

Development of the RECOGNIKEY Platform and Evaluation of the Throughput T_p , Based on the Fitts Law

Ailín Andrea Fátima Ibazeta¹, Juan Carlos Iturrieta¹, Cintia Belén Páez¹,
Alejandro Rodrigo^{1,2} and Elisa Pérez^{1,2}

¹GATEME-Gabinete de Tecnología Médica, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

²CONICET-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

Abstract— The 60% of people who survive from a Stroke, present hemiparesis, affecting their development in daily activities. This work proposes the development and validation of a platform called RECOGNIKEY: Cognitive Rehabilitation with Makey Makey® which consists of a simple game where you must select an object on the screen, and the accessibility tool Makey Makey®. To evaluate how the size of the platform buttons affects hemiparetic patients, an experimentation protocol was established for both upper limbs, over a given work area. This way, the parameters necessary to calculate the throughput index, T_p , are measured. This T_p relates the movement execution, the speed and accuracy of the movement. Therefore, the differences between both members of each user and the different board sizes will be evaluated, to obtain information on which board is advisable for access the games with the affected limb.

Keywords— Serious Game, stroke, upper limb, Fitts Law.

Resumen— El 60% de las personas que sobreviven de un Accidente Cerebro Vascular (ACV), presenta en mayor o menor medida hemiparesia, afectando su desenvolvimiento en las actividades cotidianas. En este trabajo se propone el desarrollo y evaluación de una plataforma denominada RECOGNIKEY: Rehabilitación Cognitiva con Makey Makey® que consiste en un juego sencillo y la herramienta de accesibilidad Makey Makey®. Para evaluar cómo afecta el tamaño de los botones de la plataforma en los pacientes hemipléjicos, se estableció un protocolo de experimentación para ambos miembros superiores, sobre un área determinada de trabajo. De esta manera se miden los parámetros necesarios para calcular el índice de rendimiento (T_p). Este índice de rendimiento de la ejecución de movimiento relaciona la velocidad y exactitud del movimiento. Por lo tanto, se evaluará las diferencias que existen entre ambos miembros de cada usuario y los diferentes tamaños de los tableros, para obtener información de cual tablero es recomendable utilizar para que los usuarios puedan utilizar el miembro superior afectado para acceder al juego.

Palabras clave— Juego serio, Accidente Cerebro Vascular, Miembro Superior, Ley de Fitts.

I. INTRODUCCIÓN¹

El 60% de las personas que sobreviven de un Accidente Cerebro Vascular (ACV) [1], presentan hemiparesia. Esto afecta el desenvolvimiento de la persona en sus actividades diarias, por lo tanto, es de gran importancia la neurorrehabilitación en estos pacientes [2,3]. La planificación de una rehabilitación integral busca estimular el sistema nervioso adecuadamente para recuperar las funciones a nivel de la corteza motora que llevarán a recuperar la movilidad perdida. De esta manera, en la actualidad es imprescindible que para realizar este tipo de terapias de rehabilitación se trabaje de manera interdisciplinaria y coordinada. Entonces la intervención del área de Ingeniería de Rehabilitación en este grupo es necesaria, debido a que puede intervenir en dos grandes grupos de profesionales ya que en ella se ve reflejada la dificultad del miembro pléjico para ejecutar tareas de la vida diaria. Por lo tanto, si los profesionales conocen estas

ámbitos, los cuales son: a) realizar mediciones biomecánicas que cuantifiquen los movimientos para que se planifiquen las terapias teniendo una mayor precisión en los datos de los movimientos de los pacientes; b) desarrollando y/o adaptando tecnologías de asistencia para rehabilitación que ayuden a que las terapias sean más motivadoras y desafiantes para el paciente [3].

En relación con el área de investigación que proporciona herramientas para rehabilitación se pueden mencionar los trabajos de [8-12]. Por otro lado, existen numerosos trabajos de investigación y dispositivos comerciales que pueden ser utilizados para sensar los movimientos de una persona [4-7].

En el área de la rehabilitación, la evaluación del desempeño en la ejecución de movimientos de miembro superior brinda información sustancial para el grupo de profesionales ya que en ella se ve reflejada la dificultad del miembro pléjico para ejecutar tareas de la vida diaria. Por lo tanto, si los profesionales conocen estas

movimiento es planteando la teoría de la Ley de Fitts [12]. La misma fue propuesta en 1954, y luego ha sido ampliamente utilizada en dispositivos de acceso a una computadora como así también en interfaces gráficas y diseño de páginas web [13].

En este trabajo se propone el desarrollo y evaluación de una plataforma denominada RECOGNIKEY: Rehabilitación Cognitiva con Makey Makey®. Esta plataforma consiste en el desarrollo de un juego sencillo y la implementación de una herramienta de accesibilidad Makey Makey®. Para evaluar la usabilidad de esta herramienta de accesibilidad y el desempeño del usuario con su brazo pléjico se implementa un protocolo experimental para calcular el índice de rendimiento (T_p), basado en la Ley de Fitts.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describen los fundamentos de la Ley de Fitts y cómo se establece el índice de desempeño (T_p), el juego desarrollado y el protocolo de experimentación implementado con Makey Makey®.

A. Ley de Fitts y sus derivaciones.

La Ley de Fitts describe el tiempo requerido para alcanzar un objetivo (se puede interpretar también como presionar, hacer clic), esto debe hacerse con un movimiento rápido y dirigido. Dada la amplitud A del movimiento (es decir, la distancia para alcanzar el objetivo), y el ancho W (es decir, el tamaño) del objetivo, medido a lo largo del eje de movimiento como se observa en la Fig. 1, el tiempo de movimiento, MT , requerido para alcanzar el objetivo se describe en la Ec. 1.

$$MT = a + b * \log_2\left(\frac{A}{W} + 1\right) \quad (1)$$

Las constantes a y b se determinan empíricamente y varían según la naturaleza de la tarea de adquisición, el tipo de movimiento realizado y los músculos utilizados. Ellos no varían significativamente de persona a persona para el mismo tipo de movimiento. El término logarítmico se conoce como el índice de dificultad (ID), sus unidades son bits. Esto se debe a que Fitts se basó en el Teorema 17 de Shannon, el cual plantea la capacidad de transmisión de un canal de la comunicación analógica, en presencia de un ruido blanco. Fitts relacionó esto con la capacidad de transmisión del sistema motor [12].

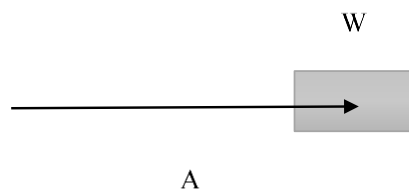


Fig. 1. Esquema de Parámetros de Ley de Fitts

La Ley de Fitts puede ser aplicada en dos formas de estudios diferentes. La primera se puede utilizar como un modelo predictivo de cuánto tiempo se va a demorar una persona dentro de una interfaz gráfica diseñada en alcanzar una ubicación determinada. La segunda forma en que se usa la Ley de Fitts es como parte de la comparación y evaluación de nuevos dispositivos

señaladores. Esencialmente, los investigadores miden varios tiempos de movimiento y luego determinan cómo las diferentes condiciones afectan los coeficientes dentro de la relación de la Ley de Fitts. Por lo tanto, dicha ley ha demostrado su utilidad para comprimir varias mediciones de tiempo de movimiento en una estadística única, el rendimiento, que combina velocidad y precisión. El valor de esta medida ha sido reconocido por investigadores académicos y de la industria, ya que ha sido codificado en un estándar ISO que describe la evaluación de dispositivos señaladores (ISO, 2002) [14].

Como el propósito del análisis en este trabajo es la comparación de dos o más condiciones del experimento planteado, ya que se pretende determinar como el tamaño de los recuadros afecta el desempeño motor de cada brazo del paciente. Para esto se debe calcular el rendimiento (T_p), que se describe con la Ec. 2.

$$T_p = \frac{1}{y} \sum_{i=1}^y \left(\frac{1}{x} \sum_{j=1}^x \frac{IDE_{ij}}{MTe_{ij}} \right) \quad (2)$$

donde IDE y MTe son los valores medios del experimento, se calcula primero para cada sujeto (como el rendimiento medio obtenido por el sujeto sobre todas las condiciones de movimiento x), y estos rendimientos se promedian para los distintos sujetos y se obtiene rendimiento total (T_p).

Calculado de esta manera, el (T_p) es una medida completa que abarca tanto la velocidad como la precisión de la actuación del movimiento. La velocidad y la precisión son promediadas, y este enfoque combina los efectos de los parámetros de intersección y de pendiente del modelo de regresión en una medida dependiente que se pueden comparar fácilmente entre las condiciones y entre los estudios. Por lo tanto, se evaluará las diferencias que existen entre ambos miembros de cada usuario y los diferentes tamaños de los recuadros de los tableros, para obtener información de cual tablero es recomendable utilizar para que los usuarios puedan utilizar el miembro superior afectado para acceder al juego.

B. RECOGNIKEY

Este juego puede clasificarse como un serious game debido a que su diseño tiene un objetivo de aprendizaje a concretarse o cumplir por el usuario o jugador de este. La actividad propuesta en este juego es la rehabilitación cognitiva con relación al reconocimiento de objetos, ya que esta actividad ayuda a rehabilitar alteraciones en la comprensión y expresión del lenguaje. La audiencia con la que se va a trabajar es con pacientes que han sufrido un ACV. El contexto es en el laboratorio de rehabilitación donde los pacientes asisten para la experimentación.

El diseño de un *serious games* tiene cuatro elementos básicos que se deben respetar, la Mecánica, la Narrativa, la Estética, y la Tecnología [15].

Mecánica: En este elemento se encuentran los procedimientos y reglas del juego. La mecánica describe el objetivo del juego, cómo los jugadores pueden y no pueden intentar lograrlo y qué sucede cuando lo intentan. En este juego en particular la mecánica consiste en presentar un entorno (habitaciones de una casa: cocina, baño, dormitorio, etc.) dónde el paciente ejecuta su vida cotidiana, presentándole tres objetos de los cuales solo

uno pertenece a dicho entorno. La acción correcta es seleccionar el objeto que pertenece al entorno.

Narrativa: es la secuencia de eventos que se despliegan en el juego. En este caso la narrativa está relacionada con ir recorriendo diferentes entornos y reconociendo objetos. El juego presenta cinco pantallas:

- 1) La primera pantalla es la presentación de la actividad de un juego a través de un avatar, que expresa verbalmente dicha actividad y además se escribe en un globo de diálogo.
- 2) La segunda pantalla presenta el entorno del baño, con tres objetos en donde solo uno es el que pertenece a este entorno.
- 3) La tercera pantalla presenta el entorno de una habitación, con tres objetos en donde solo uno es el que pertenece a este entorno.
- 4) La cuarta pantalla presenta el entorno de la cocina, con tres objetos en donde solo uno es el que pertenece a este entorno.
- 5) La quinta pantalla, presenta el score, y el tiempo que se demoró en jugar.

Estética: es como se ve, suena, huele, sabe y se siente el juego. La estética es un aspecto importante del diseño del juego, ya que tiene la relación más directa con la experiencia del jugador. En la estética si bien los entornos están conformados con dibujos, se ha tratado de seleccionar entornos y objetos que no sean infantiles, al igual que los colores y sonidos agregados. Se ha buscado que sea acorde al grupo de pacientes con el que se va a trabajar, que son adultos. Los entornos tienen un diseño sencillo de tal manera que no obstruyan el aprendizaje. El avatar ha sido diseñado con una presencia sobria en la pantalla y se le colocó una voz real para que presente y explique el juego.

Tecnología: La tecnología es esencialmente el medio en el que tiene lugar la estética, en la que se producirá la mecánica y a través de la cual se contará la historia. Para este juego se utilizó la plataforma Scratch, es un proyecto de MIT Media Lab, es gratuito y se pueden programar historias interactivas, juegos y animaciones. A través de esta plataforma se han creado los entornos, animaciones y avatar para desarrollar el juego. Para el mismo, fue necesaria la medición del tiempo de ejecución, para la cual se incluyeron contadores creados con dicha plataforma para obtener el valor de MT.

Este juego requiere de una computadora convencional, en dónde se ejecuta el mismo y para jugar se ha desarrollado una interfaz de accesibilidad que será descrita en la siguiente sección.

C. Dispositivo de accesibilidad y protocolo de experimentación.

Makey Makey®: Para acceder a la computadora y poder jugar se ha trabajado en el desarrollo de un periférico o interfaz de accesibilidad (Fig. 2), con el cual se puede realizar el click o utilizar las teclas de direccionamiento del teclado en la pantalla y seleccionar el objeto correcto en la escena mostrada. Para que el usuario elija una opción se utilizan tableros de color gris, que definen el área de trabajo y dentro de estos se colocan otros recuadros que cumplen la función de teclas y se conectan al dispositivo comercial Makey Makey®. Cada recuadro se corresponde con un objeto que aparece en la pantalla, por lo tanto, se debe elegir el recuadro que se

relaciona con el objeto correcto. Por ejemplo, si el objeto correcto es el del medio, el paciente simplemente debe seleccionar el recuadro del medio. De esta manera habrá seleccionado el objeto correspondiente. Para generar la comunicación a través de Makey Makey, se les colocó un elemento conductor ya que sin él no cumple con la función esperada y permite enviar órdenes al dispositivo que se encuentre conectado vía USB.



Fig. 2. dispositivo comercial Makey Makey®, en donde se puede observar que tiene para controlar clic, y movimientos de cursor o teclas de direccionamiento del teclado.

Protocolo de experimentación: para obtener las mediciones del rendimiento, se citaron en esta primera etapa a cinco pacientes post ACV, cuyos datos se muestran en la tabla I. Los criterios de inclusión fueron determinados por el nivel de espasticidad de la extremidad superior afectada, medida con la escala de *Ashworth modificada* (AM), y el nivel de funcionalidad, usando la escala *Fugl-Meyer Assessment* (FMA) [16]. Las puntuaciones consideradas dentro del rango de estos criterios, fueron valores de AM menor a 3, y en FMA de 1 o 2 en los movimientos involucrados dentro de la sinergia flexora y sinergia extensora del miembro afectado. Estas evaluaciones fueron llevadas a cabo por un Fisioterapeuta. Cada paciente firmó el consentimiento informado en donde se le explica en qué consiste el juego, y la experimentación. El protocolo y consentimiento informado fueron evaluados y aceptados por el Comité de Ética del Hospital Dr. Guillermo Rawson, de la provincia de San Juan, en el cual se enmarca un proyecto de Neurorehabilitación en el que participan los autores del presente trabajo.

TABLA I
DATOS DE LOS PACIENTES.

Usuario	Edad	Peso	Altura	MSH
1	64	89	1.78	derecho
2	43	75	1.68	derecho
3	46	60	1.61	derecho
4	30	81	1.66	Izquierdo
5	62	70	1.72	Izquierdo
Medias	49±14	81±17	1.67±0.07	

Se construyeron tres tableros grises, con recuadros para las teclas que va variando su ancho W. Además, se marcaron con un marcador las distancias A, las cuales fueron las mismas en los tres tableros. De esta manera al variar solo el ancho de los recuadros estamos evaluando exactitud en el movimiento. Según [13], la Ley de Fitts es totalmente aplicable a 2D, a pesar de que se planteó para movimiento unidireccional.

En la Fig. 3 se pueden observar los diferentes tamaños de recuadrados para los tres tableros usados.

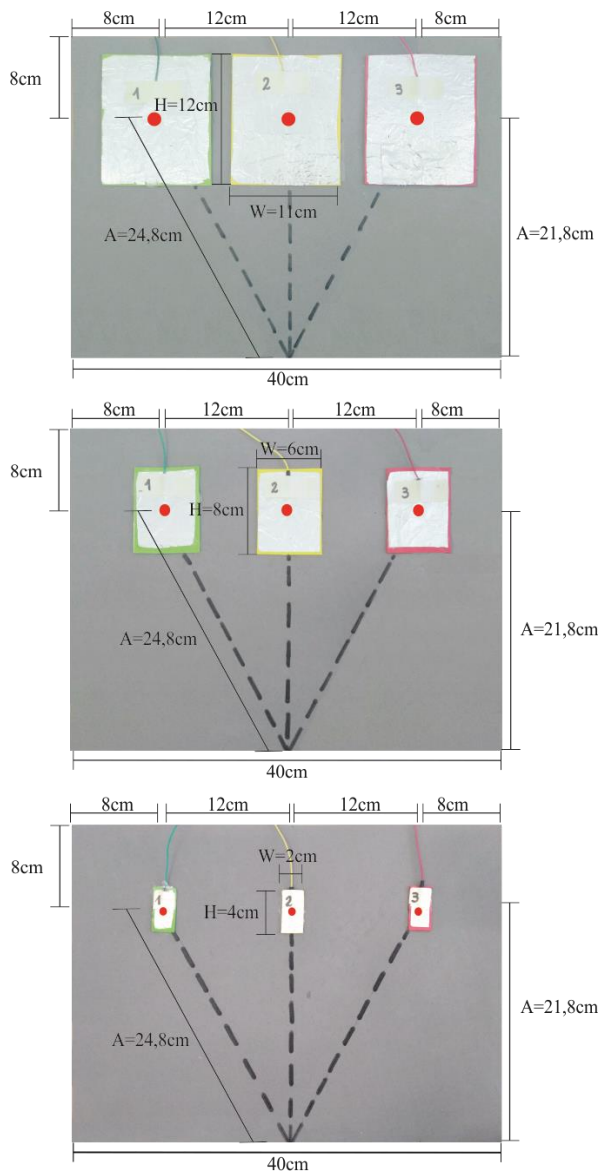


Fig. 3. Se observan los distintos tableros con los diferentes anchos W utilizados en la experimentación, la distancia A, y las medidas del tablero.

El paciente debe ejecutar por cada brazo 15 movimientos para cada ancho de cuadrado W, por lo tanto, se hicieron 5 sesiones de juego por cada uno. De esta manera se obtuvieron los MT, de cada pantalla y para cada sesión de juego. Posteriormente se calcularon los ID. Finalmente, se procedió al cálculo de los MTe y los IDE, para poder calcular los (Tp.)

Una vez finalizada las sesiones de juego se les hizo completar a los pacientes una encuesta que se muestra en la Fig. 4.

III. RESULTADOS

A. Plataforma RECOGNIKEY

En esta sección se presentan la plataforma y el juego desarrollado. En la Fig. 5 se presenta la plataforma RECOGNIKEY, con uno de los tableros a experimentar.

En la Fig. 6, se presentan dos de las cinco pantallas del juego desarrollado en donde se puede observar el avatar diseñado y un entorno.

Experimento de comparación en tiempos de ejecución de movimientos de ambos brazos
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN EN RELACION A LAS PLATAFORMAS UTILIZADAS

Puntúe las siguientes preguntas colocando una cruz en el casillero que corresponda según su criterio.

PARA CADA BRAZO DEBE RESPONDER, Y NUMERAR LAS PLATAFORMAS DE 1 A 4

1. ¿Con cuál plataforma sintió que realizaba el movimiento con mayor agilidad? Aclaración: no es necesario seleccionar la misma plataforma para ambos brazos

Plataforma 1		Plataforma 2		Plataforma 3	
BD	BI	BD	BI	BD	BI

Observaciones:

2. ¿Con cuál plataforma se sintió más seguro en acertar y no fallar el click? Aclaración: no es necesario seleccionar la misma plataforma para ambos brazos

Plataforma 1		Plataforma 2		Plataforma 3	
BD	BI	BD	BI	BD	BI

Observaciones:

3. ¿Usted cree que esta manera de ejecutar clicks es más sencilla que utilizar un mouse convencional?

Mucho más sencilla	Sencilla	Similar	Es compleja	Mucho más compleja

Observaciones:

4. ¿Siente que con alguna de estas plataformas Ud. podría ejercitar el miembro afectado?

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca

Observaciones:

Fig. 4. Encuesta realizada a los pacientes para conocer su opinión.

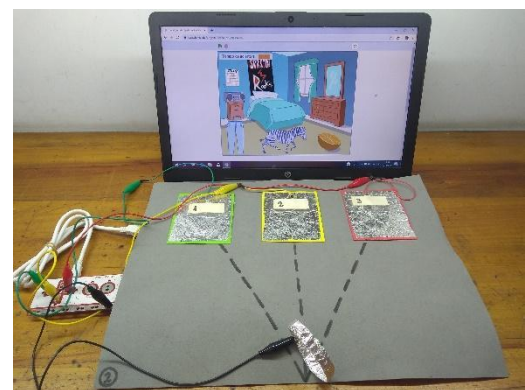


Fig. 5. RECOGNIKEY, se observa uno de los tableros usados con sus respectivos recuadros y sus conexiones con el Makey Makey®. Además, se observa la pulsera que el voluntario debe colocarse para cerrar el circuito al momento de seleccionar el recuadro correcto y el juego en pantalla.

B. Validación de RECOGNIKEY

En esta sección se presentarán los datos obtenidos de la validación. A modo demostrativo en la Tabla II se presentan los valores de MT e IDE del usuario 2. Se pueden observar la variación que existe en los MT, e IDE entre el Miembro Superior Hemipléjico (MSH) y el Miembro Superior No Hemipléjico (MSNH), teniendo mayor variabilidad los del MSH. En la Fig. 7 se pueden observar los Tp de cada usuario, con cada tablero tanto del

MSH y MSNH. Los Tp menores se corresponden al MSH de cada paciente, y la mayor diferencia entre los Tp de cada brazo se pueden observar para el último tablero, en donde se requiere una mayor precisión.



Fig. 6. a) Primera pantalla en donde el avatar explica en que consiste el juego. Lo que dice el avatar de manera sonora es escrito en un globo de diálogo; b) Entorno: dormitorio, en donde se pueden visualizar tres objetos de los cuales el correcto es el pantalón.

Los resultados de la encuesta fueron coherentes con los valores de Tp obtenidos, ya que todos los usuarios determinaron que sintieron mayor agilidad, precisión y velocidad utilizando el tablero 1. En relación con la pregunta 3 (Fig. 6), los usuarios respondieron que era mucho más sencillo. Con respecto al uso de este tipo de plataforma para rehabilitar el MSH todos eligieron que la usarían siempre, y con el juego resultaba que la rehabilitación la sentían más entretenida.

TABLA II
USUARIO 2

Tablero 1				Tablero 3			
MSH		MSNH		MSH		MSNH	
MT	IDe	MT	IDe	MT	IDe	MT	IDe
6	2.86	2	2.58	75	2.12	1	1.49
3	2.47	2	2.32	12	1.95	1	1.69
6	1.98	1.84	1.81	3.44	1.58	0.65	1.34
3	1.95	2	1.60	4	1.34	1	1.81
4	1.83	2	1.65	6	1.22	1	1.58
11	2.47	2	1.62	12.9	1.42	0.96	2.32
3	1.55	2	1.58	5	1.58	1	1.69
2	1.53	2	1.17	8	1.42	1	1.49
4.24	1.58	0.88	1.26	42	1.69	1	1.28
3	1.73	2	1.42	6	1.95	1	2.58
3	1.62	2	2.12	9	1.28	1	1.69
4.46	1.23	1.42	2.08	5.95	1.69	0.48	1.42
3	1.18	1	2.15	46	2.32	1	1.28
2	1.16	1	1.55	21	1.81	1	1.81
2.87	1.58	1.65	1.45	3.41	1.34	1	1.58

Evolución de TP

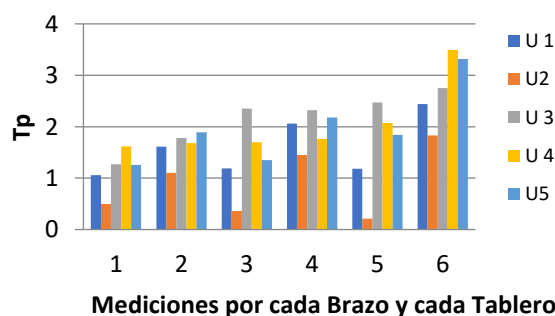


Fig. 7. Evolución de los (Tp) calculados para cada usuario. En el eje de las x, colocan las mediciones 1 y 2 corresponden al Tablero 1 para el MSH y MSNH respectivamente, las mediciones 3 y 4 son los valores para el Tablero 2 con MSH y MSNH respectivamente, y 5 y 6 son las mediciones que se corresponden al Tablero 3 para MSH y MSNH respectivamente.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se presentó el desarrollo y validación de una Plataforma para rehabilitación cognitiva y motora de MSH. Donde a través de una encuesta a los pacientes se determinó que puede utilizarse como una posible herramienta de diagnóstico de rehabilitación.

A través del uso de la Ley de Fitts y el Tp se determinó, relacionó y cuantificó la dificultad de realizar un movimiento, en relación con el tiempo insumido y su exactitud.

Con relación a las capacidades motoras del MSH, las evaluaciones clínicas de FMA y AM de los usuarios 3, 4 y 5 presentaron valores que indicaban bajos niveles de espasticidad y buen nivel funcional en el MSH, sin embargo, si analizamos en detalle el Tp que se corresponde con las medidas 5 y 6 de la Fig. 7, en donde el W tiene un tamaño reducido existe una marcada diferencia entre el Tp del MSH y MSNH. Esto demuestra que presentan dificultad cuando el movimiento requiere una gran precisión.

Con respecto a los usuarios 1 y 2, la evaluación clínica de FMA y AM arrojó valores que demuestran una clara diferencia entre un miembro y otro permitiendo observar claramente que en los tres tableros los Tp difieren marcadamente para el MSH y MSNH. Por lo tanto, de esta evaluación los Tp calculados pueden tomarse como medidas de cuantificación de movimientos en la ejecución de una tarea motora concreta. Además, fue posible observar que el tablero 2 sería el que posee un ancho W de los recuadros óptimo en relación con el desempeño del movimiento con tiempos, velocidades y precisión similares entre el MSH y MSNH. A pesar de que los usuarios en su encuesta les resultó mejor trabajar con el tablero 1, el desafío para su rehabilitación motora sería utilizar el Tablero 2 y obtendrían un desempeño óptimo en relación de velocidad y precisión.

Por último, se puede destacar que dentro de la plataforma los tableros le brindan a los pacientes post ACV una herramienta de accesibilidad que les permite jugar con el MSH de manera parecida a como si lo hiciera con el MSNH. Esta situación le proporciona al kinesiólogo una herramienta que incentiva al paciente al uso del miembro superior afectado, como también permite evaluar sus capacidades motoras ante tareas que exijan diferentes niveles de precisión, y de esta forma elaborar estrategias de rehabilitación basadas en tareas específicas de las AVD.

V. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la UNSJ, CONICET y la SECITI de la provincia de San Juan.

REFERENCIAS

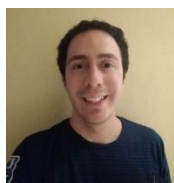
[1]. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS): Accidente cerebrovascular: Esperanza en la investigación. Diciembre 2000, disponible en: http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/accidente_cerebrovascular.htm

[2]. Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, Deruyter F, Eng JJ, Fisher B, Harvey RL, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke. 2016;47:e98–e169.

- [3]. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res.* 2008;51:S225–39.
- [4]. Houmanfar R, Karg M, Kulic´ D. Movement analysis of rehabilitation exercises: distance metrics for measuring patient progress. *IEEE Syst J IEEE.* 2016;10:1014–25, Chen K-H, Chen P-C, Liu K-C, Chan C-T.
- [5]. Wearable sensor based rehabilitation exercise assessment for knee osteoarthritis. *Sensors (Basel).* [Internet]. Springer; 2015;15:4193–211. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4367405/>
- [6]. M. Contreras, E. Tello, N. López, A.M. Echenique, M.E. Perez. *Plataforma de Análisis de Movimiento a Través de Imágenes de Miembro Superior.* VI Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica CLAIB 2014. 29 al 31 de octubre. Paraná, Entre Ríos, Argentina. ISBN 978-950-698-343-7
- [7]. F. Mercado, A. Rodrigo, P. Oñas, E. Perez, N. Lopez, "Sensorized assistance device to hand recovery" en 41ª Conferencia EMB, Berlín, 2019.
- [8]. Tannous H., Grébonval C., Istrate D., Perrochon A. and Dao T. T., "Cognitive and functional rehabilitation using serious games and a system of systems approach," 2018 13th Annual Conference on System of Systems Engineering (SoSE), Paris, 2018, pp. 189-194. doi: 10.1109/SYSE.2018.8428731
- [9]. Noveletto, F., Soares, A. V., Mello, B. A., Sevegnani, C. N., Eichinger, F. L. F., Hounsell, M. D. S., & Bertemes-Filho, P. (2018). Biomedical Serious Game System for Balance Rehabilitation of Hemiparetic Stroke Patients. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering.* 26(11), 2179-2188.
- [10]. Corona, F., Chiuri, R. M., Filocamo, G., Foà, M., Lanzi, P. L., Lopopolo, A., & Petaccia, A. (2018, August). Serious Games for Wrist Rehabilitation in Juvenile Idiopathic Arthritis. In 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM) (pp. 35-42). IEEE.
- [11]. Cabrera J, Robles B., Arevalo Y., Pesantez Coyago J., Robles-Bykbaev T., Vladimir. (2018). Serious game to improve fine motor skills using Leap Motion. 1-5. 10.1109/CACIDI.2018.8584370.
- [12]. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology,* 47(6), 381-391.
- [13]. Soukoreff, R. W. ; MacKenzie, I. S. (2004) Towards a standard for pinging device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI. En: *International Journal of Human-Computer Studies* 61. 6.: 751-789. ISSN 1071-5819.
- [14]. ISO, 2002. Reference Number: ISO 9241-9:2000(E). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)—Part 9—Requirements for non-keyboard input devices (ISO 9241-9)(Vol. February 15, 2002): International Organisation for Standardisation.
- [15]. Schell, J. (2008) *The art of game design: A book of lenses.* CRC Press.
- [16]. BISBE, M.; SANTOYO, C.; SEGARRA, V. *Fisioterapia en neurología: procedimientos para restablecer la capacidad funcional.* Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2012.



Ailín Andrea Fátima Ibazeta, egresada del Inst. Pre Universitario Escuela de Comercio Lib. Gral. San Martín con distinción a su rendimiento académico, estudió inglés 6 años en el Chester Institute recibiendo el diploma de honor por dedicación al estudio, actualmente se encuentra finalizando sus estudios en la carrera de Bioingeniería en la Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del San Juan realizando la tesis final de grado. A su vez ha integrado 2 proyectos de investigación en la Universidad que tienen que ver con la creación de una plataforma "RECOGNIKEY" para la rehabilitación de personas que han sufrido ACV y estudio de somnolencia en conductores con el fin evitar accidentes por sueño.



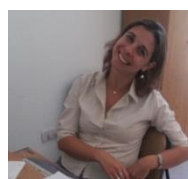
Juan Carlos Iturrieta Gimeno nació en San Juan Argentina el 11 de agosto de 1992. Finalizó sus estudios secundarios en el Instituto Preuniversitario Escuela Industrial Domingo Faustino Sarmiento en el año 2011, alcanzando el título de Técnico en Electrónica. En ese mismo año, culminó sus estudios en el idioma inglés en el Instituto Saint Thomas rindiendo el examen internacional *First Certificate In English*. Actualmente, se encuentra desarrollando su tesis de grado de la carrera Bioingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería. Allí desempeña tareas de investigación en el área de rehabilitación en *serious games*. También se desenvuelve como alumno tutor inclusivo en la facultad.



Cintia Belén Páez nació en San Juan Argentina en agosto de 1993. Finalizó sus estudios secundarios en el año 2011 en el Colegio El Tránsito de Nuestra Señora, como Bachiller en Ciencias Naturales. Actualmente, se encuentra en el último año de la carrera de Bioingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería. Allí desempeña tareas de Docente alumno en el Departamento de Electrónica y Automática, en el área de Química e Introducción a la Bioingeniería; y realiza tareas de investigación en el Gabinete de Tecnología Médica (GATEME) en el área de serious games para rehabilitación de pacientes post ACV.



Alejandro Rodrigo, nacido en la ciudad de San Juan, Argentina, en 1989. Recibió su título de grado en Licenciado en Kinesiología y Fisioterapia en la Universidad Católica de Cuyo de San Juan, en 2013. Actualmente, tiene una beca del Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y se encuentra realizando el doctorado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Favaloro. Su campo de investigación se centra en el área de Medicina de Rehabilitación Física, mediante el uso tecnologías para la cuantificación de evaluaciones funcionales en miembros superior y tronco. Trabaja en el análisis de test de evaluación funcional más utilizados en la práctica clínica y en nuevos enfoques de terapia de rehabilitación funcional en paciente post ACV.



Elisa Pérez estudió Bioingeniería en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. Se graduó en el año 2003. En el año 2005 comenzó el Doctorado en Ingeniería de Sistemas de Control en el Instituto de Automática de la Universidad Nacional de San Juan, se graduó en 2010. Trabaja como Profesor Asociado en la Carrera de Bioingeniería e Ingeniería Electrónica en el área de Control. Es Investigador Asistente de CONICET, trabaja en el área de Ingeniería de rehabilitación y Procesamiento de Imágenes aplicado a Tecnologías de Asistencia.