

Uma Estratégia para Suportar Interação Humano-Computador de Crianças com Deficiência nos Membros Superiores por meio de Dispositivo Vestível

Flávia Gonçalves Fernandes

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
flavia.fernandes92@gmail.com

Revertton Gustavo de Queiroz Silva

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
revertong@gmail.com

Edgard Afonso Lamounier Júnior

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
lamounier@ufu.br

Alexandre Cardoso

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
alexandre@ufu.br

Pedro Arantes Mendonça Toledo Almeida

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
pedro.am14@hotmail.com

Renato de Aquino Lopes

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
profrenatolopes@gmail.com

Resumo—As características de imersão, envolvimento e motivação têm feito dos jogos sérios uma importante ferramenta utilizada na área médica. Entretanto, existem pessoas que, por alguma deficiência física, não conseguem ou não querem jogar. Nessa perspectiva, este trabalho apresenta uma estratégia para suportar interação humano-computador de crianças com deficiência nos membros superiores por meio de dispositivo vestível, com o objetivo de ampliar o uso de jogos digitais para o público-alvo. Assim, a longo prazo, pode-se auxiliar na aceitação da limitação motora, motivar os pacientes a utilizar com maior frequência o membro com deficiência, desenvolver e criar habilidades, despertar potenciais, conhecer novas tecnologias, melhorar os aspectos cognitivos, emocionais e físicos, a socialização e o lazer. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas as funcionalidades do dispositivo vestível Myo para controlar um jogo de quebra-cabeça como meio de prover a interação entre o indivíduo e o jogo. Neste contexto, o jogo é controlado pelos movimentos do membro superior do usuário, que apresenta a deficiência, por meio do Myo. Para validação da pesquisa, foi disponibilizado o jogo desenvolvido a indivíduos com deficiência física nos membros superiores, na faixa etária entre oito e quinze anos, da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD). Logo, observou-se que os participantes da pesquisa conseguiram ampliar o acesso a jogos utilizando o dispositivo Myo e sentiram-se mais motivados a jogar. A longo prazo, espera-se contribuir na motivação dos pacientes, através das inovações tecnológicas, para que o processo de promoção da consciência corporal seja mais interativo, lúdico e atrativo.

Palavras-chave— Deficiência Física. Jogos Digitais. Upper Limbs.

Abstract— The characteristic of immersion, involvement and motivation have made serious games an important tool to be used in the medical field. However, there are people that, for some physical disability, are not able to, or don't feel motivated to play. In this perspective, this work presents a strategy to support human-computer interactions for children with a disability in their upper limbs through a wearable device, with the objective of improving access to digital games for the target audience. For the development of this work, the wearable device Myo was used to control a puzzle game as a means of providing the interaction between the individual and the game. In this context, the game is controlled with the movement of the user's upper limb that presents the disability, through the Myo device. For the validation of this research, the game developed was made available for individuals presenting a disability in the upper limbs, from an age range between five and fifteen years old, of the Association of Assistance to the Disabled Child (AACD). Soon, it was noticed that the participants of the research soon could play while utilizing the deficient limb with Myo's support and felt more motivated

to play. On the long run, it's expected to contribute to the motivation of patients through technological innovation, so that the process of body consciousness is made more interactive, attractive and playful.

Index Terms— Physical Disability. Digital Games. Upper Limbs.

I. INTRODUÇÃO

De acordo com dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2015, há 12,7 milhões de pessoas portadoras de algum tipo de deficiência no Brasil, o que corresponde a cerca de 6,2% da população. Grande parte dessas pessoas definem o tipo da deficiência como limitação física. Desse modo, é de grande relevância desenvolver melhorias para essa classe de pessoas, contribuindo, assim, para a inclusão social das mesmas [1].

Muitas vezes, pessoas com deficiência física ou mental são vítimas de preconceito e discriminação. Costumam não receber o mesmo tipo de tratamento e ter a liberdade de ir e vir prejudicada pelas más condições de vias de acesso público e privado. Porém, a Declaração Universal dos Direitos Humanos deixa claro que todas as pessoas devem ser tratadas fraternalmente, independente de deficiências. No caso específico do Brasil, a Constituição Federal define como meta a busca do bem-estar de todos, sem quaisquer tipos de discriminação. Da mesma maneira, o Código Penal brasileiro determina como passível de punição os atos criminosos e de desrespeito causados por fatores discriminatórios [2].

A Tecnologia Assistiva no Brasil, de acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas - Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República, diz respeito a produtos, recursos, metodologias, tecnologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social [3].

Os recursos de Tecnologia Assistiva quando combinados aos recursos tecnológicos podem atender a uma grande diversidade de usuários com deficiências [4]. Com o avanço tecnológico e com a proliferação de tecnologias de rede sem fio, os usuários estão, principalmente, interessados em serviços avançados, que tornam o ambiente altamente inteligente e facilitam significativamente suas atividades [5].

Indivíduos com necessidades especiais geralmente demandam auxílio de terceiros para realizar as suas atividades cotidianas. Por exemplo, podem apresentar dificuldade para se

locomover. Pessoas com esse perfil necessitam de dispositivos ou tecnologias que facilitem ou orientem suas atividades diárias [6].

Recentemente, observa-se que o desenvolvimento da tecnologia da informação vem auxiliando inúmeras práticas na área da saúde, em atividades como diagnóstico, terapia, gerenciamento e educação, o que exige a necessidade de mudanças e desenvolvimento de novas habilidades pelos profissionais das áreas envolvidas [7].

Além disso, os jogos digitais deixaram de ser vistos como uma forma de entretenimento prejudicial à saúde. Eles tornaram-se uma ferramenta importante para melhorar o tratamento dos pacientes, que vão desde aqueles que estão atravessando uma grave enfermidade, como o câncer, por exemplo, até os que demandam procedimentos mais leves, como a fisioterapia [8].

II. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Primeiramente, as pessoas com deficiência física nos membros superiores podem possuir limitações para realizar as atividades diárias [9]. Dessa forma, também podem ter dificuldades para utilizar dispositivos tecnológicos, como computadores, tablets, celulares em atividades que necessitam de duas mãos, como jogos digitais, por exemplo. A estratégia apresentada neste trabalho pode auxiliar no uso desses dispositivos, visto que o bracelete Myo efetua o controle dos comandos dos softwares por meio de gestos e movimentos do próprio usuário, mesmo que ele tenha alguma limitação física.

Em segundo lugar, o longo tempo necessário para a promoção da consciência corporal, aceitação da deficiência e a pouca motivação gerada pelos métodos tradicionais são apontados como motivo de abandono do tratamento, caracterizando-se como uma das principais causas de falha terapêutica [10]. Outra característica é a falta de recursos que possibilitem dar continuidade do tratamento domiciliar, com pouco ou nenhum monitoramento presencial de um terapeuta [11].

Assim, a estratégia apresentada neste trabalho também pode ser utilizada para a promoção de consciência corporal, a fim de que pacientes com deficiência física nos membros superiores possam treinar os movimentos e utilizar o membro com mais frequência, criando novas habilidades e despertando novos potenciais físicos. Os movimentos realizados pelos usuários do jogo podem ajudar no fortalecimento da musculatura corporal e terminações nervosas. Isso é necessário visto que pessoas que nascem com malformação congênita, principalmente crianças e adolescentes, podem ter vergonha do membro com deficiência e evitam a sua utilização para não se exporem a outras pessoas, devido ao medo de preconceito e discriminação.

Em terceiro lugar, o uso da promoção da consciência corporal de forma virtual através de jogos visa simular situações reais; percebe-se que o uso dela melhora na funcionalidade dos membros acometidos e o leva a retomar as atividades nas áreas de desempenho ocupacional [12].

Geralmente, as pessoas que nascem com malformação congênita de algum membro do corpo humano, também possuem outros problemas de saúde, que podem ser físicos (em outros membros), mentais, cardiovasculares, respiratórios, entre outros. Nessa linha de raciocínio, a estratégia apresentada neste trabalho pode propiciar o acesso a novas tecnologias, lazer, entretenimento e imersão no mundo virtual às pessoas que possuem deficiência nos membros superiores. Com isso, pode-se auxiliar nos aspectos cognitivos e emocionais, além da socialização com outras pessoas.

Existem trabalhos, tais como PhysioPlay [13] e MoVER – Movement in Virtual Environment for Rehabilitation [14],

que comprovam a eficiência do uso de jogos na motivação de pacientes em continuar o tratamento de fisioterapia dos membros superiores. Ambos são jogos sérios que simulam movimentos fisioterapêuticos por meio de desafios para a realização de tarefas virtuais com o uso do corpo humano, demonstrando a possibilidade de tratamento remoto para a promoção da consciência corporal e o seu baixo custo.

Assim, jogos digitais podem tornar-se novas alternativas para proporcionar maior motivação nas brincadeiras por meio de desafios com técnicas virtuais, trabalhando conceitos que podem auxiliar na cognição, nos aspectos emocionais e físicos dos pacientes, no favorecimento dos movimentos do membro afetado, lazer, socialização e convivência com outras crianças.

A estratégia apresentada neste trabalho possibilita às crianças a vivência de brincar com jogos digitais, o que pode tornar-se uma nova ferramenta para a promoção da consciência corporal, visto que a utilização do Myo em pessoas com deficiência nos membros superiores é algo que ainda não foi realizada, segundo pesquisa realizada na literatura, demonstrando que é algo inovador. Com isso, os pacientes podem ter maior enfoque em autoestima, desempenho funcional, tempo de resposta, ajudando na criação de habilidades, reconhecimento de suas capacidades e redução de sua limitação física.

Nesta linha de raciocínio, este trabalho objetiva propor e desenvolver uma estratégia para suportar interação humano-computador de crianças com deficiência nos membros superiores, por meio de dispositivo vestível Myo, com a finalidade de auxiliar e ampliar o uso de jogos digitais ao público-alvo.

III. DISPOSITIVOS VESTÍVEIS

Dispositivos portáteis ou vestíveis, também conhecidos como wearables devices, são pequenos dispositivos eletrônicos que podem ser facilmente acoplados ao corpo do usuário. Eles possibilitam a presença da Realidade Virtual em diversas aplicações, visto que é uma tecnologia de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional [15].

O termo “computação vestível” ou “tecnologia vestível” se refere a uma nova abordagem de computação, redefinindo a interação humano-computador, onde os gadgets estão diretamente conectados com usuário. Os aparelhos vestíveis têm a intenção de tornar o usuário o mais “passivo” possível, focando no próprio ser humano e nas suas necessidades [15].

Comumente, neste tipo de tecnologia, existe uma constante interação entre o computador e o usuário, e alguns gadgets ligam e desligam automaticamente. Outra característica é a capacidade de multitarefa, pois não é necessário parar o que está fazendo para usar o dispositivo. Portanto, os dispositivos vestíveis podem ser uma extensão da mente e/ou do corpo do usuário [15].

Muitas questões são comuns aos dispositivos vestíveis, como computação móvel, inteligência artificial e computação ubíqua, incluindo também gerenciamento de energia, dissipação de calor, arquiteturas de software e redes [16].

Myo é um bracelete de reconhecimento de gestos, que permite o controle de aplicativos e dispositivos sem a necessidade de interagir com nenhum outro periférico. O Myo utiliza os mesmos parâmetros de sinais mioelétricos que são utilizadas em próteses de braços. O mesmo é compatível com os mais populares sistemas operacionais e se comunica por Bluetooth, o que torna tal tecnologia propensa a ser rapidamente aceita e usada mundialmente. Além disso, não exige câmeras para rastrear os movimentos da mão ou braço e possuem baixo custo, em comparação com outros dispositivos vestíveis existentes no mercado [17].

O Myo é utilizado no antebraço do usuário. É necessário

realizar uma calibração da braçadeira para cada usuário específico, pois cada um possui atividades e contrações musculares específicas. Após efetuada a sua calibração, o dispositivo possibilita controlar softwares e outras aplicações por meio de gestos e movimentos. Seu propósito é controlar computadores, telefones e outros dispositivos, enviando os dados capturados por ele via Bluetooth [17].

Apesar de parecer um campo novo, o mercado de dispositivos vestíveis já existe há muitos anos na forma de aparelhos para medir batimentos cardíacos, monitorar corridas, entre outras funcionalidades, em sua maioria voltados para as áreas esportivas e de bem-estar. Com a evolução da tecnologia, a tendência é que esses dispositivos sejam introduzidos na medicina, ajudando, assim, a reduzir gastos e melhorar o tratamento de pacientes, possibilitando o monitoramento médico à distância.

IV. TRABALHOS RELACIONADOS

O Trabalho “Pediatric rehabilitation with the reachman’s modular handle”, apresenta os resultados de um estudo preliminar com uma criança com paralisia cerebral utilizando o ReHaptic Handle, um novo dispositivo robótico para a reabilitação pediátrica da função do membro superior. Jogos de computador interativos foram implementados para aumentar a participação dos participantes e engajamento, promovendo, assim, a recuperação motora. O pinçamento, com o indicador e o polegar, a supinação/pronação do antebraço, bem como a flexão/extensão do punho, foram treinados duas ou três vezes por semana durante quinze minutos cada. Observou-se um aumento da precisão e lisura do movimento de supinação/pronação do antebraço com o indivíduo, bem como uma redução na duração do movimento [18].

Assim, é apresentada uma aplicação para crianças que tiveram paralisia cerebral, com a finalidade de auxiliá-las a retornar os movimentos de seus membros superiores normalmente. Este protótipo é importante, visto que a paralisia cerebral é uma doença neurológica não progressiva, causada por distúrbios do cérebro em desenvolvimento. A terapia física e ocupacional, se iniciada em tenra idade, pode ajudar a minimizar complicações, como contraturas conjuntas, e pode melhorar a amplitude de movimentos e a coordenação dos membros. Embora as formas atuais de terapia para crianças com paralisia cerebral sejam eficazes na minimização dos sintomas, muitas crianças acham que são chatas ou repetitivas.

O Trabalho “Hand Therapist: a rehabilitation approach based on wearable technology and video gaming”, trata-se de um sistema de reabilitação da mão, principalmente para pacientes vítimas de Acidente Vascular Cerebral (AVC), composto por: braçadeira Myo, luva robótica e a game engine Unity 3D. Esta abordagem apresenta uma solução que combina desempenho, baixo custo e motivação para terapia da mão [19].

Dessa forma, a aplicação é uma forma de terapia de mão voltada para pacientes vítimas de AVC, que não possuem deficiência física, mas dificuldade de manuseio de objetos. Nesse sistema, o usuário faz diversos exercícios repetitivos para recuperar os movimentos da mão e, além do Myo, utilizam uma luva com sensores.

O Trabalho “Hand Posture and Gesture Recognition using Myo Armband and Spectral Collaborative Representation based Classification”, propõe o uso da representação colaborativa baseada em Spectral Domain para reconhecer as posturas e gestos das gravações eletromiografia (EMG) adquiridos por um sensor recentemente introduzido: braçadeira Myo Thalmic Labs. A precisão de reconhecimento obtida para um conjunto de

seis gestos e posturas é promissor, com uma precisão superior a 97%, o que é um resultado eficiente na literatura relacionada. Os algoritmos são desenvolvidos para a criação de uma interface homem-máquina intuitiva para navegar em uma cadeira de rodas robótica [20].

Este protótipo foi criado para pessoas que utilizam cadeira de rodas. Assim, o usuário movimentava a cadeira de rodas por meio de seus próprios gestos do braço em que está colocado o Myo. Neste caso, a deficiência das pessoas dá-se nos membros inferiores. Nestes dois projetos, o meio de interação poderia ser trocado para Kinect e joystick, respectivamente, o que provavelmente atingiria o mesmo resultado. Porém, no presente trabalho, estas outras ferramentas tecnológicas não poderiam ser utilizadas, uma vez que as pessoas possuem deficiência física nos membros superiores e têm dificuldade em utilizar as ferramentas citadas.

V. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, na fase de Concepção, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre jogos aplicados à área da saúde e em pessoas com deficiência, classificação de jogos e sua respectiva teoria do flow, tipos de deficiência física nos membros superiores, interfaces naturais, dispositivos vestíveis, dentre outros conceitos importantes para solucionar o seguinte problema: a dificuldade que pessoas com deficiência física nos membros superiores, principalmente crianças e adolescentes, tem ao utilizar dispositivos tecnológicos tradicionais, necessitando, muitas vezes, da ajuda de terceiros.

Após o levantamento bibliográfico e a seleção dos trabalhos relacionados a este, entrou-se em contato com a Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) / Unidade Uberlândia, para entender melhor o domínio do problema e, juntamente com a equipe da instituição – formada pela coordenadora, médicos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais –, foi escrito e submetido o projeto para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Uberlândia por meio do sistema online chamado Plataforma Brasil.

O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

O projeto foi submetido na Plataforma Brasil com CAAE: BLIND REVIEW.

A AACD foi escolhida como instituição coparticipante da pesquisa, visto que ela é a unidade mais próxima da Universidade Federal de Uberlândia, onde foi desenvolvida a pesquisa, que viabiliza o tratamento de promoção da consciência corporal do público-alvo dessa pesquisa: crianças e adolescentes com deficiência física nos membros superiores. Além disso, ela é a organização mais abrangente criada para receber o público-alvo desta pesquisa, atendendo pacientes de diversas cidades da região. A finalidade da AACD é proporcionar a melhoria da qualidade de vida e aquisição de maior autonomia e independência às pessoas com deficiência.

Na fase de Elaboração, utilizou-se o software Enterprise Architect para modelagem da arquitetura do sistema e a construção de diagramas UML (Linguagem Unificada de Modelagem), de casos de uso, de classes, de atividades, análise de requisitos funcionais e não-funcionais da aplicação.

Na fase de Construção, foram utilizados o software Unity 3D e a linguagem de programação C# para desenvolvimento do jogo de quebra-cabeça com três níveis de dificuldade. Posteriormente, alterou-se o Software Development Kit (SDK

ou Kit de Desenvolvimento de Software) do dispositivo vestível Myo, implementando-o no jogo.

Para o controle dos jogos, foi utilizado o dispositivo Myo, um bracelete capaz de controlar aplicações por meio de gestos e interagir com computadores e outros meios digitais similares, reconhecendo impulsos elétricos nos músculos do usuário. É um modelo comercializado livremente não só para pesquisadores, mas também para consumidores comuns que desejam utilizá-lo em jogos de computador ou para controle de outras aplicações.

Por ser um método não-invasivo de eletromiografia, o dispositivo Myo não provoca efeitos colaterais ao participante da pesquisa, visto que é um acessório similar a um relógio ou pulseira, o qual não causa alergia, dor, irritação na pele, calosidades, nem qualquer outro dano ou prejuízo físico. Ele capta os gestos do participante e, em seguida, transmite para o computador, o qual reconhece os movimentos e executa as atividades durante a execução dos jogos.

A construção do jogo e a escolha do gênero utilizado para esta pesquisa foram acompanhadas pela equipe da AACD, a qual tem maior experiência com os pacientes, público-alvo do trabalho.

Na fase de Testes, a equipe da AACD fez um levantamento de crianças e adolescentes com faixa etária de oito a quinze anos que possuem deficiência nos membros superiores e frequentam a instituição.

VI. DESENVOLVIMENTO

Primeiramente, foi realizado um estudo sobre o dispositivo vestível Myo com a finalidade de aprender sobre os seus comandos de execução, suas características, seus princípios de funcionamento.

Os símbolos apresentados na Figura 1 são os principais gestos realizados pelo usuário durante a execução de aplicações controladas pelo Myo, conforme padrão do dispositivo vestível.



Fig. 1 Gestos executados pelo usuário.

Foi escolhido um jogo de quebra-cabeça porque este tipo de jogo pode auxiliar tanto na promoção da consciência corporal dos pacientes quanto nos aspectos cognitivos, uma vez que exercita o raciocínio lógico dos usuários, segundo informações obtidas com os profissionais da AACD.

Nessa perspectiva, foram realizados vários testes para entender o funcionamento do bracelete e dos plugins disponibilizados para download, com a finalidade de conhecer as várias possibilidades do que se pode fazer com o Myo.

No jogo de quebra-cabeça apresentado, o gesto “Double Tap” é utilizado para iniciar o jogo. Os gestos “Wave Left” e “Wave Right” são utilizados para selecionar as peças do quebra-cabeça para a esquerda e para a direita, respectivamente. Para mover as peças até o grid, utiliza-se o gesto “Fist”, e para encaixar as peças do quebra-cabeça no grid, utiliza-se o gesto “Fingers Spread”.

Para o desenvolvimento do jogo, foi utilizada a game engine Unity 3D, por oferecer diversos recursos de computação gráfica necessários para implementação do projeto, além de possuir plugin de compatibilidade com o dispositivo vestível Myo.

Também foi utilizada a linguagem de programação C#, por ser de fácil compatibilidade com o software Unity 3D.

Após esses procedimentos, pode-se desbloquear o software, colocar o Myo no braço do usuário, efetuar a calibração do

dispositivo e usar os movimentos do braço da pessoa ao invés de mouse e teclado.

Dessa forma, foram substituídos os comandos que utilizam o mouse e teclado no jogo por gestos do usuário, para que o sistema seja usado com o dispositivo vestível Myo.

VII. MODO DE JOGAR

A Figura 2 apresenta a Interface Gráfica do Usuário (GUI) principal do “Quebra-cabeça com Myo”. No menu inicial, há três opções de níveis do jogo: Iniciante, Intermediário e Avançado.



Fig. 2 Menu inicial do jogo.

Ao selecionar o nível “Iniciante”, é exibido o jogo de quebra-cabeça 2 x 2, ou seja, com quatro peças, conforme pode ser visto na Figura 3.

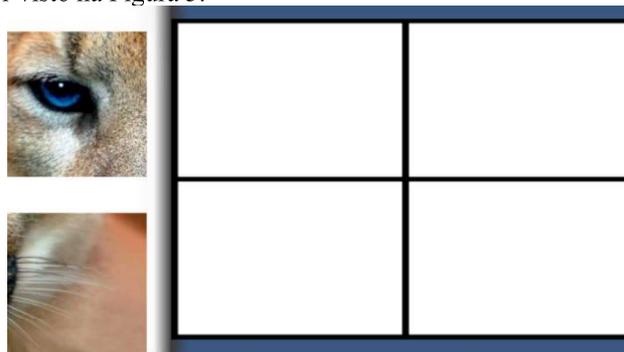


Fig. 3 Tela inicial do Nível Iniciante.

As peças do jogo ficam do lado esquerdo da tela. Para arrastar as peças para o grid do quebra-cabeça, é preciso fazer gestos com o braço que está utilizando o dispositivo vestível Myo até concluir o nível atual do jogo.

Após a conclusão do nível do quebra-cabeça, é exibida a mensagem “Nível Concluído” juntamente com a pontuação e o número de tentativas erradas do usuário durante o jogo, conforme pode ser observado na Figura 4. Há também a opção de retornar ao menu inicial para selecionar outro nível do jogo.



Fig. 4 Nível do jogo concluído.

Ao escolher o nível “Intermediário”, é apresentado o jogo de quebra-cabeça 3 x 3, isto é, com nove peças. A Figura 5 apresenta a Tela inicial do Nível Intermediário, em que o jogo está em resolução, uma vez que algumas peças já foram inseridas no grid do jogo.

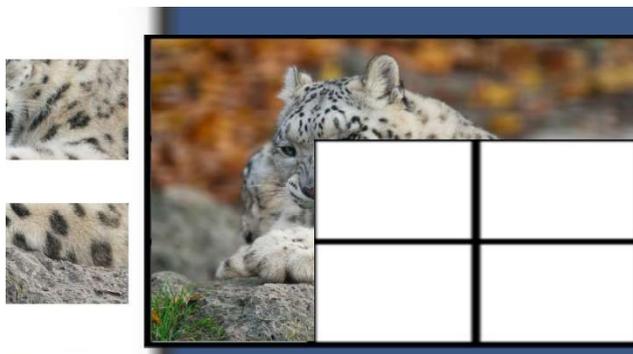


Fig. 5 Nível Intermediário do jogo em resolução.

VIII. APLICAÇÃO DOS TESTES

Primeiramente, a AACD fez um levantamento do público-alvo para a pesquisa: crianças e adolescentes com faixa etária entre oito e quinze anos que possuem deficiência física nos membros superiores.

Neste levantamento, foram encontradas 44 pacientes que já frequentaram a instituição com este tipo de deficiência. Em seguida, foram feitas ligações telefônicas para entrar em contato com as famílias desses pacientes e explicar sobre a pesquisa. Dos 44 pacientes, 24 manifestaram interesse em participar da pesquisa. Os outros 20 pacientes não participaram pelos seguintes motivos: alguns não foram encontrados, pois o telefone cadastrado no sistema da instituição não existe mais; outros mudaram de cidade e/ou estado; outros moram em cidades vizinhas, mas acham difícil a locomoção até a cidade de Uberlândia para participação da pesquisa; outros alegaram que seus filhos já ganharam alta da AACD, que convivem bem com a deficiência física no cotidiano e não tem interesse em participar da pesquisa; outros ainda disseram que os filhos não queriam participar da pesquisa.

Desse modo, foi preparada uma sala da AACD para receber os pacientes e suas famílias para a realização dos testes com o jogo controlado pelo dispositivo vestível Myo.

Nas datas e horários marcados, apareceram dez participantes da pesquisa, onde foi apresentado o projeto em forma de slides para explicar melhor a sua finalidade, e vídeo demonstrativo de funcionamento do jogo. Posteriormente, foram entregues o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos pais e o Termo de Assentimento para as crianças e adolescentes, e foram solucionadas dúvidas sobre o projeto de pesquisa. Após a leitura dos TCLEs, os mesmos foram assinados.

Em seguida, foi preenchido o questionário sobre avaliação do perfil do indivíduo com os dados pessoais do participante da pesquisa (criança ou adolescente). Então, foi colocado o bracelete Myo no braço do participante da pesquisa para que os comandos do jogo sejam controlados pelos gestos e movimentos da criança ou adolescente.

Após a execução do jogo, foi aplicado ao participante da pesquisa um questionário sobre a avaliação da utilização do jogo mediada pelo dispositivo vestível Myo. O atendimento a cada participante da pesquisa foi realizado de maneira individual. Todos os procedimentos foram acompanhados pelos pais e por uma Terapeuta Ocupacional que trabalha na AACD.

Os participantes da pesquisa possuem deficiência física congênita no membro superior direito. Logo, utilizam mais o membro superior esquerdo para as atividades diárias, inclusive escrever. Além disso, alguns participantes ainda têm vergonha e querem esconder o membro que possui a deficiência e não queriam jogar com ele, apenas com o outro braço. Para isso, inicialmente, cada criança jogou com o braço esquerdo (sem deficiência) e, depois, com o braço direito (com deficiência).

Com isso, percebeu-se que as crianças sentiram-se mais motivadas a utilizar o braço com deficiência.

Algumas crianças tiveram o comportamento igual ao jogar com ambos os braços. Porém, outras apresentaram maior dificuldade de controlar o jogo com o braço que possui a deficiência. Isso pode ocorrer devido a vários fatores, dentre eles: pouco uso do membro com deficiência e anomalias musculares próprias da deficiência.

Os pais das crianças, que presenciaram a realização dos testes, gostaram da utilização de jogos mediados pelo dispositivo Myo, pois acreditam que esta prática pode auxiliar na melhoria da funcionalidade do membro com deficiência e da aceitação da mesma. Eles alegaram que, apesar do tratamento já realizado pela AACD, acompanhamento com psicólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, ainda é muito difícil para as crianças lidar com a deficiência, principalmente na fase da adolescência, pois possuem muita vergonha, sentem-se diferentes das demais pessoas ou incapazes de realizar determinadas atividades, mesmo que a deficiência seja mínima, como de um dedo, por exemplo.

A Figura 7 mostra uma paciente de 13 anos que possui hipoplasia total do dedo polegar direito, ou seja, ausência do dedo polegar direito. Porém, todos os seus dedos da mão direita são menores e mais enrijecidos do que os dedos da mão esquerda, impossibilitando que ela utilize a mão direita normalmente.



Fig. 7 Criança com hipoplasia total do dedo polegar direito.

A Figura 8 exibe uma paciente de 12 anos que possui agenesia de mão direita, ou seja, ausência da mão direita.



Fig. 8 Criança com agenesia de mão direita.

Na AACD – Unidade Uberlândia, está em construção uma sala de Reabilitação Virtual. A instituição já fez solicitação de compra de vários equipamentos e dispositivos tecnológicos, inclusive do Myo, para auxiliar no processo de promoção da consciência corporal de pacientes que frequentam o local. Ou seja, a instituição quer dar continuidade no projeto e aplicar o jogo no tratamento de pacientes com esse tipo de deficiência.

física. A coordenação da instituição convidou a equipe de pesquisa da UFU para auxiliar no processo de montagem da sala com a finalidade de explicar o funcionamento dos equipamentos e dispositivos tecnológicos para os funcionários da AACD, além da disponibilização de jogos para reabilitação e promoção da consciência corporal de modo virtual, inclusive do jogo apresentado neste trabalho.

IX. RESULTADOS

A partir dos testes realizados com os pacientes da AACD, foram analisados os dados obtidos com a aplicação do questionário para avaliação do perfil do indivíduo aos 10 indivíduos que participaram da pesquisa.

Os testes foram realizados com: uma criança de 8 anos, uma criança de 9 anos, duas crianças de 10 anos, duas crianças de 11 anos, duas crianças de 12 anos e duas crianças de 13 anos. Dessas crianças, 6 indivíduos eram do gênero feminino e 4 eram do gênero masculino.

As 10 crianças que participaram da pesquisa possuem deficiência física congênita (desde o nascimento), ocasionada por malformação durante a gestação: 5 crianças possuíam agenesia de mão direita (CID Q71.3 - Ausência congênita de mão e de dedos) e outras 5 possuíam hipoplasia de falanges (CID Q71.8 - Outros defeitos de redução do membro superior). As crianças possuem outras deficiências também, podendo ser físicas (nos membros inferiores), mentais ou cardiovasculares.

As outras perguntas do questionário de avaliação do perfil dos indivíduos participantes da pesquisa permitiram identificar que os gêneros de jogos preferidos das crianças são: jogos de aventura, raciocínio e criatividade.

Além disso, verificou-se que as crianças estão no ensino fundamental, a maioria está no ano escolar adequado para sua idade. Porém, algumas já tiveram reprovações e estão um pouco atrasadas, pois possuem problemas de déficit de atenção, hiperatividade e dificuldade de aprendizagem.

As crianças também possuem limitações para a realização das atividades cotidianas que necessitam de ambas as mãos, visto que as 10 crianças que participaram da pesquisa possuem deficiência no membro superior direito. Dessa forma, elas são canhotas e procuram fazer a maioria das atividades com a mão esquerda.

Também questionou-se sobre o grau de experiência das crianças com tecnologia, computadores, tablets e celulares. Dessa maneira, percebe-se que os participantes da pesquisa usam dispositivos tecnológicos de modo intensivo, apesar de possuírem deficiência no membro superior. Porém, os pais disseram que seus filhos gostam de utilizar esses aparelhos apenas em casa, com a família. Em ambientes externos, elas têm vergonha de mostrar a sua limitação motora no membro superior para pessoas desconhecidas, devido ao receio de preconceito e rejeição.

Além disso, foi perguntado às crianças referente ao grau de experiência das crianças com jogos digitais e vídeo game. Nele, observa-se que há um uso moderado de jogos. Segundo os pais, as crianças não conseguem jogar a maioria dos jogos digitais sozinhas devido à deficiência no membro superior direito, e ficam frustradas por não terem autonomia ao realizar esta prática. Então, os pais alegaram que não autorizam seus filhos a jogar muito para evitar esse tipo de situação, o que pode acarretar comportamento de baixa autoestima das crianças e redução do convívio social.

Portanto, apesar dos participantes da pesquisa usarem aparatos tecnológicos com muita frequência, eles não costumam jogar. Logo, este trabalho é importante para incentivar o público-

alvo a ampliar o seu acesso ao entretenimento digital, uma vez que jogos digitais podem ser importantes para o processo de promoção da consciência corporal das crianças e adolescentes com deficiência nos membros superiores. Também podem trazer outros benefícios, como auxiliar na aceitação da limitação motora, motivar os pacientes a utilizar com maior frequência o membro com deficiência, desenvolver e criar habilidades, despertar potenciais, conhecer novas tecnologias, melhorar a cognição, os aspectos emocionais e físicos, a socialização e o lazer.

Em seguida, foi aplicado um questionário aos participantes da pesquisa após a utilização do jogo mediado pelo dispositivo Myo. São vinte perguntas que abordam diversas características sobre os testes envolvendo jogos controlados pelo Myo.

X. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da análise dos resultados encontrados durante os testes com os pacientes da AACD, realizada por meio de gráficos dos dados dos questionários, depoimento das crianças e dos pais, e também da observação da reação dos participantes da pesquisa, concluiu-se que:

- Nenhuma das crianças que participou da pesquisa conhecia o dispositivo vestível Myo nem o utilizou anteriormente;
- Apesar das crianças não terem a mão direita ou parte dos dedos, o Myo funcionou normalmente com elas, visto que ele reconhece as intenções de movimento devido aos seus sensores eletromiográficos;
- De modo geral, as crianças consideraram o nível mediano para aprender os comandos para execução do jogo e a utilizar o Myo para jogar. Elas também acharam a velocidade de execução do jogo média;
- Todas acharam o Myo muito confortável, gostaram de utilizá-lo, acharam o jogo de quebra-cabeça legal e interessante, conseguiram manter a atenção no jogo, consideraram as atividades do jogo fáceis de entender, se esforçaram para ter bons resultados no jogo, se divertiram e ficaram envolvidas durante o jogo, e também gostariam de jogar o quebra-cabeça com o Myo novamente, ou seja, mantiveram-se focadas durante o jogo, em estado de flow;
- As crianças também disseram que tanto o Myo quanto o jogo atenderam as expectativas delas, visto que elas conseguiram concluir o jogo e realizar todos os comandos, o que não seria possível sem o Myo, devido à sua deficiência física no membro superior direito;
- Apesar das crianças utilizarem aparelhos tecnológicos com frequência, seu uso não é voltado prioritariamente para jogos. Elas gostam muito de jogar, porém, não o fazem porque têm vergonha do membro com deficiência e ficam frustradas quando não conseguem executar atividades do jogo com autonomia e independência. A experiência de conhecer novas tecnologias, como o Myo, foi muito gratificante e surpreendente para as crianças;
- As crianças não se incomodaram em usar Myo com o membro com deficiência. Dessa forma, verifica-se que o Myo pode ser utilizado como um dispositivo para facilitar o interesse e aumentar a frequência dessas pessoas utilizarem jogos digitais;
- Visto que as crianças conseguiram concluir o jogo com o membro com deficiência e se sentiram confortáveis em utilizar o Myo, pode-se utilizar esta estratégia para trabalhar a aceitação do membro com limitação física;
- Já que as crianças gostam de jogar, e querem controlar jogos através do Myo, percebe-se que elas vão utilizar com maior frequência o membro com deficiência física. E, ao realizar estes procedimentos, pode-se desenvolver novas habilidades motoras

e despertar novos potenciais físicos;

- O jogo de quebra-cabeça promove o raciocínio lógico das crianças, o que pode melhorar os aspectos cognitivos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem;

- As crianças participantes da pesquisa assumiram que, em seu cotidiano, têm vergonha de jogar por receio de não conseguir executar todas as atividades solicitadas nos jogos digitais, pois, muitas vezes, é necessário o uso das duas mãos. Elas também evitam brincar e jogar com outras crianças para omitir o fato da sua deficiência física, e evitar atos de preconceito e discriminação. No entanto, com o uso do Myo para controle de jogos, as crianças podem sentir-se mais tranquilas para jogar tanto sozinhas quanto com outras crianças, aceitando melhor a sua própria realidade e socializando-se com outras pessoas;

- Se as crianças consideram agradável jogar com o Myo e sentem-se à vontade em utilizá-lo, este dispositivo pode auxiliar no desenvolvimento dos aspectos emocionais, como a aceitação da sua limitação física, busca pela execução das suas atividades diárias normalmente, satisfação por conseguir jogar com o membro que possui limitação física, sensação de autonomia, obtenção de lazer e entretenimento digital;

- Se a utilização de jogos digitais mediados pelo dispositivo vestível Myo pode proporcionar diversos benefícios cognitivos, emocionais e físicos, conseqüentemente, poderá auxiliar e melhorar o processo de promoção da consciência corporal de pacientes que se enquadram nesta categoria, sejam pessoas com deficiência física nos membros superiores ocasionados por malformação congênita ou por amputação.

XI. CONCLUSÕES

Em virtude do que foi mencionado, os resultados provenientes do desenvolvimento desta pesquisa são relevantes para crianças e adolescentes com deficiência nos membros superiores, proporcionando maior acesso ao entretenimento digital, além de maior desenvolvimento e utilização do membro, podendo também auxiliar no processo de promoção da consciência corporal.

As principais dificuldades encontradas na realização deste trabalho foram a demora para aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (cerca de sete meses) e o reconhecimento dos movimentos pelo dispositivo vestível Myo, devido à sua complexidade e à diversidade de variáveis envolvidas neste processo.

Portanto, verifica-se que o objetivo proposto no início deste trabalho foi alcançado, uma vez que a utilização de jogos mediados pelo dispositivo vestível Myo auxilia e amplia o uso de jogos digitais para pessoas com deficiência física nos membros superiores, proporcionando maior autonomia e acessibilidade ao entretenimento digital.

Assim, a longo prazo, a estratégia apresentada pode auxiliar na aceitação da limitação motora, motivar os pacientes a utilizar com maior frequência o membro com deficiência, desenvolver e criar habilidades, despertar potenciais, conhecer novas tecnologias, melhorar o processo de consciência corporal, os aspectos emocionais, físicos e cognitivos, a socialização e o lazer.

Logo, diante dos resultados referentes aos testes efetuados com pacientes e os questionários respondidos por eles, pode-se afirmar que é uma modalidade terapêutica inovadora para a promoção da consciência corporal, e também pode incentivar na criação de novos objetos de estudo e sistemas na área médica.

XII. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, pretende-se prosseguir com a seleção, desenvolvimento e adaptação de mais jogos, de

diversos gêneros, com a finalidade de melhorar o incentivo ao entretenimento digital para crianças e adolescentes com deficiência física nos membros superiores. Também acompanhar os impactos que a utilização do jogo a longo prazo pode acarretar para a promoção da consciência corporal dos indivíduos, do ponto de vista físico-motor e cognitivo.

Além disso, espera-se testar o jogo de quebra-cabeça para uso com o Myo com mais pacientes com deficiência física nos membros superiores, ampliar a faixa etária de aplicação do protótipo, e auxiliar a AACD na inauguração e manutenção da sala de Reabilitação Virtual na instituição em Uberlândia.

Também almeja-se realizar testes com pacientes que possuam deficiência física nos dois membros superiores para avaliar os resultados. E, posteriormente, nestes casos, verificar a possibilidade de utilizar dois dispositivos vestíveis (um para cada membro), podendo ampliar a pesquisa para uma estratégia de análise multimodal, além do desenvolvimento da aplicação para celulares e tablets.

Ainda, deseja-se pesquisar dispositivos vestíveis para adaptar mais jogos para outros membros do corpo humano. Se possível, encontrar estratégias genéricas para utilização de jogos para todos os tipos de deficiência com a finalidade de promover a consciência corporal dos pacientes que se encontram nesta categoria. E também realizar o desenvolvimento de um módulo de supervisão da aplicação, no qual o profissional habilitado poderia visualizar gráficos para acompanhar a evolução de determinando paciente, e também comparar os resultados obtidos por diferentes pacientes na execução do jogo.

Por fim, também pretende-se: verificar se outros níveis de deficiência afetam os resultados encontrados; realizar comparação do mesmo jogo utilizando diferentes dispositivos (Myo, leap motion, óculos rift controller); adaptar outros gêneros de jogos; fazer adaptação de jogos utilizando touch screen.

REFERÊNCIAS

- [1] Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/>>. Acesso em: 15 ago. 2016. (2015)
- [2] Guia de direitos. Discriminação com Deficientes. Disponível em: <http://www.guiadedireitos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1040&Itemid=264>. Acesso em: 20 ago. 2016. (2016)
- [3] Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos direitos da pessoa com deficiência - CORDE. 2007. Disponível em: <<http://portal.mj.gov.br/corde>>. Acesso em: 10 mar. 2016. (2016)
- [4] Santarosa, L. M. C.; Conforto, D.; Basso, L. D. O. Eduquito: ferramentas de autoria e de colaboração acessíveis na perspectiva da web 2.0. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 18, n. 3. (2012)
- [5] Tsetsos, V. et al. A human-centered semantic navigation system for indoor environments. Pervasive Services, 2005. ICPS '05. Proceedings. International Conference on In Pervasive Services: 146-155 p. (2005)
- [6] Sanchez, J. H.; Aguayo, F. A.; Hassler, T. M. Independent Outdoor Mobility for the Blind. Virtual Rehabilitation. p.114-120. (2007)
- [7] Mirza, R.; Tehseen, A.; Kumar, A. V. J.. An indoor navigation approach to aid the physically disabled people. Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), 21-22 March 2012. p.979-983. (2012)
- [8] Tsetsos, V. et al. Semantically enriched navigation for indoor environments. International Journal of Web and Grid Services (IJWGS), v. 2, n. 4, p. 453-478. (2006)
- [9] Kouroupetroglou, G.. Disability Informatics and Web Accessibility for Motor Limitations. IGI Global, (2013)
- [10] Dias, R.S.; Sampaio, I.L.A.; Taddeo, L.S. Fisioterapia: A Introdução do Lúdico no processo de reabilitação de pacientes em tratamento fisioterapêutico. In: VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. 4. Rio de Janeiro-RJ, (2009)

- [11] Botella, C. et al. Treating cockroach phobia with augmented reality. *Behavior Therapy*, v.41. n. 3, p. 401-413, (2010)
- [12] Grande, A. A. B.; Galvão, F. R. O.; Gondim, L. C. A.. Reabilitação virtual através do videogame: relato de caso no tratamento de um paciente com lesão alta dos nervos mediano e ulnar. *Revista Acta Fisiátrica*, Rio Grande do Norte, v. 18, n. 3, p. 157-162, (2011)
- [13] Santos, J. V. S.; Carvalho, L. C.; Bressan, P. A.. Physioplay: um exergame para reabilitação física aplicando a interatividade do Kinect como biofeedback visual. In: IX Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA), Paranavaí, (2012)
- [14] Sousa Junior, V. D. et al. MoVER: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), Maceió, (2013)
- [15] Mann, S.. Computação Wearable. In: *Encyclopedia of Interação Humano-Computador*. Aarhus, Dinamarca: A Fundação Interaction-Design.org, (2012)
- [16] Microsoft. Vestir-se para o Futuro: Microsoft Duo rompe com Wearable Conceito da tecnologia, Microsoft News Center, (2013)
- [17] Myo.ThalmicLabs:MyoGestureControlArmband.Disponível em: <<https://www.thalmic.com/myo/>>. Acesso em: 30 mar. 2016. (2016)
- [18] Tong, L. Z. et al. Pediatric rehabilitation with the reachMAN's modular handle. *Proceedings IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* 2015; 2015:3933-6. doi: 10.1109/EMBC.2015.7319254, (2015)
- [19] Lipovský, R.; Ferreira H. A.. Hand Therapist: a rehabilitation approach based on wearable technology and video gaming. *Portuguese BioEngineering Meeting*. 4. Porto: Portugal, (2015)
- [20] Boyali, A.; Hashimoto, N.; Matsumoto, O.. Hand Posture and Gesture Recognition using Myo Armband and Spectral Collaborative Representation based Classification. In: *IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics - GCCE*, (2015)