprometer seu

desenvolvimento físico até sua fonação. Entretanto, através de estímulos fisioterápicos o paciente desenvolve um melhor tônus muscular, assim, tornando a execução dos movimentos mais eficazes. (PEREIRA, 2011).

Ademais, pacientes que possuem encefalopatia crônica não-progressiva espástica, também conhecida como Paralisia Cerebral espástica, apresentam anormalidades nas funções musculoesqueléticas dos membros superiores (MMSS). Com bases nas metodologias fisioterapêuticas direcionadas, os movimentos de flexão de cotovelo, pronação de antebraço e flexão de punho, são utilizados como ferramentas de correções ou reduções das dificuldades funcionais que decorrem do comprometimento articular. (CARGNIN, et. al, 2003).

Tendo em vista que até mesmo para adultos a fisioterapia é um processo maçante e doloroso, para crianças não é diferente. Em muitos casos, isto é, até mesmo intensificado, o que acaba por consequência, com o desinteresse dos pacientes. Uma vez que para portadores da PC, a necessidade de receber estímulos e os visualizarem, aumentam consideravelmente o aproveitamento da fisioterapia. Pois, com o feedback do movimento, o paciente desenvolve-se muito melhor, e com a inserção do lúdico, passaremos de um processo chato, a um processo divertido e dinâmico. Trazendo assim, cada vez mais o desejo de realizar a fisioterapia. (GOMES, 2011).

O desenvolvimento do braço robótico busca a realização de movimentos com brincadeiras e jogos, posto que os exercícios propostos pelo fisioterapeuta serão executados por uma criança, na qual em sua mão haverá uma luva responsável pela captação do movimento por meio de sensores acelerômetro e giroscópio. Logo, o processamento desses dados será controlado por um microcontrolador Arduino nano, que terá sua execução encaminhada através de um módulo de rádio frequência para outro microcontrolador, responsável pelo controle dos servomotores presentes no braço robótico, convertendo esse comando biomecânico em movimentos robóticos, possibilitando a inserção de atividades lúdicas durante a fisioterapia, sendo elas em suma, designadas de acordo com as capacidades do braço robótico e podendo ser escolhidas pelo fisioterapeuta devido as necessidades clínicas do paciente.

Com a conclusão do projeto, pretende-se que o dispositivo robótico possa auxiliar os fisioterapeutas no processo de desenvolvimento sensório-motor de crianças portadoras de PC, já que a implementação deste meio de aprendizagem por intermédio do lúdico, mostra-se uma estratégia palpável para extrair toda a atenção e vontade voluntária do paciente.

2. PARALISIA CEREBRAL INFANTIL

Tendo em vista, que o projeto baseia-se na reabilitação de crianças portadoras de Paralisia Cerebral (PC), este capítulo trará uma abordagem sobre a doença, apontando as disfunções causadas pela PC, os tipos de Paralisia classificados até o presente momento, a frequência observada em países desenvolvidos e no Brasil, o momento em que ocorre a lesão responsável pelo surgimento da doença, além de indicar qual dos tipos existem o de Paralisia o sistema robótico adequa-se da melhor forma possível.

A encefalopatia crônica não-progressiva da infância, também conhecida como Paralisia Cerebral infantil (PC), é uma doença que pode afetar as crianças durante o período de gestação, sendo eles: pré-natal, perinatal e até mesmo o pós-natal. Nas Paralisas ocorridas no pré-natal, que representam de 70% a 80% das lesões, as causas possíveis são de cunho genético, uso de álcool ou drogas, malformação congênita e algumas infecções congênitas, como rubéola e toxoplasmose. As lesões do perinatal estão ligadas ao descolamento de placenta, parto malconduzido, complicações no processo do parto e prematuridade. Por fim, no pós-natal tende-se a traumatismo cranioencefálico, AVC e infecções no sistema nervoso. (ZANINI, 2009).

Em países desenvolvidos, como a Inglaterra, tem-se uma preocupação maior durante as gestações, logo, a incidência de crianças nascidas com a Paralisia Cerebral é menor, sendo de 1,5/1000 pacientes. Porém, no Brasil não há tal prioridade no cuidado com as gestantes, segundo uma pesquisa realizada pela Faculdade de Ciência e Educação Sena Aires, em 2019, cerca de 7 /1000 pacientes são portadores de encefalopatia crônica não-progressiva da infância. Desta forma, fica nítido que a falta de estrutura no período de gestação produz uma incidência consideravelmente elevada. (SILVA, et. al,2019).

A doença pode ser classificada de três maneiras distintas, sendo elas: Hemiplegia, Diplegia e Hemiplegia Bilateral (tetra ou quadriplegia). A Hemiplegia Bilateral, ocorre em pacientes que possuem disfunções musculoesqueléticas nos membros superiores e inferiores de mesma gravidade, sendo considerada o estágio de maior gravidade da doença, limitando o desenvolvimento do paciente. A Diplegia por sua vez, tem-se um atraso maior sobre o par de membros inferiores e uma maior facilidade de desenvolvimento nos membros superiores. Já, a Hemiplegia é a forma com a qual a doença manifesta-se com maior incidência, sendo também a que o projeto mais se adequa, sabendo que este estágio da doença promove o comprometimento das funções motoras e do tônus muscular de um membro superior e um inferior, pensando nisso, o projeto visa a reabilitação motora do membro superior. (LEITE, et.al,2004).

A seguir são ilustrados os efeitos de cada tipo da doença:

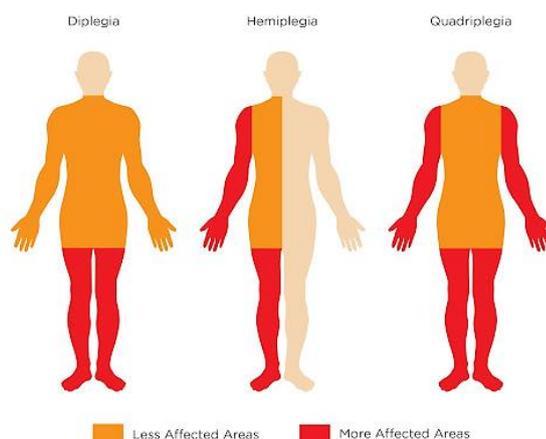


Figura 1- Tipos de Paralisia (Fonte: <http://fisioterapia.com/7-causas-da-paralisia-cerebral-e-como-fisioterapia-atua-no-seu-tratamento/>)

3. TECNOLOGIAS PARA REABILITAÇÃO

Em conformidade com o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a Fisioterapia nada mais é do que uma ciência voltada a área da saúde com a finalidade de estudar métodos de prevenção e tratamento de distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano. Assim, o profissional desta área trabalha para que ocorra um desenvolvimento, restauração ou estagnação do estado clínico do paciente. Além do Fisioterapeuta, o profissional em Fisioterapia Ocupacional, também trabalha no processo de desenvolvimento de pacientes, mas apesar de aparentarem ser a mesma função, na realidade são áreas distintas. Na terapia ocupacional, o profissional auxilia o paciente em realizar atividades do cotidiano, como escovar os dentes ou mesmo beber água.

Tendo em vista o exposto supracitado, as pesquisas do projeto foram direcionadas ao processo de fisioterapia, sendo mais específico a fisioterapia com atividades direcionadas. Esta, baseia-se na intervenção por meio de atividades levando em consideração as funções e estrutura do corpo humano, a interação com o meio fisioterápico, de forma a envolver a tanto a criança quanto seus familiares no processo, utilizando estratégias individualizadas e motivadoras para compensar as dificuldades dos pacientes, colocando-o como o centro da fisioterapia. (SCHNEIBERG, et al. 2010).

Faz-se necessário, explicitar que as intervenções direcionadas tem como objetivo facilitar a atividade e promover os movimentos biomecânicos no processo. Portanto, as atividades direcionadas executadas no decorrer da reabilitação não possui como objetivos finais

a realização de tarefas cotidianas, chamadas de Atividades Funcionais (AF), estas são de responsabilidade do terapeuta ocupacional. A utilização das atividades direcionadas por fisioterapeutas busca, em síntese, estabelecer aos pacientes a capacidade de entender os padrões de movimentos, aumentando seu tônus muscular e o controle sobre as funções motoras, tornando a realização desses movimentos mais simples, para que então, o terapeuta ocupacional utilize desta evolução adquirida para executar as AFs. (SCHNEIBERG. et al. 2011).

Adentrando de forma mais intrínseca neste método de fisioterapia, as atividades direcionadas requerem que o fisioterapeuta responsável veja a criança realizando as Atividades Funcionais e, partindo deste ponto, deverá assimilar quais são as limitações do paciente, através de uma proficiência nos conceitos de cinesiologia e biomecânica. Após isso, o profissional deve aplicar as atividades direcionadas visando aumentar as capacidades motoras e sensoriais da criança nos membros superiores (MMSS), fazendo com que o portador de PC execute estas intervenções de forma repetitiva.

Os movimentos usados na fisioterapia dos membros superiores (MMSS), nos quais o Sistema Robótico está apto para o processo de reabilitação, direcionados à Paralisia Cerebral são: rotação interna de ombro, flexão de cotovelo e/ou punho, pronação de antebraço, extensão de cotovelo e desvio ulnare oposição do polegar. (AMARAL, 2003).

3.1 LUDOTERAPIA

Com base na perspectiva do psicólogo Vygotsky, considerado um dos maiores estudiosos da teoria sócio-histórica, que realizou estudos do processo de desenvolvimento humano das crianças tanto em seus aspectos sociais, quanto em seus diferentes tipos de aprendizagem. Dissertava também, que crianças portadoras de qualquer tipo de deficiência não possuem um desenvolvimento inferior daquelas consideradas saudáveis, este grupo na verdade, detêm um desenvolvimento específico denominado também como desenvolvimento atípico que se adapta as condições sociais e físicas impostas pela doença. Logo, para portadores da Paralisia Cerebral, segue-se a mesma linha de raciocínio, haja visto que devido as suas limitações psicomotoras e cognitivas, faz com que estas crianças se desenvolvam por meio de caminhos alternativos, para que ocorra a supercompensação de suas deficiências. (PERES, 2004).

O processo de brincar pode ser classificado em dois tipos: a brincadeira recreacional e a brincadeira terapêutica. Com relação a recreacional, a brincadeira ocorre de maneira espontânea, sem a necessidade de ser pré-estipulado nenhum tipo de metodologia, com a

finalidade de extrair o prazer e interação com o meio. Já o processo de brincadeira terapêutica, no desenvolver da atividade disponham-se uma preocupação com as técnicas que serão executadas durante o brincar, visando obter uma melhora no estado físico e emocional da criança. Dado o exposto, o projeto utilizará do processo da brincadeira terapêutica, tendo em vista a proposta de trazer jogos que necessitará da realização dos movimentos da fisioterapia. (CINTRA, et. al, 2006).

A utilização da brincadeira terapêutica, que reúne atividades simbólicas, jogos e a interação com o ambiente, permite ao paciente a evolução de sua coordenação motora, agilidade e a capacidade de realizar movimentos integrados. Assim, além de atrair a atenção da criança e a vontade de realizar os movimentos da reabilitação inseridos dentro do jogo, ajuda no processo de motricidade voluntária do paciente, tendo em vista que durante a fisioterapia com as atividades lúdica a criança está brincando e, conseqüentemente, o ato brincar possibilita torna a movimentação mais espontânea e com significado direto para o paciente, pois ele está aplicando durante a dinâmica. (CARICCHIO, 2017)

Dentro da ludoterapia, os brinquedos mais utilizados são os que possibilitam a emissão de som diversos, os de encaixar, os texturizados, carros, bolas entre outros. Desta forma, a terapia em ambientes físicos mostra-se mais atrativas às crianças portadoras de Paralisia Cerebral, já que pelo seu processo cognitivo ser defasado, elas apresentam uma dificuldade na adaptação com o ambiente virtual, causando uma frustração durante está intervenção. Levando em consideração as possibilidades que o ambiente físico propicia, como a interação com o meio, a visualização de seus movimentos e a colaboração da criança durante a reabilitação. Fazendo com que a criança não interprete o processo fisioterápico como tedioso e, sim, como uma brincadeira. (GUBEREK, et al., 2009).

Porém, a utilização dos jogos ou de brincadeiras sem uma análise por parte do fisioterapeuta, não se mostra uma estratégia eficaz, sendo parte primordial do tratamento o uso das atividades respeitando as limitações dos pacientes, já que o jogo deve seguir a reabilitação específica para determinadas disfunções. Realizada a análise, o terapeuta deverá propor a intervenção de modo a explicar o funcionamento da dinâmica.

A precisão ou a velocidade de execução do paciente deve ser classificada em 3 níveis: fácil, médio e difícil. Logo, a atividade deve sempre iniciar no nível fácil, para que a criança entenda o movimento e realize de forma correta e, gradativamente, tende-se ao aumento da dificuldade, de acordo com a evolução e motivação do paciente. (CARICCHIO, 2017)

Assim sendo, a integração das atividades direcionadas e a ludoterapia mostram-se um meio extremamente eficaz para o processo de reabilitação do portador da Paralisia Cerebral,

tendo em vista que estes pacientes se desenvolvem através de estímulos específicos e, por meio da ludicidade pode-se extrair o máximo empenho e dedicação dos pacientes sem que o processo se torne maçante.

4. DESENVOLVIMENTO

A partir do surgimento da ideia de criação de um braço robótico para fins fisioterápicos lúdicos, houve mudanças no meio de transmissão. Pois, inicialmente a intenção era transmitir por intermédio da tecnologia *Leap Motion*, que consiste em um dispositivo compacto capaz de captar movimentos dos dedos das mãos de forma eficaz, através de sensores infravermelhos. Bem como, é uma tecnologia entendida em sistemas operacionais, porém, o custo se tornou inviável ao projeto, além de ser pouco aplicada no Brasil.

A metodologia que será utilizada, é a de engenharia. Pois, todo o projeto visa a criação e aplicação do braço robótico de forma experimental. Os métodos utilizados abrangem a linguagem de programação C++ para a realização do controle do braço robótico em função da luva, aplicação de conhecimentos básicos de eletricidade e eletrônica para desenvolver os circuitos, além de conhecimentos adquiridos nas pesquisas sobre a fisioterapia para crianças portadoras de Paralisia Cerebral (PC).

4.1. DESENVOLVIMENTO DA LUVA

A luva é responsável pela conversão de movimentos biomecânicos em robóticos. Por meio do módulo de rádio frequência NRF24L01, são transmitidos valores analógicos para o transceptor acoplado no braço. No protótipo em questão, a luva é feita de um material de lã, porém, para fins de testes. Devido a necessidade de utilização de uma luva antiestática e uma manta térmica em aplicações práticas, para um maior conforto dos pacientes ao utilizar o sistema proposto.

Como pode ser visto na figura 2:



Figura 2 – Luva (Fonte: Autor, 2021)

Os componentes que constituem a luva são: um módulo de rádio frequência NRF24L01, um módulo de acelerômetro e giroscópio MPU6050, uma placa microcontrolador Arduino nano, duas baterias de 9V associadas em paralelo, duas minis protoboards e jumpers para realizar as conexões.

Segue a ilustração do diagrama da luva:

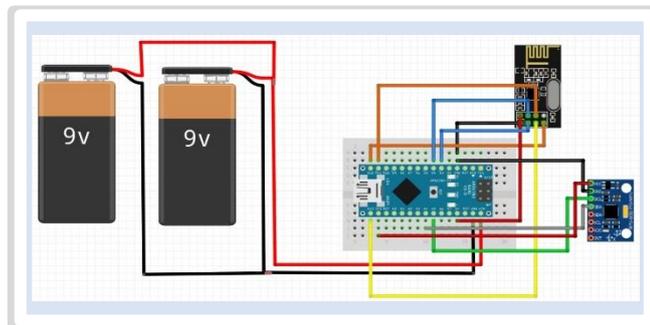


Figura 3 - Circuito da Luva (Fonte: Autor, 2021)

Primeiramente, foram realizadas as detecções nos eixos do giroscópio, logo checando os valores possíveis para as variações em x, y e z. Posteriormente, possuindo os valores e as limitações do MPU6050, na programação foram criadas mensagens aptas a serem transmitidas ao microcontrolador presente no braço robótico, por intermédio do módulo de rádio frequência.

Modulo NRF24L01 pode ser observada na figura 4:



Figura 4 – Módulo de rádio frequência NRF24L01 (Fonte: Autor, 2021)

Em seguida, houve problemas relacionados a alimentação do dispositivo, pois manter energizado todos os componentes por meio de apenas uma bateria, não disponibilizava a corrente necessária para o pleno funcionamento. A partir deste empecilho, teve-se a solução com a aplicação de conhecimentos em eletricidade básica, haja visto a decisão de associar em paralelo duas fontes geradoras de eletricidade, ou seja, associar as baterias de 9V para que a tensão permanecesse a mesma, sem causar danos aos periféricos e ao microcontrolador, duplicando a corrente, assim extinguindo as falhas por falta de carga.

Tendo uma alimentação estável, pode-se prosseguir com o desenvolvimento da programação. Neste sentido, os valores devolvidos pelo MPU são do tipo "float", este tipo de variável apresenta valores analógicos com casas decimais, o que para o controle do braço não apresenta uma boa aplicabilidade, pois os servomotores utilizam valores digitais e inteiros para o seu controle. Em vista disso, os valores detectados pelo giroscópio foram armazenados em variáveis do tipo "int" e, conseqüentemente, houve a eliminação das casas decimais, deixando-os apenas com números inteiros.

Para coordenar o fechar e abrir da garra do braço robótico, teve-se em um primeiro momento a preferência para a utilização de um sensor extensômetro, periférico capaz de detectar uma deflexão e variar sua resistência, assim devolvendo essas variações. Porém, no desenvolver do protótipo da luva, ficou nítido que utilizar tal sensor não seria uma boa decisão, pois ele apresenta um custo elevado e um baixo benefício quando comparado ao trabalho que efetuaria no protótipo. Contudo, as pesquisas continuaram e encontrou-se uma alternativa mais eficaz e extremamente barata em relação ao sensor extensômetro, a possibilidade de utilizar um *push-button* para realizar este controle.

Ao implementar o *push-button* na luva, o controle em programação tornou-se mais fácil e bastante eficaz. Haja visto que, foram declarados valores no qual o servomotor da garra deveria efetuar com base no botão estar ou não acionado, ou seja, quando o *push-button* encontra-se em repouso, o valor corresponde a garra aberta. Mas, caso o botão seja acionado, o valor expressado será para fechar o servomotor. Deste modo, a utilização do botão como ferramenta para o

controle da garra do manipulador robótico, demonstrou-se extremamente atrativa, pois além de diminuir o custo, diminuiu a complexidade da programação.

Após essas conversões nas variáveis do giroscópio e a utilização do botão, destinou-se os esforços para realização da transmissão de tais valores. Neste aspecto, criou-se um pacote de variáveis do tipo "int" denominadas "msgs []", este pacote é responsável por armazenar os valores de forma momentânea, ou seja, o valor detectado pelo MPU e passado pela conversão, fica registrado nessas variáveis, mas caso haja uma alteração no valor, a "msg" apresentará o novo valor respectivo de tal mudança. Para o controle da garra, segue-se a mesma lógica, pois a "msg" registrará os dados do botão acionado ou não.

Esse pacote de "msg []" foi denominado de 1 a 4, sendo: msg [1] os valores para a variável z, msg [2] para os valores de y, msg [3] os de x e msg [4] para os valores da garra. Desta forma, o pacote "msg []" foi escrito na função do rádio para que todas essas variáveis fossem transmitidas juntas, assim trazendo uma melhor resposta do manipulador robótico ao receber e processar os valores de forma praticamente simultânea.

4.2. DESENVOLVIMENTO DO MANIPULADOR ROBÓTICO

O projeto se baseia em 2 dispositivos principais: A luva, responsável pela captação dos movimentos e o braço robótico que efetua os movimentos. Os componentes utilizados na luva, são: 1 microcontrolador Arduino nano, 1 modulo de acelerômetro e giroscópio MPU6050, 1 transmissor de rádio frequência Nrf24l01, 2 baterias 9V associadas em paralelo, 1 *push-button*, 2 minis *protoboards* e *jumpers* para realizar as conexões entre os componentes.

O braço robótico, é constituído por acrílico preto brilhante, 5 servos motores do tipo MG996R, 2 micros servos de 9g, 1 placa microcontrolador Arduino Uno, 1 modulo de rádio frequência Nrf24l01, 1 fonte ATX responsável pela alimentação dos servos e do Arduino, além de *protoboard* e *jumpers*. Ao ser alimentado, o braço retorna ao seu eixo inicial fixo, estabelecido pela programação. A partir desse momento, o sistema está apto a receber os comandos da luva, acionando os servos motores conforme são alterados os eixos x, y e z dos sensores acelerômetros e giroscópios presentes na luva.

A fonte utilizada para a alimentação dos servos motores presentes no braço é uma adaptação de uma fonte ATX, cuja potência é de 400W. Desta forma, suas saídas foram modificadas em 5V e 30A, pois essa alteração foi essencial devido as diferentes saídas em níveis de tensão e correntes da fonte, correspondendo a necessidade dos servomotores, tendo em vista

que eles trabalham com uma corrente nominal de 500 mA por servo e tensão nominal de 5 a 7V. Mas também, uma de suas saídas foi exclusivamente mantida em 12V para alimentar o microcontrolador Arduino Uno.

Desse modo, todos os componentes estão acoplados em uma base de madeira do tipo compensada. Basicamente, a função da base é alojar o braço robótico e a fonte de alimentação, fazendo com que o protótipo fique estável e capacitando o movimento do braço com cargas proporcionadas pelos jogos, além de realizar os movimentos para tais brincadeiras.

Protótipo do projeto ilustrado na figura 5, juntamente com o diagrama do manipulador robótico na imagem 6.

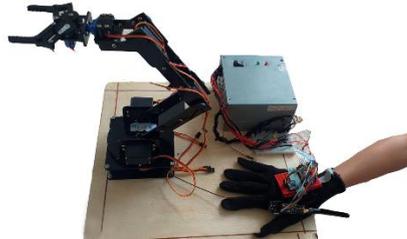


Figura 5 – Protótipo (Fonte: Autor, 2021)

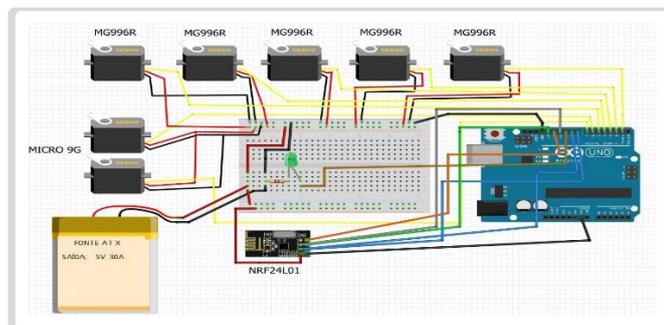


Figura 6 - Circuito do Braço robótico (Fonte: Autor, 2021)

5. JOGOS

Os movimentos criados pela capacidade cinética do braço robótico, proporcionam o desenvolvimentos de atividades lúdicas para os pacientes. A partir disso, são sugeridos jogos interativos, capazes de auxiliar no processo fisioterápico, assim aumentando o desempenho do tratamento. Deste modo, com auxílio de fisioterapeutas, se faz preciso o dimensionamento

supervisionado de acordo com cada tipo necessidade. Para cada movimento específico, são idealizados os jogos que contribuem para a diversão durante o período de reabilitação.

Portanto, inúmeros exercícios podem ser elaborados conforme os diferentes movimentos possíveis, replicados no braço robótico. À vista disso, as atividades são passíveis a mudanças seguindo necessidades ímpares de cada paciente ao serem direcionados ao grau clínico diagnosticado, sendo sempre estipulada pelo profissional na área de reabilitação.

A seguir há demonstrações de jogos sugeridos pelo grupo:

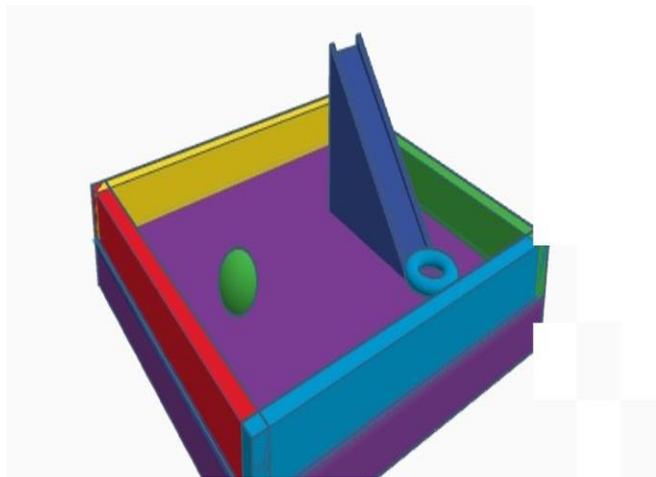


Figura 7 – Sugestão de jogo 1 (Fonte: Autor, 2021)

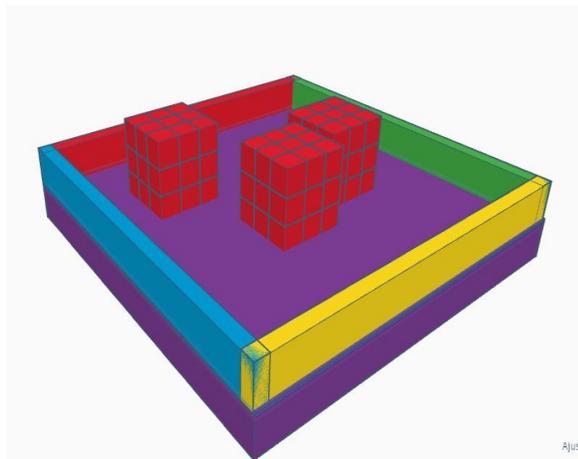


Figura 8 – Sugestão de jogo 2 (Fonte: Autor, 2021)

6. CONCLUSÃO

Em vista dos argumentos apresentados, conclui-se que o projeto apresenta resultados positivos, quando se torna imprescindível a grande estabilidade da conexão entre os transmissores, tornando possível a utilização do braço robótico nos processos.

Assim, o grupo buscou realizar um equipamento útil na fisioterapia de crianças com doenças que afetam os membros superiores, acometendo a realização de movimentos simples, como pegar um lápis ou até mesmo um simples aperto de mão. Com as respostas obtidas, se faz possível a utilização do projeto, exercendo a capacidade de acatar com o objetivo proposto.

A partir deste ponto, entra a parte lúdica do projeto, fazendo-se com que deixe de ser apenas mais um tratamento longo e desinteressante para o paciente, mas sim um desenvolvimento divertido e agradável, que traria uma melhor visualização e um *feedback* de seus movimentos.

Mesmo com todos os avanços no projeto, ainda são necessários alguns testes mais aprofundados. Utilizando-o propriamente na área fisioterápica, crianças no processo de reabilitação poderão exercer seu ciclo com constante supervisão de profissionais, determinando todas as ações durante o tratamento. Tendo o auxílio de fisioterapeutas que atuam na área de Paralisia Cerebral infantil, a execução de jogos e brincadeiras que serão propostas pelo profissional, farão com que testes específicos sejam efetuados para o aperfeiçoamento do controle do braço.

Ademais, torna-se relevante o aprimoramento seguindo instruções do fisioterapeuta, de acordo com testes durante o processo, para que haja uma execução objetiva, além do desenvolvimento de jogos interativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: a formação dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. Disponível em: http://www.wilsondasilva.com.br/alunos/sion/psicologia_desenvolvimento/a_formacao_social_da_mente.pdf. Acesso em: 11 set. 2021.

CINTRA, S.M.P.; SILVA, C.V., RIBEIRO, C.A. O ensino do brinquedo/brinquedo terapêutico nos cursos de Graduação em Enfermagem no Estado de São Paulo. Rev. Bras. Enferm, Brasília, n. 59, p. 497-501, jul./ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672006000400005>. Acesso em: 14 setembro 2021.

PERES, R. C. N. C. O lúdico no desenvolvimento da criança com paralisia cerebral espástica. 2004. DOI: <https://doi.org/10.7322/jhgd.40114>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/jhgd/article/view/40114>. Acesso em: 11 set. 2021.

LEITE, J. M. R. S.; PRADO, G. F. do. Paralisia cerebral Aspectos Fisioterapêuticos e Clínicos. Revista Neurociências, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 41–45, 2004. DOI: 10.4181/RNC.2004.12.41. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8886>. Acesso em: 28 set. 2021.

SCHNEIBERG, S., MCKINLEY, PA, SVEISTRUP, H., GISEL, E., MAYO, NE e LEVIN, MF (2010), A eficácia da intervenção orientada à tarefa e restrição de tronco na qualidade do movimento do membro superior em crianças com paralisia cerebral. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52: e245-e253. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03768.x>. Acesso em: 12 set. 2021.

SCHNEIBERG, Sheila et al. Função do Membro Superior em Crianças com Paralisia Cerebral eo Uso de Tarefas Direcionadas. *Fisioterapia em Neuropediatria*. Curitiba: Ominipax, p. 87-106, 2011. Acesso em: 13 set. 2021.

CARGNIN, A. P. M.; MAZZITELLI, C. Proposta de Tratamento Fisioterapêutico para Crianças Portadoras de Paralisia Cerebral Espástica, com Ênfase nas Alterações Musculoesqueléticas. *Revista Neurociências*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 34–39, 2003. DOI: 10.34024/rnc.2003.v11.8892. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8892>. Acesso em: 17 jun. 2021.

PEREIRA, L. M. F. et al. Acessibilidade e crianças com paralisia cerebral: a visão do cuidador primário. *Fisioterapia em Movimento* [online]. 2011, v. 24, n. 2 [Acessado 17 Junho 2021] , pp. 299-306. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000200011>. Epub 17 Jun 2011. ISSN 1980-5918. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000200011>.

GOMES, I. A. A importância e influência do lúdico sobre o desenvolvimento de alunos com paralisia cerebral. 2011. 47 f. Monografia Monografia (Especialização em Desenvolvimento Humano, Educação e Inclusão Escolar)—Universidade de Brasília, Universidade Aberta do Brasil, Brasília, 2011. Acesso em:

ZANINI, G.; CEMIN, N. F.; PERALLES, S. N. Paralisia cerebral: causas e prevalências. *Fisioterapia em Movimento*, v. 22, n. 3, 2017. Acesso em: 17 jun. 2021.

SILVA, G. G. da; ROMÃO, J.; ANDRADE, E. G. da S. Paralisia Cerebral e o impacto do diagnóstico para a família. *Revista de Iniciação Científica e Extensão*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 4–10, 2019. Disponível em: <https://revistasfacesa.senaaires.com.br/index.php/iniciacao-cientifica/article/view/131>. Acesso em: 11 set. 2021.

P, A. P.; C., M.; AMARAL, P. P. do; MAZZITELLI, C. Alterações Ortopédicas em Crianças com Paralisia Cerebral da Clínica-Escola de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Paulo (Umesp). *Revista Neurociências*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 29–33, 2003. DOI: 10.34024/rnc.2003.v11.8891. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8891>. Acesso em: 28 set. 2021.

CARICCHIO, Milena Braga Maia. Tratar brincando: o lúdico como recurso da fisioterapia pediátrica no Brasil. *Rev Eletron Atual Sau*, v. 6, p. 43-57, 2017. Acesso em: 28 set. 2021.

R. Guberek, S. Schneiberg, P. McKinley, F. Cosentino, MF Levin e H. Sveistrup, "Realidade virtual como terapia adjuvante para reabilitação de membros superiores em paralisia cerebral" , *Conferência Internacional de Reabilitação Virtual de 2009*, 2009, pp. 219- 219, doi: 10.1109 / ICVR.2009.5174257. Acesso em: 28 set. 2021.