

Realidad Virtual aplicada a la Rehabilitación de pacientes

Sebastián Macías

Seminario de Ingeniería Biomédica 2015

Facultad de Ingeniería, UDELAR

Montevideo, Uruguay

gsmacias@gmail.com

Resumen—En este documento es una revisión general de los usos de la Realidad Virtual en la reahabilitación de pacientes de diversa índole y su proyección a futuro. Se repasan los usos actuales y los resultados obtenidos, así como las mejoras que pueden tener los tratamientos incorporando nuevas tecnologías, especialmente el Oculus Rift.

Key words *Rehabilitación, Realidad Virtual, Inmersión, Oculus Rift*

I. INTRODUCCIÓN

La Realidad Virtual(RV) como herramienta de rehabilitación es cada vez más utilizada por terapeutas en todo el mundo. La terapia basada en RV cuenta con un contexto funcional, concreto y estimulante para los pacientes, trayendo un beneficio directo tanto al paciente como al terapeuta por la adaptabilidad que tienen estos sistemas[7]. Entre otras cosas, estas terapias pueden presentar situaciones dentro de un ambiente seguro y controlado, que a su vez son más desafiantes y estimulantes para el paciente[2].

Esto se ve respaldado gracias a los avances en la tecnología, que hacen cada vez más económicos y accesibles los dispositivos de hardware y software que hacen posible la rehabilitación con Realidad Virtual. Estos avances permiten entre otras cosas crear experiencias virtuales cada vez más cercanas a las experiencias reales. Estas mejoras se ven tanto en los dispositivos para recoger datos, de los movimientos de los pacientes como por ejemplo los sensores de movimiento Kinect, como por los dispositivos de despliegue de imágenes. Un

dispositivo que se encuentra actualmente en desarrollo, y tiene usos prometedores es el Oculus Rift. Este consiste en un dispositivo montado en la Cabeza, o casco, de RV. Posee una pantalla de alta resolución y un sistema óptico que proporciona una imagen diferente a cada ojo, lo cual permite la percepción estereoscópica del ambiente virtual, así como precisos sensores para registrar el movimiento de la cabeza, lo cual permite adaptar las imágenes para que el usuario perciba el movimiento de las imágenes de manera natural cuando mueve la cabeza. Sus principal diferencia con respecto a otros sistemas de RV, es que la experiencia que genera al usuario es altamente inmersiva[11]. Esto implica que el usuario esté más enfocado y en la tarea que está realizando, y que los estímulos que reciben sean más parecidos al de la situación real que se está intentando simular. Estas características lo hacen un dispositivo prometedor para incorporarlo como herramienta de rehabilitación. Mostraremos cuales serían las ventajas del uso de este dispositivo, así como que pautas deberían considerarse para el desarrollo de estas herramientas es lo que se pretende mostrar en este trabajo.

II. REHABILITACIÓN

La rehabilitación física es el conjunto de medidas sociales, educativas y profesionales que concierne el diagnóstico, evaluación, prevención y tratamiento de la incapacidad encaminados a facilitar, mantener o devolver el mayor grado de capacidad funcional e independencia posible[7]. No se deben desconocer el importante rol que juega la rehabilitación física en la sociedad, dado que estimaciones de la OMS

arrojan que más de 1.000 millones de personas en el mundo experimentan algún tipo de discapacidad [9]. En Latinoamérica más del 25% de la población con discapacidades son niños y adolescentes, y solo del 2% a 3% de esta población tiene acceso a los programas y servicios de rehabilitación [10]. Por su parte las discapacidades son una gran carga para el paciente, sus cuidadores, su familia y la sociedad. Tareas diarias simples representan un desafío y el paciente debe aprender de nuevo los gestos que parecían habitual antes de sufrir una discapacidad.

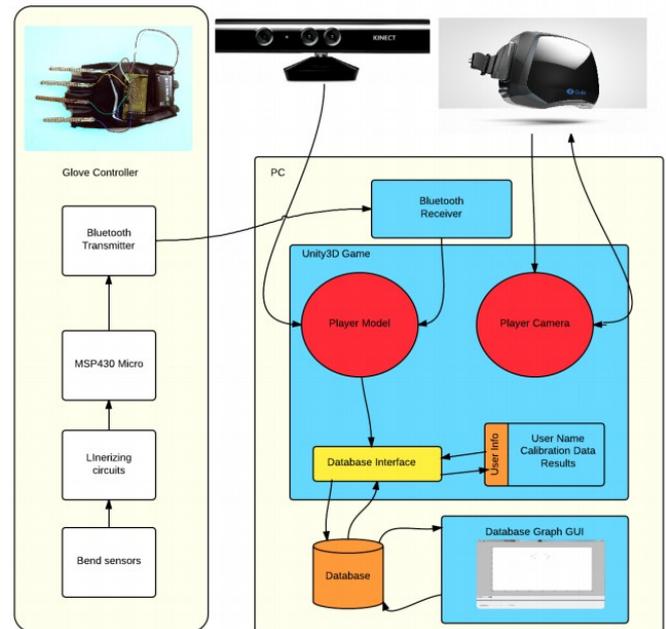
III. EL USO DE REALIDAD VIRTUAL EN REHABILITACIÓN

Es clara la pertinencia del uso de la RV en rehabilitación, son varias las ventajas descritas en las diversos experimentos hechos con esta tecnología. Está comprobado que la RV es capaz de estimular el movimiento y la actividad cerebral, aumentando los niveles de atención, y el desarrollo de entornos de simulación diferentes que son capaces de mejorar las sesiones de rehabilitación. Por otro lado, un entorno virtual puede ser reproducido en cualquier sitio, inclusive en el domicilio del paciente. Esto es importante dado que la intensidad y la duración de la rehabilitación hace difícil a algunos pacientes de seguir la planificación hecha por el terapeuta. Muchas veces asistir a una sesión implica un largo viaje, por lo tanto la RV también abre la posibilidad a sistemas de tratamiento remotos.[6].

En la rehabilitación motora, la RV se emplea como una herramienta de rehabilitación y evaluación en programas de entrenamiento del equilibrio, la postura y la marcha, activación de las funciones en los miembros superiores, terapias de tolerancia al ejercicio y al dolor, evaluación

Arquitectura típica de un sistema de RV

de actividades de la vida diaria,[5].



Los procesos de rehabilitación motora tienen como aspectos clave la repetición, motivación y retroalimentación. Para aprender a realizar un movimiento, este debe ser ejecutado repetidamente para la memorización y el aprendizaje motor, ya que estimula la reorganización neuronal. La motivación es un aspecto donde la terapia a través de RV suele destacarse, debido a la forma como se puede presentar un ejercicio, resultando agradable para el usuario.

Un ejemplo típico de la aplicación de RV es a través de un videojuego. En este se plantean diferentes metas a cumplir, las cuales dan un *feedback* al usuario de estar realizando un movimiento de forma correcta o no. Si tales objetivos son planteados correctamente entonces representan un reto al usuario, generando una motivación para lograr el objetivo. Esto permite realizar las repeticiones necesarias para estimular la reorganización cerebral y así, memorizar el movimiento. Los ejercicios terapéuticos propuestos usando RV suelen ser totalmente configurables y, en los ambientes virtuales generados se da especial atención a los puntos clave del ejercicio, eliminando los posibles agentes distractores que puedan degradar la calidad de la terapia.



Así se ve un sistema de RV

En un videojuego se plantean distintas metas a cumplir, las cuales dan una retroalimentación al usuario de estar realizando un movimiento de forma correcta o no. Si tales objetivos son planteados correctamente entonces representan un reto al usuario, generando una motivación para lograr el objetivo. Esto permite realizar las repeticiones necesarias para estimular la reorganización cerebral y así, memorizar el movimiento. Los ejercicios terapéuticos propuestos usando RV suelen ser totalmente configurables y, en los ambientes virtuales (AV) generados se da especial atención a los puntos clave del ejercicio, eliminando los posibles agentes distractores que puedan degradar la calidad de la terapia. A continuación, se estudiarán algunos de los estudios realizados en esta dirección. La situación actual indica que en todas las áreas relacionadas con la rehabilitación médico-técnica, cómo la RV, simuladores y otras, se han logrado importantes avances.

IV. Lo mencionado hace pensar que el uso de la RV aparece como promisorio, sin embargo la

situación actual es que no abundan los datos clínicos, es común encontrar en la bibliografía ensayos realizados con uno o dos pacientes. Tampoco existe un uso extensivo de la misma. En los últimos años, las investigaciones se enfocan en utilizar hardware existente no especializado de bajo costo con el fin de masificar su utilización y ser más accesible. Un ejemplo de lo constituye el uso de hardware diseñado para el entretenimiento, dentro de la rehabilitación (e.g. Kinect™ y Wii™). [12]. Sin embargo algunos autores lo consideran limitado por el alto costo de la tecnología virtual, sin embargo también identifican que abaratamiento de los componentes electrónicos permitirán disponer de esta tecnología en forma masiva en los próximos años.[1]

V. REALIDAD VIRTUAL Y OCULUS RIFT

Lo anteriormente mencionado puede ser mejorado, y se pueden generar nuevas aplicaciones, utilizando el casco de RV Oculus Rift. Para analizar cuáles serían las ventajas se debe tener un conocimiento de los adelantos que introduce el dispositivo, pero también de un conocimiento de base que permita diseñar adecuadamente la experiencia.

La RV fue descrita por primera vez por Ian Sutherland como "Hacer de ese mundo (virtual) en la pantalla que se vea real, se sienta real, y responda de forma realista a las acciones de quien lo esté presenciando" [12]. En su evolución se han incorporado otros aspectos que no necesariamente están vinculados con la pantalla, como lo son los dispositivos que generan *feedback* al sentido del tacto



Oculus Rift Kit de Desarrollo 2 1

, el sonido envolvente, y en algunas experiencias concretas, el olfato y el gusto.

Es importante distinguir que la RV puede categorizarse en inmersiva o no inmersiva. El término inmersión refiere al acto voluntario de obviar los distintos estímulos que hace percibir la experiencia presentada como no real, permitiendo captar toda la atención y concentración del usuario involucrado[3]. Una experiencia inmersiva nos podría llevar a generar lo que en psicología se ha definido como *flow*, que refiere al estado emocional que es alcanzado cuando una persona está realizando una actividad con un alto grado de concentración, y pierde la noción del tiempo y preocupaciones del mundo externo. Este estado en particular permite a la persona involucrarse más en la tarea que está realizando[13].

El Oculus Rift fue diseñado para proporcionar una experiencia altamente inmersiva de forma accesible al público masivo, por ser un hardware relativamente barato, y por funcionar con dispositivos PC tradicionales. Como ya mencionamos en la introducción, su soporte exterior es un casco que se coloca en la cabeza del usuario. El casco está equipado con una pantalla de alta resolución (1920 x 1080) la cual se divide para desplegar en cada una de sus mitades la imagen correspondiente a cada ojo. A esto, se le suma un sistema de lentes percepción estereoscópica del mundo virtual. El dispositivo incorpora también un sensor de aceleración y rotación que reporta cada un milésimo de segundo la posición de la cabeza. El Oculus Rift mejora la inmersión en el ambiente virtual, ya que la persona ya no debe interpretar las imágenes de la pantalla para sacar una conclusión sobre su situación en el mundo virtual, sino que las va a percibir casi como si estuviera allí mismo. Esto se logra básicamente de 3 maneras:

- Usando el tracking del movimiento de la Cabeza, para que el software muestre una imagen de realidad tal cual la percibiría la persona.

- Imitando como funciona la vista humana, presentando imágenes diferentes a cada ojo

- Bloqueando los estímulos visuales del mundo exterior

Actualmente el Oculus Rift se encuentra en fase de desarrollo, estando disponible solamente para desarrolladores y universidades teniendo un costo de U\$S 300. Sin embargo, el 6 de mayo de 2015 fue anunciado el lanzamiento de la primera versión abierta al público en general para el primer cuatrimestre de 2016[11], con un costo que rondará los U\$S 1500 por unidad.

VI. OCULUS RIFT EN REHABILITACIÓN

A pesar de la reciente aparición del dispositivo, en algunos lugares del mundo se están dando los primeros pasos para incorporarlo a terapias de rehabilitación. Están en curso los primeros ensayos clínicos, así como se describen algunas aplicaciones desarrolladas con estos fines.

Un caso interesante a mencionar es el del proyecto VR Stroke Rehab de la universidad de Tel Aviv, Israel[4], enfocado en la rehabilitación de los pacientes que sufrieron accidentes cerebrales. El equipo de VR Stroke Rehab está utilizando un conjunto de consolas disponibles en el mercado, dentro de los que se encuentra el Oculus Rift. Este se integra adicionalmente a un sistema que toma datos de sensores que reaccionan al movimiento del paciente.



Rehabilitación cognitiva con VR

El sistema permite mantener a los participantes motivados ofreciendo variedad en los ejercicios, con intensidad variable y retroalimentación con relevancia para su rehabilitación. La RV permite en este caso “transformar nuestro sentido de la realidad en condiciones controladas por la tecnología”.

Los primeros resultados de esta experiencia indican que la velocidad y duración de los movimientos relevados en pacientes que utilizan RV altamente inmersiva logran cinco veces más repeticiones de movimientos útiles que aquellos que no la utilizaron. Adicionalmente, los pacientes manifestaron en cuestionarios que disfrutaban mucho más de las sesiones de rehabilitación. Un programa más disfrutable puede ayudar a combatir síntomas como la depresión, cansancio o ansiedad, muy comunes en los pacientes que han sufrido un accidente cerebral.

En otro caso a destacar, un equipo de la Universidad de Pittsburgh ha trabajado en un sistema para la neurorrehabilitación del equilibrio de pacientes con desórdenes vestibulares, al cual han denominado Balance Near Automatic Virtual Environment (BNAVE). El BNAVE es un sistema inmersivo con imágenes estereoscópicas, en el que se proyecta el entorno virtual sobre todo el campo de visión del paciente, quien se encuentra colocado sobre una plataforma de fuerzas en el centro de la 'habitación virtual'. Los datos registrados por el BNAVE son el movimiento de la cabeza, el centro de presión del pie y señales electromiográficas. La validez del sistema se ha probado en un estudio piloto con cinco participantes, dos de ellos con desórdenes vestibulares y tres sin patología. Ambos grupos respondieron a los estímulos visuales con incrementos sustanciales en el movimiento de la cabeza y el balanceo.[3]

De estos casos anteriores se desprenden como principales ventajas:

- El aspecto lúdico de la propuesta de rehabilitación con Oculus Rift, y su efecto positivo sobre el estado de ánimo del paciente.
- Indicios de mejoras en los resultados de la terapia, medidos como la capacidad de repetir movimientos útiles por parte de los pacientes.

En base a esto y a lo que implica la rehabilitación como terapia, el uso del Oculus Rift parece promisorio para mejorar los tratamientos con Niños, o sesiones de terapia largas y aburridas.

VII. CONCLUSIONES

Los adelantos tecnológicos de los últimos tiempos nos acercan la RV como tecnología viable y económica para hacer uso con diversos fines. En particular en la medicina, muestra indicios promisorios como herramienta para las terapias de rehabilitación. Su potencial para hacer más lúdica y llevadera la experiencia, así como las posibilidades de incorporar la terapia remota son los atributos más resaltables para ser incorporada a las técnicas actuales.

La ausencia de una basta bibliografía y ejemplos de uso, parece indicar que es necesario realizar un mayor esfuerzo de investigación para poder explotar esta tecnología a un mayor potencial. Serán necesario por ejemplo, ensayos clínicos con mayor número de pacientes para poder evaluar mejor los tratamientos y se avance a pasos firmes en su uso. En cuanto a la RV altamente inmersiva, esta le da un salto cualitativo a la experiencia que percibe el usuario. Nuevamente es preciso estudiar si este salto cualitativo en la experiencia, se traduce en mejores resultados de la terapia.

VIII. REFERENCIAS

- [1] Koon, Ricardo, and María Eugenia De la Vega. "El Impacto Tecnológico En Las Personas Con Discapacidad." In *Conferencia Presentada En El II Congreso Iberoamericano de Informática Educativa Especial, Córdoba, 2000*. <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2000/14-2000.pdf>.
- [2] H. Sveistrup. "Motor rehabilitation using virtual reality", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 1, num. 1, p. 10, 2004.
- [3] Whitney SL, Sparto PJ, Brown KE, Furman JM, Jacobson JL, Redfern MS. The potential use of virtual reality in vestibular rehabilitation: preliminary findings with the BNAVE. *Neurol Rep* 2002; 26: 72-8. Science, 1989
- [4] Virtual reality helps stroke victims walk again, *Horizon, The UE Research & Innovation Magazine*, Jun 17, 2015 http://horizon-magazine.eu/article/virtual-reality-helps-stroke-victims-walk-again_en.html
- [5] J. Broeren, H. Samuelsson, K. Stibrant-Sunnerhagen, C. Blomstrand, M. Rydmark. "Neglect assessment as an application of virtual reality", *Acta Neurologica Scandinavica*, vol. 16, num. 3, pp. 157-63, Sep. 2007.
- [6] Kaminer, Conor, Kevin LeBras, Jordan McCall, Tan Phan, Paul Naud, Mircea Teodorescu, and Sri Kurniawan. "An Immersive Physical Therapy Game for Stroke Survivors." In *Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, 299–300. ASSETS '14. New York, NY, USA: ACM, 2014. doi:10.1145/2661334.2661340.
- [7] "Un Framework Para La Rehabilitación Física En Miembros Superiores Con Realidad Virtual." Accessed June 14, 2015. https://www.academia.edu/5070118/Un_Framework_para_la_Rehabilitaci%C3%B3n_F%C3%ADsica_en_Miembros_Superiores_con_Realidad_Virtual.
- [9] Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial, *Informe mundial sobre la discapacidad*. Ediciones de la OMS, 2011. [En línea] <http://tinyurl.com/bt4xes9>
- [10] M. Zepeda, A. Vásquez. "Aplicación de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud en estudios de prevalencia de discapacidad en las Am
- [11] "Oculus Rift." *Wikipedia, la enciclopedia libre*, May 29, 2015. http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Oculus_Rift&oldid=82818612
- [12] I. Sutherland: *The Ultimate Display*. Proceedings of IFIP Congress 2, pp. 506-509 (1965). <http://dl.acm.org/sci-hub.org/citation.cfm?id=2674450>
- [13] Coelho, Tiago Miguel Martins. "Avatar Modeling: A Telepresence Study with Natural User Interface," 2013. <https://run.unl.pt/handle/10362/10975>.