

Dispositivo de Rastreamento Ocular para Pessoas com Incapacidades Motoras (DROPIM)

Giane Mayumi Galhard, Jakeline de Oliveira Carvalho

Robson Ferreira Lopes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo –
Campus Guarulhos

Resumo

O uso do computador e outros dispositivos de acesso à internet são indispensáveis no cotidiano, sendo instrumentos de trabalho, estudo, comunicação e até socialização na atual sociedade globalizada. Por outro lado, quando o uso desses dispositivos é inibido, há uma dificuldade de inclusão social e do desenvolvimento de tarefas básicas que são automatizadas pelo advento da computação. As barreiras são perceptíveis para indivíduos com deficiência física, sobretudo Esclerose Lateral Amiotrófica, condição que leva à paralisia motora de forma gradual, dificultando (ou impedindo) a fala e impossibilitando o uso de computadores por meio do mouse e teclado. Existem opções no mercado que utilizam o movimento da retina como entrada para interação entre o usuário e o computador, mas são extremamente caras e inacessíveis financeiramente. Sendo assim, o projeto visa mostrar a viabilidade de criar um protótipo de dispositivo de rastreamento ocular utilizando uma placa de Arduino para captar o movimento da retina e um software com Inteligência Artificial para interpretar essas informações, dinamizar tarefas básicas e possibilitar a comunicação por um preço acessível a todas as classes sociais. Assim, há uma maior inclusão do deficiente na sociedade por meio da tecnologia, maior autonomia para que realizem suas tarefas e facilidade para se comunicar, sendo o primeiro passo para uma realidade mais inclusiva e igualitária.

Palavras-chave: Deficientes físicos. Rastreamento ocular. Acessibilidade tecnológica. Inteligência Artificial. Arduino.

1. Introdução

Em 6 de junho de 2015, a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015) entrou em vigor, tendo como objetivo garantir a inclusão de pessoas com deficiência, que, segundo o IBGE (2010), representavam cerca de 6,7% da população brasileira. No artigo 3º, que versa sobre os fins da aplicação dessa Lei, considera-se que a acessibilidade é “a possibilidade e condição de alcance para utilização” de vários âmbitos, incluindo comunicação - e seus sistemas de tecnologias. Além disso, é previsto o uso de tecnologia assistiva, por meio de equipamentos, dispositivos, recursos e estratégias que promovam a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social da pessoa com deficiência na sociedade. Apesar disso, segundo o DataSenado (2010), 77% das 1.165 pessoas entrevistadas com algum tipo de deficiência se sentem desrespeitadas, privadas de ações cotidianas, com falta de infraestrutura para serem atendidas e, até mesmo, sem acessibilidade para o uso de tecnologias por conta do preconceito acerca da questão. A falta de acesso à internet e outras tecnologias é uma condição que intensifica a segregação social, pois, de acordo com o IBGE (2018), 79,1% dos domicílios brasileiros possui este acesso, sendo um meio de socializar, trabalhar, estudar e, principalmente, integrar-se na sociedade atual. Sua falta traz consequências como a diferença no nível de escolaridade entre pessoas com deficiência e a população geral, além da baixíssima porcentagem de deficientes no mercado de trabalho por conta da falta de escolarização, preconceitos, falta de infraestrutura e especialização, segundo um estudo realizado pelas empresas Catho e iSocial (2014). Numa palestra da Funpar sobre a busca de uma qualificação e de trabalho para deficientes, Mirella Prosdócimo, tetraplégica há 28 anos, relata suas principais dificuldades de encontrar um emprego. Segundo ela, houve grandes avanços que auxiliaram a possibilidade de inclusão social e desenvolvimento profissional no mercado de trabalho, como a chegada da tecnologia, porém ainda há alguns empecilhos que dificultam a adaptação no ambiente de trabalho, pois há grande preconceito em relação à questão, inibindo a autonomia da pessoa com deficiência. “A maior dificuldade do deficiente não está apenas nas instalações do espaço físico, mas sim em como incluir a pessoa sem passar a mão na cabeça. As pessoas ainda ficam perdidas”, conta Mirella (FUNPAR, 2015).

Essas dificuldades são ainda mais perceptíveis quando se trata da ELA, Esclerose Lateral Amiotrófica, condição rara e sem cura, na qual os neurônios motores locali-

zados no cérebro e na medula espinhal se degeneraram, impossibilitando-os de transmitir impulsos nervosos e resultando numa gradual paralisia motora. Esta doença atinge cerca de 12.000 pessoas no Brasil, de acordo com o Jornal Nacional (G1, 2019), e, em alguns casos, o único movimento possível é dos olhos. Segundo Tecmundo, o equipamento do físico britânico Stephen Hawking, ACAT, desenvolvido pela Intel, funcionava com sensor infravermelho acoplado aos óculos que era acionado pelos músculos da bochecha, detectava o movimento e o computador seleciona a letra desejada. Um sintetizador localizado atrás da cadeira traduz o texto digitado em áudio (2016). Segundo o site Intel-newsroom, em 2014 foi feita uma atualização que dobrou a velocidade de digitação do Hawking, melhoria em 10 vezes nas tarefas comuns, como navegação, edição, gerenciamento e navegação, melhora na precisão no acesso a Web, e-mails e documentos. Assim para garantir a comunicação, existem diversos sistemas e equipamentos, como, por exemplo, o *TobiiDynavox PCEYE Mini*, cuja função é utilizar o movimento dos olhos para o manuseio do computador, usado por Dorivaldo Fracaroli, escritor brasileiro e portador da doença. Os empecilhos desses sistemas estão no custo, pois, segundo o site oficial da Tobii (TOBII DYNAVOX, 2020), o *PCEYE Mini* custa 1.149,00 euros, com a cotação de R\$ 6,30 no dia 14 de setembro, cerca de R\$7.200,00 (Sete mil e duzentos reais), o que torna um equipamento de difícil acesso para algumas pessoas.

Para solucionar tais problemas, é necessário desenvolver um protótipo de um sistema de rastreamento ocular, que permita o uso do computador e outros dispositivos por meio do movimento dos olhos, com materiais e métodos mais simples para ser acessível financeiramente às pessoas com deficiência física ou limitações para uso dos equipamentos de acesso à internet, sobretudo com ELA, cujo movimento é restrito aos olhos em alguns casos. Desse modo, a pessoa com deficiência terá uma maior autonomia, maior facilidade de comunicação e maior inclusão no meio social e digital, por meio do estudo, trabalho, entre outros.

Por fim, este projeto apresenta a análise e viabilidade das hipóteses do dispositivo idealizado, por meio de uma pesquisa de finalidade básica estratégica, objetivo descritivo e exploratório, sob o método hipotético-dedutivo, com abordagem qualitativa e realizada por meio de procedimentos bibliográficos, entrevista, e análises documentais.

2. Materiais e Métodos

a. Arduino Uno

O Arduino Uno é um microcontrolador, contido em um sistema de prototipagem eletrônica, que permite o desenvolvimento de diversos projetos sem a necessidade de maiores investimentos, garantindo assim um ambiente flexível e de fácil manuseio ao usuário, já que em sua IDE (*Integrated Development Environment* ou *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) são integrados softwares e hardwares em códigos abertos, tendo, assim, sua linguagem expandida através de outras bibliotecas, como a C++. Além disso, o Arduino, tem um preço relativamente barato, ao ser comparado a outros microcontroladores, e sua versão mais simples pode ser encontrada por até 60 reais. Porém há limitações. Sendo, um computador simples, sua funcionalidade é para aplicações repetitivas e mais específicas, sem o uso de demais periféricos para seu funcionamento, diferentemente dos microprocessadores, como o Raspberry, que garante uma maior complexidade de execuções ao que se deseja.

b. Inteligência Artificial

A inteligência artificial é um ramo da Tecnologia da Informação que busca desenvolver um pensamento que se aproxime da inteligência humana nas máquinas, de modo que elas consigam identificar, tomar decisões e resolver problemas de forma. Suas pesquisas tiveram início na Segunda Guerra Mundial por Hebert Simon e Allen Newell, que pretendiam criar algo que simulasse a vida humana, e, hoje em dia, é uma tecnologia que está em expansão e é usada em vários âmbitos. Para que fosse possível, foi necessária a evolução de novos modelos de dados, big data (grande quantidade de dados não processados) e computação em nuvem (por ser potente, acessível e prática). A inteligência artificial é formada por um conjunto de áreas informáticas, como o *Machine Learning*, que é o aprendizado da máquina a partir dos dados inseridos para encontrar um padrão; *Deep Learning*, que é o aprendizado profundo, utiliza algoritmos complexos para imitar a rede neural do cérebro; Processamento de Linguagem Natural, que encontra padrões em conjunto de dados grandes para reconhecer uma linguagem natural.

c. Scratch

O Scratch foi projetado pelo grupo Life long Kinder garten no Instituto de Tecnologia de Massachusets, idealizado por MitchelResnick. É um software com linguagem de programação em blocos lógicos com interface gráfica, disponível gratuitamente para incentivar os jovens a pensar de forma criativa, exercitar o raciocínio lógico e criar histórias, jogos e simulações interativas que podem ser disponibilizadas numa plataforma colaborativa. Seu público-alvo são jovens entre 8 e 16 anos, mas, por conta da interface intuitiva e gráfica que não depende de conhecimentos prévios na área de informática, alcança milhares de pessoas de diversas idades.

d. TinkerCad

O TinkerCad foi criado em 2011 pela Autodesk, empresa de softwares de design e conteúdo digital, gravado por meio de JavaScript e da API Web Graphics Library. É uma ferramenta disponível nos navegadores de internet que possibilita a modelagem e desenvolvimento de projetos por meio de formas 3D, que tem como objetivo incentivar o desenho técnico assistido por computador para qualquer pessoa, independentemente de sua idade, gênero ou área do conhecimento, ao passo que enfatiza a comunidade, projetos abertos e interação entre usuários. Há também o TinkerCadCircuits, que simula circuitos análogos e digitais em placas Arduino, permitindo escolher componentes em uma variada lista, alterando seus valores e propriedades, além de sua IDE, que permite a visualização do monitor serial e a programação da placa por meio de blocos ou em linguagem C.

Devido à pandemia da COVID-19 e à necessidade de isolamento social, os materiais utilizados foram as dependências internas da residência das estudantes, com a utilização de computador e celular para acessar a internet e desenvolver pesquisas e protótipos. Por meio de plataformas como o Google, Google Academy, foram feitas pesquisas sobre deficiências, sobretudo deficiências físicas e as suas dificuldades de acessibilidade em tarefas do cotidiano. As pesquisas foram organizadas num arquivo do Google Drive, discutidas entre o orientador e as integrantes pelo WhatsApp e Google Meet.

No decorrer do projeto, utilizamos uma metodologia qualitativa para levantar dificuldades e sugestões do público-alvo por meio de entrevistas feitas via WhatsApp, Facebook e E-mail. Tivemos contato com ONGs e Associações brasileiras especializadas em Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) e tetraplegia, como a Associação Pró-cura da ELA e o Instituto Paulo Gontijo (IPG), encontrados através de pesquisas. E a partir disso obtivemos informações sobre seus pacientes, que, em determinado momento, cederam uma entrevista para levantar questões e seus relatos em relação às dificuldades e de como era a comunicação com os aparelhos que utilizavam. As respostas obtidas foram armazenadas numa pasta do Google drive, e, a partir delas, foram desenvolvidas pesquisas nas plataformas e em bibliotecas virtuais sobre o assunto, com o objetivo de encontrar estatísticas e levantar necessidades que possam ser contempladas com o desenvolvimento do projeto.

Com base nos levantamentos prévios, foram feitas pesquisas sobre as soluções que já estavam no mercado com a metodologia SWOT, explicitando suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Por meio do *Instructables* e Google Shopping, analisamos seus preços em lojas brasileiras e internacionais, seus componentes físicos, de que forma funcionam, softwares usados, sistemas operacionais compatíveis e essas informações foram colocadas no Trello. Foi feita, então, a idealização do projeto por meio de desenhos e funcionalidades baseadas nas pesquisas realizadas, visando diminuir o preço do protótipo e ser funcional para o público-alvo.

Com o desenvolvimento de desenhos, simulação do circuito em Arduíno pelo TinkerCadCircuits, simulações em Scratch e TinkerCad, idealizamos a parte física, um sistema que emitirá luzes infravermelhas por meio de LEDs IR para que sejam refletidas nas retinas do usuário. Essa reflexão seria capturada por LEDs receptores de IR ou câmeras infravermelhas. Para a captura ser funcional, o sistema ficaria acoplado abaixo da tela do computador, garantindo a distância necessária à visualização da retina pela câmera, assim como do movimento dos olhos na tela.

Para desenvolvimento do software, foi analisado o ACAT. O *Assistive Context Aware Toolkit*, ACAT, é um software open source desenvolvido pela Intel em parceria com a Swiftkey, que utiliza inteligência artificial para permitir a comunicação. Esse software foi utilizado por Stephen Hawking, que, diagnosticado com ELA aos 21 anos, e, em algum tempo, não era mais capaz de se comunicar. O código fonte está disponível no GitHub. O funcionamento do código envolve a interpretação de sensores dos movi-

mentos faciais que, no caso de Hawking, eram captados pelos óculos. Houve uma adaptação na tela, necessária para garantir a facilidade em realizar tarefas simples, e a inteligência artificial aprende sobre a escrita do usuário conforme ele usa o software, sugerindo frases e palavras de acordo com o contexto para aumentar a praticidade. O software utilizado pelo TobiiDynavox PCEYE Mini é o Windows Control, a interface também é adaptada para utilizar o movimento dos olhos captado pelo Tobii como dispositivo de entrada e permite focar em objetos pequenos por meio do zoom, focar em diferentes abas e acesso direto a tarefas simples. Há também o uso dos softwares Gaze Point e Gaze Viewer, que ensinam o uso do Windows Control e medem o progresso dos que estão se adaptando ao dispositivo, porém seus códigos não são open source.

3. Resultados e Discussão

De acordo com as pesquisas e entrevistas realizadas, os dispositivos para utilização da internet não são acessíveis para todos, apesar de serem utilizados por mais de 79,1% da população brasileira, segundo o TIC domicílios em 2018, como instrumento de estudo, trabalho e até interação social. No computador, os dispositivos de entrada padrão, isto é, que permitem que o usuário interaja com a parte lógica, são compostos por mouse e teclado, inacessíveis fisicamente para as pessoas que possuem dificuldade ou não possuem movimentos no tronco. No caso dos pacientes com ELA, Esclerose Lateral Amiotrófica, a dificuldade é ainda maior: a atrofia dos músculos que acontece de modo gradual, dificulta e inviabiliza sua funcionalidade muscular e motora, não havendo cura para a doença e, conseqüentemente, provocando uma perda da capacidade funcional e da independência do doente.

No decorrer das entrevistas, houve uma conversa com dois pacientes portadores de ELA, realizadas no aplicativo de mensagens instantâneas, WhatsApp nos dias 26 e 27 de agosto de 2020. Estes relataram suas principais dificuldades na utilização de equipamentos que auxiliam sua comunicação e, foi possível identificar um desajuste em comum - o baixo orçamento para realização da compra dos equipamentos e a dificuldade de manterem uma autonomia. Esse fato comprova a desigualdade financeira existente entre os pacientes, visto que, o preço de um equipamento que promove uma maior independência e acessibilidade está na faixa dos *7 mil reais*, como, por exemplo, o *TobiiDynavox PCEYE Mini*, aparelho que contém um funcionamento semelhante ao do protóti-

po que está sendo criado, e é utilizado por Dorivaldo Fracaroli, que, desde 2009, enfrenta ELA. "Digamos que ele seja meu passaporte para o mundo, me leva onde minhas pernas e meus braços já não podem mais me levar. Ele mudou minha vida, me deu asas", diz Dorivaldo (WHATSAPP, 2020).

Houve também a utilização de softwares e plataformas digitais para a realização de simulações on-line, como a interface visual de programação “Scratch” e o programa “Tinkercad”, que promoveram a demonstração do funcionamento do protótipo, para que, futuramente, seja desenvolvida uma parte física. Para esta construção, como o “cérebro” do projeto, é utilizado o microcontrolador, Arduíno - uma linguagem de programação flexível e de fácil manuseio, que possui diversas bibliotecas contidas em sua IDE (*Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) para aplicação de módulos e sensores que podem ser conectados a uma placa, possibilitando o comando de tarefas que o circuito feito deve executar. Há também a necessidade de um software que adapte as entradas e telas do sistema operacional, juntamente com o uso de Inteligência Artificial para aprender com o usuário o modo mais rápido de satisfazer suas necessidades simples, aumentando sua produtividade.

Partindo disto, fica mais fácil compreender o funcionamento do protótipo, que tem como objetivo rastrear o movimento ocular ao emitir luz infravermelha que será refletida pela retina. Tal reflexo será captado com auxílio de uma câmera e sensores, e, após uma calibração, o dispositivo reconhecerá, interpretará e utilizará o movimento da retina para uso do computador por meio de um software com inteligência artificial. Assim, há uma maior liberdade de expressão, conforto e independência ao usuário.

A partir das pesquisas, entrevistas e simulações feitas pelos softwares citados no tópico anterior, foi possível idealizar o circuito do Arduino que seria utilizado e o modelo do protótipo físico, anexados ao relatório.

As opções com o mesmo objetivo disponíveis no mercado, tais como o *TobiiDyna-vox PCEYE Mini*, possuem um preço extremamente inacessível para as classes C, D e E, que, segundo o Abep_(2014), englobam cerca de 70% dos brasileiros. Enquanto isso, o preço do desenvolvimento do DROPIM, segundo as pesquisas e hipóteses feitas até o momento, seria em torno de R\$ 100,00 a R\$ 300,00. Assim, além de render uma discussão construtiva sobre acessibilidade tecnológica e financeira, posto que o assunto discu-

tido ainda é pouco visível e comentado, criando barreiras que dificultam a inclusão do deficiente na sociedade, é perceptível a necessidade do equipamento, seu potencial funcionamento e impacto social de acordo com os dados levantados, garantindo uma sociedade mais inclusiva e equitativa.

4. Considerações Finais

De acordo com as pesquisas e entrevistas realizadas, foi possível perceber o impacto que a tecnologia tem em problemas sociais. A necessidade de criar um mundo mais acessível e diminuir barreiras que dificultam a inclusão é uma tarefa antiga e contínua, sendo necessário atuar em diversas áreas para que isso aconteça, desde a educação ao mercado de trabalho, mas, principalmente, a socialização e comunicação. Com ELA, muitas vezes os músculos da fala se degradam, assim como os demais músculos do corpo, limitando a comunicação e a interação com o ambiente, em alguns casos, restringindo-as aos olhos. Nesses casos, são utilizados sistemas de comunicação por meio de piscadas e tabelas, porém, além do cansaço, há dependência de outros indivíduos para utilizá-la. Surge o papel da tecnologia para facilitar e automatizar estas tarefas. Utilizando o computador por meio dos olhos, é possível que o portador de ELA ou deficiente físico se comunique e desenvolva atividades no ambiente virtual. Segundo Dorivaldo Fracaroli, entrevistado portador de ELA, o uso do computador pelos olhos foi um "passaporte para o mundo, me leva onde minhas pernas e meus braços já não podem me levar". Infelizmente, dispositivos com essas funções não são baratos e muitas vezes são inacessíveis financeiramente e, diferente de alguns países, não são oferecidos de forma gratuita pelo governo. Segundo Dorivaldo, "Nós, pacientes, precisamos de ajuda e apoio, mas infelizmente esse apoio nos chega através de outras pessoas que se dedicam em ajudar, não deveria ser assim, pagamos nossos impostos, temos direito à qualidade de vida".

É de extrema importância que novas tecnologias garantam qualidade de vida e de forma acessível financeiramente às pessoas que precisam, porém, juntamente, é necessária uma mudança na estrutura social, para que haja conscientização e quebra de preconceitos, assim como auxílios gratuitos e universais por parte do governo.

O projeto visa apresentar a viabilidade de um protótipo de dispositivo de rastreamento visual com preço acessível para todas as classes sociais, pesquisando sobre os materiais que podem ser usados na primeira fase das hipóteses. Foram feitas, também, simulações e representações nas plataformas Scratch e TinkerCad, para representar o funcionamento do projeto. Os futuros objetivos envolvem a elaboração de um protótipo físico para fazer testes e doações aos portadores de ELA e deficientes físicos que possam se beneficiar dessa tecnologia.

5. Referências

ARDUÍNO (Brasil). **O que é Arduino.** 2018. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 05 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA (Brasil). **Conheça a ABrELA.** 2020. Disponível em: <https://www.abrela.org.br/>. Acesso em: 09 set. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 07 set. 2020.

CABRAL, Bianca M. T.; JUNIOR, Valdick B. de Sales. **SOFTWARES ESPECIAIS DE ACESSIBILIDADE PARA PARALISIA MOTORA.** Revista Facima Digital Gestão. Disponível em: https://www.aneibrasil.org.br/attachments/article/13/revista_facima_ano_1_paralisia_motora.pdf. Acesso em: 08 set. 2020.

DE PAULI, Camila. **Lição de cidadania: a inclusão no mercado de trabalho**. Funpar, 2015. Disponível em: <http://www.funpar.ufpr.br/licao-de-cidadania-a-inclusao-no-mercado-de-trabalho/>. Acesso em: 06 ago. 2015.

GALHARD, Giane Mayumi. **Acessibilidade para ELA**. WhatsApp: GRUPO PRÓ - ELA. 26 ago. 2020. 20:23. 20 mensagens de WhatsApp.

HD STORE. **Como a INTEL deu a voz a Stephen Hawking**, 2018. Disponível em: <https://blog.hdstore.com.br/a-intel-deu-voz-a-stephen-hawking/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico, Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_religiao_deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia_tab_pdf.shtm. Acesso em: 25 jul. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso de internet, televisão e celular no Brasil**, 2018. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 2018.

Instituto Paulo Gotijo (IPG). **Quem somos?** Disponível em: <http://www.ipg.org.br/carta/lan/br>. Acesso em: 09 set. 2020.

INTEL newsroom. **New Intel - Created System Offers Professor Stephen Hawking Ability to Better Communicate with the World**, 2014. Disponível em: <https://newsroom.intel.com/news-releases/new-intel-created-system-offers-professor-stephen-hawking-ability-to-better-communicate-with-the-world/>. Acesso em: 02 dez. 2014.

LAZAROJCS IN DEFICIÊNCIA. **Deficiência motora.** Facilitando a Acessibilidade, 2015. Disponível em: <https://facilitandoacessibilidade.wordpress.com/2015/04/13/deficiencia-motora/>. Acesso em: 13 de abril de 2015.

MICROSOFT CAPACITA PESSOAS COM CONTROLE PELO OLHAR NO WINDOWS 10. Microsoft, 2017. Disponível em: <https://news.microsoft.com/pt-br/microsoft-capacita-pessoas-com-controle-pelo-olhar-no-windows-10/>. Acesso em: 07 ago. 2017.

POSITIVO TECNOLOGIA. Conheça as 5 melhores linguagens de programação para Inteligência Artificial, 2019. Disponível em: https://www.meupositivo.com.br/panoramapositivo/inteligencia-artificial-corporativo/. Acesso em: 14 mar. 2019.

PRASAD, Sai. **Código fonte do ACAT:** dispositivo utilizado por Stephen Hawking. Dispositivo utilizado por Stephen Hawking. 2019. Disponível em: <https://github.com/intel/acat/releases>. Acesso em: 05 mar. 2019.

PROFISSIONAL com deficiência enfrenta dificuldades no trabalho. **G1 GLOBO**, 2018. Disponível em: <http://glo.bo/2b1dyoB>. Acesso em: 18 ago. 2016.

REGGIANI, Lucia. **Controle pelo olhar:** A Tecnologia recupera a capacidade de interagir com o mundo. Microsoft, 2020. Disponível em: <https://news.microsoft.com/pt-br/features/controle-pelo-olhar-a-tecnologia-recupera-a-capacidade-de-interagir-com-o-mundo/>. Acesso em: 08 jan. 2020.

SANTOS, R.; SAMPAIO, P.; SAMPAIO, R.; GUTIERREZ, G.; ALMEIDA, M. Tecnologia assistiva e suas relações com a qualidade de vida de pessoas com deficiência. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 28, n. 1, p. 54-62,

8 jun. 2017. Disponível em: <https://blog.freedom.ind.br/tecnologia-assistiva-como-promover-a-inclusao-da-pessoa-com-deficiencia/>. Acesso em: 08 jan. 2020.

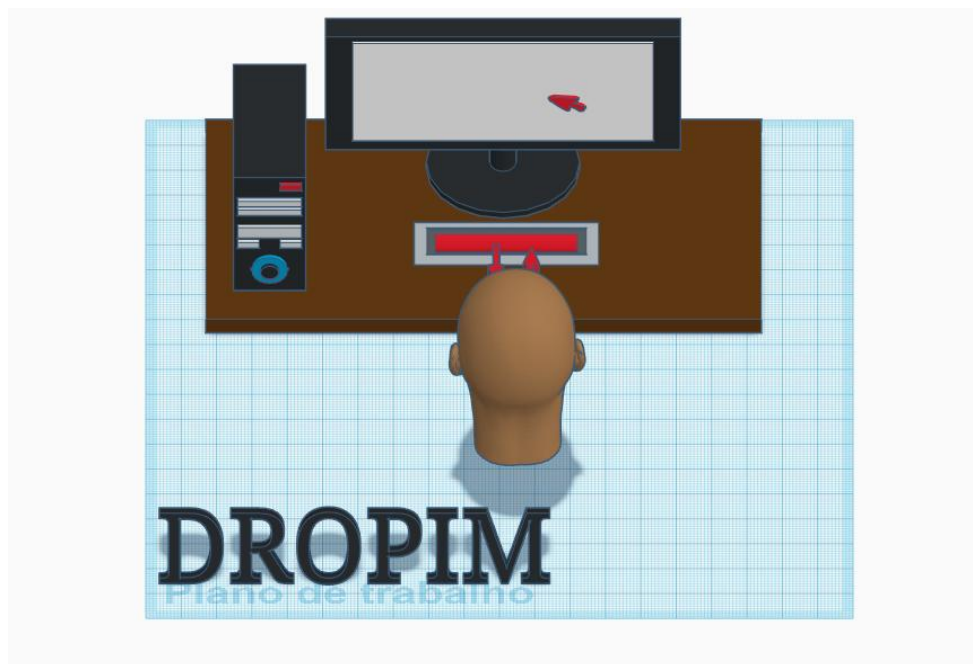
Tecmundo. High Tech: as tecnologias incríveis da cadeira de Stephen Hawking, 2016. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/94279-high-tech-tecnologias-incriveis-cadeira-stephen-hawking.htm>. Acesso em: 26 jan. 2016.

THE EyeWriter. 2015. Disponível em: <https://www.instructables.com/id/The-EyeWriter/>. Acesso em: 09 set. 2020.

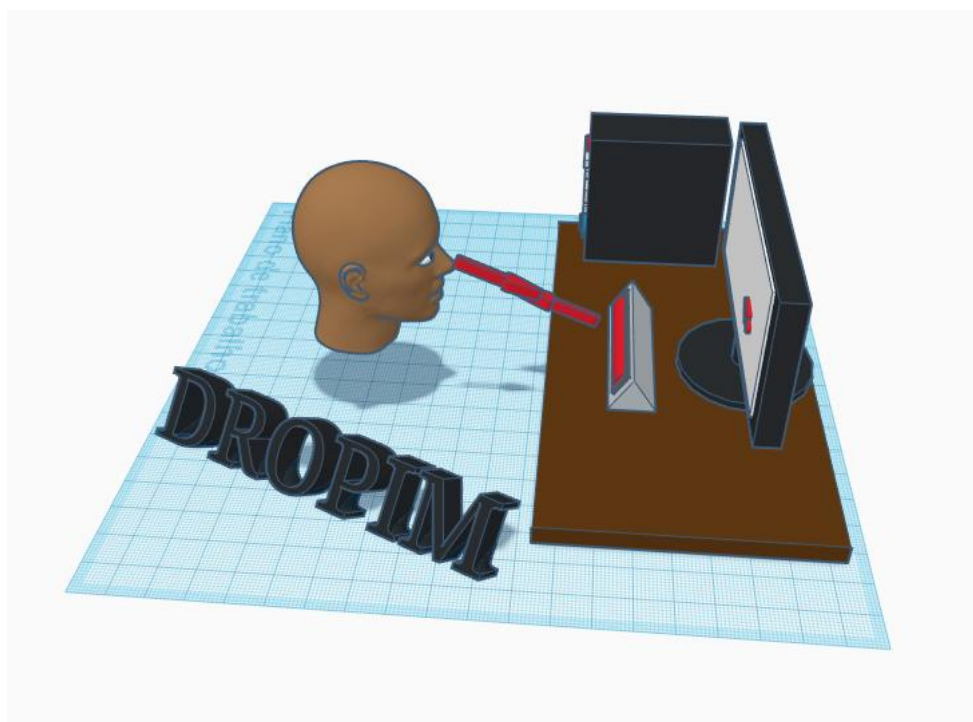
TOBII DYNAVOX (Brasil). **Produtos. 2020. Disponível em: <https://www.tobiidynavox.com/>. Acesso em: 09 set. 2020.**

ANEXOS

ANEXO 1 – Representação em 3D do esboço do protótipo



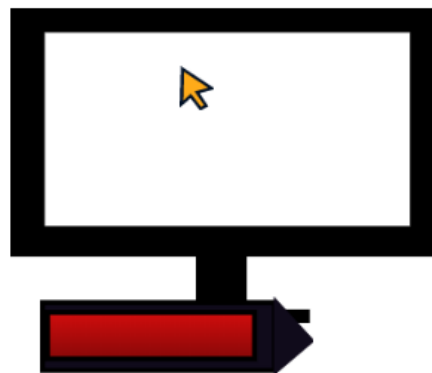
Fonte: Autoral. Realizada no Tinkercad.



Fonte: Autoral. Realizada no Tinkercad.

ANEXO 2 – Representação em simulação no Scratch

eyes: y position 80
eyes: x position -174.074992

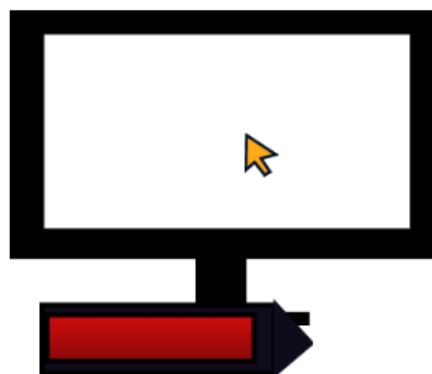


Mouse: x position 110

Mouse: y position 129.5

Fonte: Autoral. Realizada no Scratch.

eyes: y position 71.5
eyes: x position -167.574992



Mouse: x position 136

Mouse: y position 104

Fonte: Autoral. Realizada no Scratch.