

## **Aplicação e Validação de uma Plataforma Computacional Lúdica para Auxílio de Pacientes com ECNPI**

**André Renato Bonizi<sup>1</sup>, Higor Oliveira Soares<sup>1</sup>, Carlos Antonio Bertoncelli Junior<sup>1</sup>, Jorge Aikes Junior<sup>1</sup>, Lívia Willemann Peres<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Medianeira – PR – Brasil

<sup>2</sup>Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (USP)  
Ribeirão Preto – SP – Brasil

andrebonizi@gmail.com, {higorsoares, carlosj}@alunos.utfpr.edu.br,  
jorgeajunior@utfpr.edu.br, livia@anglofoz.com.br

**Abstract.** This paper has as its objective to present the analysis and application of a ludic computational platform in the physiotherapy treatment of patients with Childhood Chronic Non-progressive Encephalopathy. The data was collected throughout a pilot-test together with a physiotherapy professional and a patient with diagnosis of Cerebral Palsy, presenting as motor parameters limited movement of the right half-body with preserved cognitive allowing the ability of oral and visual communication and interpretation.

**Resumo.** Este artigo tem como objetivo apresentar a análise e aplicação de uma plataforma computacional lúdica no tratamento de fisioterapia de paciente com Encefalopatia Crônica não Progressiva da Infância. Os dados foram coletados através de uma teste-piloto em conjunto com um profissional da fisioterapia e um paciente com diagnóstico de ECNPI, apresentando como parâmetros motores a movimentação limitada do hemicorpo direito com cognitivo preservado permitindo a capacidade de comunicação e interpretação oral e visual.

### **1. Introdução**

Gameterapia é uma metologia que diz respeito o uso de videogames nas sessões fisioterapêuticas, ortopédicas e neurológicas. O projeto analizado tem seu desenvolvimento baseado nessa metodologia para o tratamento de crianças com ECNPI(ALFLEN, 2016).

A Paralisia Cerebral ou Encefalopatia Crônica Não-Progressiva da Infância(ECNPI) é caracterizada por um grupo de desordens neurológicas presentes no início da infância e afeta principalmente o movimento corporal mas, em casos mais severos, pode ser associada com deficiências intelectuais. Estas deficiências físicas são permanentes mas na maioria dos casos não pioram com o tempo. A condição é causada por danos a partes do cérebro responsáveis pelo controle dos movimentos, equilíbrio e postura(National Institute of Child Health and Human Development, 2017).

Apesar de não haver cura para a ECNPI, existem numerosos tratamentos disponíveis que podem mediar as circunstâncias associadas com a cronicidade da

patologia e ajudar a melhorar a qualidade de vida dos indivíduos com essa condição. A Fisioterapia é considerada uma das mais importantes no tratamento da ECNPI, sendo que seu objetivo é impedir o enfraquecimento dos músculos que não são usados normalmente e também impedir que os músculos se tornem rígidos em uma posição fixa, condição conhecida como deformidades(MANDAL, 2017).

Na última década, Fisioterapeutas e Terapêuticas Ocupacionais começaram a adotar terapias baseadas em Realidade Virtual como um complemento às terapias convencionais para a reabilitação de crianças com Paralisia Cerebral(NI et al, 2014). A Realidade virtual é definida como “o uso de simulações interativas criadas com hardware e software de computador para apresentar aos usuários oportunidades de engajamento em ambientes que parecem ser e sentem-se semelhantes à eventos e objetos do mundo real”(SHARAN et al, 2012).

Por meio da Realidade Virtual é possível realizar jogos de exercício caracterizados pela repetição de gestos e de movimentos simples de uma forma lúdica, cuja finalidade é o prazer do funcionamento e o valor exploratório. Desta forma, é possível estimular pacientes que apresentam a condição de ECNPI a realizar tratamentos fisioterapêuticos com a finalidade de melhorar as atividades motoras e diminuir a rigidez muscular de uma forma agradável. Assim, incluir atividades lúdicas, como jogos, pode ser de grande auxílio em atendimentos de fisioterapia, não só por poder trazer motivação aos pacientes, mas também pelo fato de que o paciente acaba executando movimentos naturalmente(SILVA, 2012).

Com esse propósito a plataforma denominada Gameterapia conta com módulos para sessões de jogos fisioterapêuticos. Na etapa atual, o projeto conta com dois módulos: O primeiro módulo tem por objetivo realizar exercícios focados no desenvolvimento da coordenação motora do paciente, em específico, dos membros superiores e controle do tronco e cabeça; O segundo módulo, apesar de também exigir essas habilidades, ou seja, também contribuir para o desenvolvimento motor, tem por objetivo melhorar as funções cognitivas, em especial, aprendizagem de figuras geométricas básicas, como quadrados, círculos, losangos, entre outros(BERTONCELLI JUNIOR et al, 2017).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação da plataforma Gameterapia e analisar a receptividade de seu aspecto lúdico no tratamento fisioterapêutico da ECNPI. Os dados da análise são pertinentes para aprimorar o tratamento utilizando a plataforma e auxiliar no desenvolvimento de novos módulos e ferramentas de análise clínica.

## 2. Metodologia

De acordo com o estudo de GRIESANG a interação dos pacientes com a tecnologia, ressaltando os aspectos lúdicos que são o foco deste trabalho, desperta interesse nas atividades educativas se comparado com o formato tradicional.

Além do aspecto motivacional, o projeto Gameterapia tem como foco o desenvolvimento de uma plataforma acessível e de baixo custo. O projeto encontra-se em fase de desenvolvimento contínuo e a versão atual ainda não havia sido testada. Por este motivo e para coletar dados para aprimorar o desenvolvimento da aplicação foi realizado um teste-piloto em uma clínica escola de uma instituição de ensino superior privada do município de Foz do Iguaçu - PR juntamente com uma fisioterapeuta especializada em desenvolvimento infantil que acompanha o desenvolvimento do

projeto desde sua fase inicial. Os equipamentos necessários para realizar a aplicação dos testes foram: um computador, sendo um notebook Acer Aspire E 15, um sensor Kinect e um projetor multimídia.

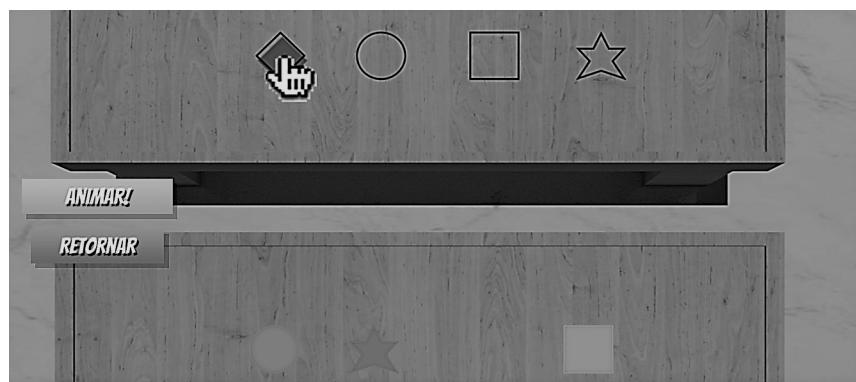
Para iniciar o teste-piloto foram apresentadas animações instrutivas (conforme Figuras 1 e 2) antes de realizar as sessões em cada um dos módulos disponíveis na plataforma com o objetivo de avaliar a interpretação e reconhecimento dos padrões por parte do paciente. Essas animações consistem em um exemplo da execução do módulo correspondente, representando uma simulação de interação buscando atingir os objetivos pré-definidos, como uma forma da paciente ter a possibilidade de reconhecer os padrões e repeti-los durante a realização dos testes.

No caso do módulo motor, o tutorial consiste em uma animação com balões que surgem em posições definidas aleatoriamente na tela, em seguida surgem objetos virtuais que representam os membros superiores do jogador se movimentando em direção aos balões, quando ambos entram em contato os balões são estourados.



**Figura 1. Tutorial Módulo Motor**

No caso do módulo motor-cognitivo, o tutorial consiste em uma animação mostrando a movimentação do cursor até uma das figuras geométricas, seguido por uma animação do cursor aumentando e, em seguida, diminuindo de tamanho, para representar a figura geométrica sendo selecionada, posteriormente é mostrada a animação do cursor se movimentando juntamente com a figura geométrica selecionada até a posição de objetivo correspondente da figura geométrica selecionada. Essa série de animações mencionadas é repetida para cada uma das figuras geométricas até que todas as figuras estejam posicionadas corretamente em seu devido lugar.



**Figura 2. Tutorial Módulo Motor-Cognitivo**

As primeiras sessões do teste, foram feitas de forma com que a paciente pudesse realizar as atividades de maneira exploratória, isto é, deixando a criança reconhecer as

interações com a plataforma e atingir os objetivos propostos sem a interferência dos envolvidos no desenvolvimento da plataforma. Dessa forma, é possível validar as animações instrutivas e avaliar o desempenho cognitivo do paciente.

Todo o teste foi feito de maneira a promover a independência do paciente e avaliar o aspecto motivacional da plataforma, após o fim de cada sessão foi questionado se o paciente tinha interesse de realizar uma nova sessão.

A forma como os módulos funcionam está descrito a seguir:

No módulo motor (Figura 3), balões surgem de maneira aleatória na tela onde o jogador tem como objetivo movimentar seus braços para controlar as representações gráficas e fazê-las colidir com os balões que surgirem, quando ocorre uma colisão o balão é destruído e o jogador acumula um ponto. O jogador pode acumular pontos até que se encerre o tempo de duração da sessão. Foram realizadas cinco sessões de teste do módulo motor com 30 segundos de duração após a apresentação da animação instrutiva.

No módulo motor-cognitivo (Figura 4), são apresentadas figuras geométricas com os devidos nomes (estrela, quadrado, círculo, triângulo, trapézio e losango), após a apresentação das figuras, o jogador tem como objetivo mover as figuras que estão no canto inferior da tela para a silhueta correspondente da figura no canto superior da tela. A cada figura posicionada de acordo com uma silhueta correspondente o jogador acumula um ponto e a figura é destruída juntamente com a silhueta. No início da sessão são geradas cinco figuras com suas silhuetas correspondentes, quando as cinco figuras e silhuetas são destruídas outras novas cinco figuras e silhuetas correspondentes são geradas para tomar seus lugares. Esse processo é repetido até que o tempo de duração da sessão se encerre. Foram realizados cinco sessões de teste do módulo motor-cognitivo com 30 segundos de duração após a apresentação da animação instrutiva.

Para realizar a validação da plataforma, além da observação, foi feita uma entrevista de maneira informal, por se tratar de uma criança e também com o objetivo de se manter uma atmosfera amigável para não intimidar o paciente. A entrevista teve como foco os aspectos visuais, auditivos e cognitivos dos módulos e principalmente a satisfação do paciente ao participar dos testes. Ressalta-se que os responsáveis pelo paciente assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e a criança assinou um termo assentimento anterior a realização do teste.

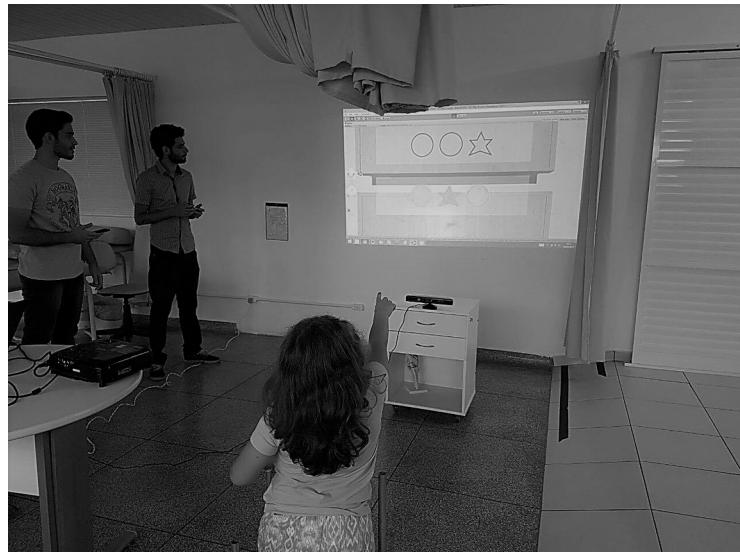
O teste-piloto composto pela preparação do equipamento, configuração, teste dos módulos e validação da plataforma foram realizadas pelos acadêmicos da UTFPR envolvidos no desenvolvimento do projeto em conjunto com uma fisioterapeuta especializada em desenvolvimento infantil.

### 3. Resultados

Primeiramente o sensor de captura de movimento Kinect foi posicionado na direção diagonal do paciente para que o sensor não estivesse posicionado entre o paciente e a projeção da tela do jogo com o intuito de evitar conflitos visuais, mas o resultado da captura dos movimentos foi comprometida devido ao posicionamento do sensor e apresentou imprecisões. Posteriormente o sensor foi posicionado diretamente em frente ao paciente, o que resultou em uma diminuição significativa no tempo de calibração e aumento da precisão da captura dos movimentos necessários para um funcionamento satisfatório da plataforma.



**Figura 3. Teste Módulo Motor**



**Figura 4. Teste Módulo Motor-Cognitivo**

Antes de realizar o teste efetivo dos módulos a paciente assistiu as animações instrutivas para cada um dos módulos correspondentes. No caso do módulo motor a paciente não demonstrou dificuldade em identificar os objetivos e metas do módulo, apresentando boa interpretação na realização das atividades necessárias assim como um progresso notável na velocidade em atingir as metas propostas. No módulo motor-cognitivo mesmo assistindo a animação instrutiva a paciente demonstrou dificuldade em apresentar boa interpretação dos objetivos, assim foram necessárias explicações e algumas tentativas para que o módulo fosse realizado de forma correta.

Durante a aplicação dos testes a paciente demonstrou dificuldade em identificar o momento no qual o sensor de captura estava calibrado e executando o espelhamento dos movimentos corretamente, devido a essa dificuldade foi sugerido que fosse apresentada uma imagem indicando que o sensor estava em processo de calibração e não estava pronto para ser utilizado. Posteriormente essa sugestão foi implementada nos módulos motor e motor-cognitivo.

Na Figura 3 pode-se observar que a Paciente estava utilizando um andador como apoio para realizar os testes, entretanto os sensores do Kinect não conseguiam detectar com precisão a silhueta do corpo e portanto ocorreram alguns problemas de calibração.

A Fisioterapeuta responsável sugeriu então a utilização de um parapódio que pode ser visto na Figura 4, com o intuito de reduzir os problemas de identificação do corpo da paciente. Com isso o software se mostrou muito mais apto para a detecção dos movimentos e os problemas de calibração foram reduzidos consideravelmente.

No início das sessões de teste a paciente apresentou dificuldade em adaptar-se a velocidade da reprodução do espelhamento de seus movimentos. Os movimentos capturados não eram reproduzidos instantaneamente e foi visível a dificuldade inicial em controlar a representação gráfica dos membros superiores. Apesar das dificuldades encontradas a paciente apresentou um progresso notável na manipulação dos elementos de representação adequando-se a velocidade de processamento da plataforma após algumas tentativas.

Inicialmente os balões do módulo motor foram configurados para serem apresentados de forma aleatória na tela durante a execução. Devido a estas configurações alguns balões apresentavam-se muito próximos aos balões previamente destruídos, consequentemente sendo destruídos em seguida, acumulando pontos para o paciente sem a necessidade de realizar qualquer tipo de movimentação. Essa foi uma falha reportada para que as devidas correções fossem realizadas.

Na realização do teste do módulo motor-cognitivo a paciente relatou dificuldade em localizar a representação gráfica do ponteiro do cursor na tela, alegando que o mesmo estava pequeno em relação às outras representações gráficas presentes como as formas geométricas, indicadores de tempo e pontuação. Posteriormente a representação gráfica do ponteiro teve seu tamanho ampliado para facilitar sua localização na tela.

Ocorreu uma falha de execução durante a aplicação do módulo motor-cognitivo. A paciente utilizou a movimentação do membro superior direito para mover a representação gráfica de uma das formas geométricas presentes no canto inferior da tela e posicioná-la de acordo com sua forma geométrica equivalente no canto superior, entretanto, a movimentação estava comprometida impedindo-a de ser posicionada até o canto extremo superior da tela. Essa falha facilitou a paciente em atingir o objetivo do módulo, devido a mover a forma geométrica até o ponto máximo vertical possível e, logo após, mover a figura horizontalmente até que atingisse sua forma geométrica correspondente, comprometendo o aspecto cognitivo do módulo. Posteriormente essa falha foi corrigida possibilitando a movimentação por todo o espaço visível da tela.

Houve uma falha no módulo motor-cognitivo em apresentar a quantidade correta de formas geométricas em dificuldade máxima. Posteriormente essa falha foi corrigida.

Com a finalidade de tornar os exercícios motores mais desafiadores de acordo com o progresso do paciente, o fisioterapeuta sugeriu durante os testes do módulo motor-cognitivo que as representações de formas geométricas tivessem uma variação em seu tamanho de forma inversamente proporcional com a dificuldade definida, tornando as representações cada vez menores e deixando o jogo mais desafiador de acordo com o aumento da dificuldade.

Ao fim dos testes utilizando os módulos motor e motor-cognitivo foi requisitado que a paciente fizesse uma escolha em relação ao módulo em que sentiu maior satisfação ao realizar os testes. A paciente escolheu o módulo motor como mais satisfatório devido à facilidade de interpretação e interação entre os elementos

apresentados.

A música de fundo foi considerada agradável pela paciente, os efeitos sonoros foram importantes para o esclarecimento em relação aos objetivos dos módulos destacando os momentos de realização de metas. As cores escolhidas para os balões, cenários e formas geométricas também foram consideradas agradáveis.

Ao fim dos testes a paciente relatou fadiga e pequenas dores musculares, mas apesar do desconforto que sofria a paciente relatou que gostaria de continuar realizando o teste porque estava se divertindo. O paciente pode, ao final da execução do módulo, avaliar sua experiência em uma escala de zero estrelas (muito ruim) à cinco estrelas (excelente). A paciente deste teste acabou por avaliar o módulo motor com cinco estrelas, a avaliação máxima disponível, e o módulo motor-cognitivo com quatro estrelas.

Ao final dos teste do módulo motor-cognitivo a paciente relatou que não tinha conhecimento da forma geométrica do trapézio, que foi apresentado no módulo motor-cognitivo.

A fisioterapeuta que acompanhava o teste-piloto relatou que a paciente realizava precisamente os movimentos necessários para seu tratamento, dando ênfase na amplitude dos movimentos com os membros superiores erguidos e na utilização de ambos os braços, especialmente no braço direito onde a paciente possuía maior dificuldade de movimentação.

A plataforma possui uma ferramenta para avaliação de satisfação do paciente que é apresentada no final de cada sessão realizada, mas o computador utilizado para fazer o teste-piloto foi danificado e os dados de pontuação e avaliação de satisfação do paciente realizados no teste em questão foram perdidos.

#### **4. Considerações Finais**

Este trabalho apresentou a aplicação e validação da plataforma computacional lúdica denominada “Gameterapia”, com sua utilização voltada para o tratamento de fisioterapia de pacientes que apresentam diagnóstico de ECNPI. Essa abordagem apresentou grande potencial por atuar como estimulante à paciente para realizar exercícios desenvolvidos específicos do tratamento fisioterapêutico.

Alguns aspectos visuais foram de extrema importância no desempenho da paciente em interpretar e atingir os objetivos propostos dos módulos. As cores presentes no módulo motor são contrastantes com o cenário (cor predominantemente verde) e os balões (vermelho). Esse forte contraste facilitou a identificação dos objetos e, por consequência, a interação com os mesmos. A dificuldade da paciente em interagir com os objetos do módulo motor-cognitivo poderia ter sido evitada com o aumento da imagem do cursor. Notou-se também a importância dos estímulos sonoros para evitar a dispersão do paciente e para auxiliar no desenvolvimento cognitivo e reconhecimento de padrões, principalmente para os objetivos do módulo motor-cognitivo.

O tutorial do módulo motor-cognitivo não apresentava os sons e animações indicando que os objetos presentes no módulo em execução foram atingidos, acredita-se que este foi o motivo que causou a dificuldade de identificação dos objetivos por parte da paciente.

A paciente durante os testes da plataforma demonstrou grande animação e interesse pela utilização dos módulos e mesmo com desconforto físico apresentava

interesse em continuar a execução dos testes. A validação dos elementos lúdicos, sonoros e visuais por parte da paciente mostraram-se favoráveis ao estímulo para utilização da plataforma.

Além dos módulos jogáveis, uma interface de análise das sessões realizadas nos módulos motor e motor-cognitivo contando com ferramentas que calculam a amplitude do movimento está em fase de desenvolvimento para auxiliar o acompanhamento do progresso do paciente, destacando a precisão dos movimentos realizados pelo paciente através de um modelo em terceira dimensão e validados pelo fisioterapeuta é possível aprimorar o tratamento utilizando a plataforma para complementar a fisioterapia tradicional.

A Fisioterapeuta constatou ao fim dos testes que os movimentos realizados pela paciente eram de extrema relevância para o tratamento, assim validando a plataforma de acordo com o propósito de desenvolvimento do projeto. Os movimentos específicos do tratamento foram realizados pelo paciente sem a necessidade de intervenção externa. Na fase atual do desenvolvimento, todas as falhas listadas neste trabalho foram corrigidas.

## 5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária por possibilitar a participação nesse projeto, por meio do apoio de bolsas, contribuindo para a formação pessoal e intelectual dos acadêmicos envolvidos. Destaca-se também o agradecimento a paciente e família pela colaboração dos testes.

## Referências

- Alflen, R. A.; Lima, L. D.; Bussador, A.; Peres, L. W.; Aikes Junior, J. “Desenvolvimento de uma plataforma para auxílio na fisioterapia de pacientes com encefalopatia crônica não progressiva da infância – ECNPI” (Medianeira, 2016)
- Bertонcelli Junior, C. A.; Soares, H. O.; Bonizi, A. R.; Peres, L.W.; Aikes Junior, J. “Desenvolvimento de um módulo motor-cognitivo incorporado a uma plataforma lúdica para tratamento de ECNPI”. (Medianeira, 2017)
- Griesang, N. A.; Sippert, L.; Scheren, M. A. “Informática para Alunos com Deficiência Mental”(Santo Augusto)
- Mandal, A. “Cerebral Palsy Treatment”, <https://www.news-medical.net/health/Cerebral-Palsy-Treatment.aspx>. (2017)
- National Institute of Child Health and Human Development “Cerebral Palsy Overview”, <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/cerebral-palsy/Pages/default.aspx>. (2017)
- Ni, L. T.; Fehlings, D.; Biddiss, E. “Design and evaluation of virtual reality-based therapy games with dual focus on therapeutic relevance and user experience for children with cerebral palsy” Games for Health Journal: Research, Development and Clinical Applications, 3<sup>rd</sup> edition. (2014)
- Sharan, D.; Ajeesh; Rameshkumar; Mathankumar; Paulina, J.; Manjula “Virtual reality based therapy for post operative rehabilitation of children with cerebral palsy”. (2012)
- Silva, J. M. A. “O Lúdico como metodologia para o ensino de crianças com deficiência intelectual” (Medianeira, 2012)