

Cocina virtual para ayudar en la rehabilitación de personas con lesiones cerebrales mediante entrenamiento en una actividad cotidiana

Mario Martínez-Zarzuela¹, Francisco Javier Díaz-Pernas¹, Alfredo Alonso García¹, David González-Ortega¹, Míriam Antón-Rodríguez¹

¹Departamento de Teoría de la Señal, Comunicaciones e Ingeniería Telemática, Universidad de Valladolid (ESpaña).

Resumen / Abstract

Resumen. Las personas con discapacidad cognitiva o lesiones cerebrales sufren dificultades para desplazarse, planificar, comunicarse o realizar tareas tan comunes como vestirse o asearse. En este artículo se describe un sistema de ayuda a la rehabilitación para este tipo de pacientes que emplea Realidad Virtual (RV). En este sistema, los pacientes interactúan con el escenario virtual 3D de una cocina y se plantean actividades tipo preparación de la lista de la compra, para favorecer la rehabilitación cognitiva y física. Con estas actividades se potencian capacidades como la memoria, la atención y la psicomotricidad simultáneamente. El control del escenario se realiza mediante una interfaz natural de usuario basada en gestos, por lo que no es necesario ningún tipo de entrenamiento. Una vez concluida la actividad, el sistema genera informes automáticos de actividad que permiten a los terapeutas evaluar el progreso de los pacientes. En pruebas realizadas con pacientes reales con este sistema, los terapeutas indicaron una motivación y afán de superación mayor en los pacientes, que cuando se empleaban ejercicios convencionales.

Abstract: People with cognitive disabilities or those who have suffered a brain injury have difficulties to move, planning, communicate or perform common tasks such as dressing or grooming. In this paper, a Virtual Reality (VR) system designed to help these patients is presented. In this system, patients interact in a 3D virtual environment of a kitchen. The system is devised to facilitate cognitive and physical rehabilitation by preparing a shopping list. This activity helps to train memory, attention and psychomotor activity capacities at the same time. Virtual environment interaction on a natural user interface based on gestures, thus no previous training is needed. Once the activity is finished, automatic reports are generated to allow therapists offline evaluation of users progress. In the tests performed with patients, therapists emphasized the motivation and desire to better oneself with this system, compared to more traditional rehabilitation tests.

Introducción

Se prevé que en el año 2020 las lesiones cerebrales estarán entre las cinco causas de enfermedad con mayor repercusión económica ajustada para la esperanza de vida de la población (Tormos et al, 2007). Los avances médicos en las últimas décadas han posibilitado una mayor supervivencia de las personas con lesiones cerebrales adquiridas. Ello ha propiciado que se produzca un incremento del número de secuelas que manifiestan los pacientes a diferentes niveles (físico, metabólico, cognitivo, emocional, conductual...), afectando de forma considerable a la calidad de vida del individuo y de su familia (Thornton et al, 2005).

La rehabilitación cognitiva es un proceso en el que profesionales del servicio de salud trabajan con personas con daño cerebral para remediar o aliviar los déficits cognitivos que surgen tras una afección neurológica (Benedict, 1989). Estudios recientes muestran la posibilidad de mejorar parcialmente dichas secuelas a través del entrenamiento intensivo sostenido en el tiempo (Fernández-Guinea, 2001). Sin embargo, la aplicación de estos programas y su universalización, en régimen de hospitalización o de atención ambulatoria es complicado y económicamente inviable. El envejecimiento de la población Europea y la dispersión de la población en ciertas regiones, unido a una densidad de población escasísima, introducen elevadísimos costes de desplazamiento para tratar convenientemente a estas personas.

La Realidad Virtual (RV) es una tecnología muy prometedora para los tratamientos a distancia de personas con discapacidad cognitiva o física. El abaratamiento de las tecnologías asociadas a la captura de datos de movimiento en 3D y a la representación de escenarios (televisores, proyectores), posibilita incorporar tratamientos basados en RV en clínicas o

directamente en el hogar de los pacientes (Fernández-Guinea, 2001). La ventaja principal de la RV es que permite desarrollar entornos simulados de rehabilitación sobre los que el usuario interactúa de forma natural, viviendo la experiencia como si ocurriera en un entorno real (Rose, 1996).

El uso de escenarios virtuales en el ámbito de la rehabilitación cognitiva pretende la mejora de las capacidades físicas, psicológicas y de adaptación social de los pacientes. Teniendo como objetivo lograr un nivel óptimo de integración social. En este sentido, los ambientes virtuales han sido empleados mayoritariamente como métodos de entrenamiento de habilidades para la vida independiente y como formas de evaluación de la adquisición de tales habilidades (Pérez Martínez, 2011). Los estudios en este ámbito han demostrado que el aprendizaje adquirido por esta vía, puede ser transferido a las situaciones de la vida real en donde se requiere de tales capacidades (Standen, Brown & Cromby, 2001). Adicionalmente las frustraciones del paciente, derivadas de los entrenamientos in situ de estas habilidades pueden ser evitadas por medio de entornos simulados a través del uso de la RV (Rose, 1996).

1.1. Motivación y objetivos

El uso de las herramientas tecnológicas emergentes en el campo de la rehabilitación es un fenómeno cada vez más frecuente. En la actualidad existen colaboraciones entre clínicas y centros de investigación que están trabajando con entornos virtuales específicos equipados con interfaces adaptados que suponen un nuevo estímulo para la rehabilitación de los pacientes (Koenig et al., 2011).

El sistema desarrollado nace por la necesidad de facilitar ciertas tareas a los usuarios, mejorando su cali-

dad de vida ayudándolos en su integración en la sociedad (Maldonado, 2002). En concreto, la actividad para la que ha sido desarrollada la aplicación se centra en la elaboración de la lista de la compra.

Personal socio sanitario de una fundación para ayuda a personas con discapacidad nos trasladó que una tarea tan cotidiana como elaborar la lista de la compra puede ser una actividad bastante compleja para personas afectadas con daños cerebrales. Esta tarea implica, no solamente la identificación del número de productos que hace falta comprar, sino además una serie de capacidades transversales a la tarea tales como:

- Capacidad de organización y planificación previa para conseguir el objetivo.
- Capacidad para ignorar estímulos distractores externos no asociados a la tarea a realizar.
- Capacidad para adaptar el comportamiento o la actuación de acuerdo a las demandas que el ambiente le exige.
- Capacidad para recordar y reconocer las ubicaciones concretas de distintos objetos en un entorno.

Actualmente para aprender ésta y otras conductas de ayuda a la rehabilitación, no se requieren cocinas, armarios, ni productos reales, sino tan sólo un mundo virtual donde tales habilidades puedan ser evaluadas, desplegadas, repetidas y perfeccionadas hasta su adquisición (Koenig et al., 2009).

El sistema propuesto se basa en investigaciones previas sobre el uso de ambientes virtuales en el entrenamiento de habilidades para la vida cotidiana, como las llevadas a cabo en (Brooks et al., 2002), donde se trabajaba la preparación de comida en una cocina virtual. En esta experiencia en particular se obtuvieron resultados que indicaban que este tipo de entrenamiento

es igual de efectivo que el realizado en una cocina real. Adicionalmente, el sistema de rehabilitación desarrollado aporta un nuevo estímulo para el paciente, ya que éste interactúa con la aplicación hasta lograr alcanzar los propósitos de la actividad, como si de un juego se tratase, dándole un enfoque lúdico al proceso rehabilitador.

La rehabilitación de pacientes con daño cerebral adquirido requiere una terapia intensiva. El tratamiento de los enfermos cerebrales a través del sistema propuesto con realidad virtual proporciona un entorno de rehabilitación portable de bajo coste, que puede ser instalado en una clínica o bien en el entorno domiciliario del paciente. Gracias a este sistema se facilita la continuidad del tratamiento, manteniendo los criterios de calidad asistencial.

Otro gran impulso a este mercado ha sido la Carpeta Personal de Salud (CPS), una aplicación de gestión y archivo de la información de salud mantenida por el propio paciente. Existen un gran número de aplicaciones para dispositivos móviles asociadas a aplicaciones de historias personales de salud. El caso más notorio es Microsoft HealthVault(12). En esta CPS podemos encontrar 18 aplicaciones para iPhone, Android y Windows Phone.

Algunos ejemplos son MyFitnessCompanion, aplicación con versión gratuita y de pago para Android con más de 100.000 descargas que permite controlar peso, asma, presión sanguínea, uso de insulina en caso de diabetes, glucosa en sangre, HbA1c, colesterol, oxígeno (spO2), temperatura corporal, respiración, deposiciones y ritmo cardíaco en una sola aplicación, o BodyTel para iOS, aplicación gratuita que nos permite controlar la diabetes, enfermedades cardíacas, presión sanguínea, obesidad y otras enfermedades crónicas.

En el futuro se espera que este mercado siga creciendo rápidamente hasta alcanzar los 500 millones de

usuarios de aplicaciones móviles de salud en el año 2015(13).

2. Metodología

2.1 Principios de diseño

El sistema está destinado a personas con afecciones neurológicas relacionadas con la memoria, la planificación, la precisión de movimientos o la comunicación. Para estos pacientes, el objetivo de la rehabilitación es restaurar los procesos cognitivos (atención, memoria, funciones ejecutivas, etc.) afectados como consecuencia de la lesión cerebral (Benedet, 2002). Por otro lado, la rehabilitación motora se centra en fortalecer y aumentar el rango articular de los miembros superiores e inferiores (Rahman, Rahman & Shaheen, 2011), mejorando el control postural de los pacientes durante el desarrollo de la actividad. En la fase de diseño de la aplicación se ha hecho especial hincapié en estos puntos, por ello durante la realización de la actividad los movimientos corporales del paciente son monitorizados de forma que éste tenga que adaptarlos para lograr la consecución de los objetivos implementados en la aplicación.

Las actividades diseñadas pretender aumentar el nivel de atención de los pacientes, mejorar su memoria de trabajo, sus funciones ejecutivas y disminuir su tiempo de reacción. En estas actividades, configurables con distintos niveles de dificultad, se pide al usuario que interactúe con el entorno 3D de una cocina para elaborar una lista de la compra con los productos que no están disponibles en los armarios y/o frigorífico. Posteriormente el personal especializado pueda analizar y evaluar la conducta del paciente. Identificando y valorando los procesos ejecutivos de cada usuario. Para ello se tienen en cuenta:

- Procesos atencionales. Focalización de la atención en estímulos que estén relacionados con la instrucción, además de la capacidad de ignorar estímulos que no se asocien a la tarea a realizar.
- Flexibilidad. Capacidad de cambiar el comportamiento o la actuación, de acuerdo a las demandas que el ambiente le exige.
- Planificación. Organización y planeación de información para conseguir un objetivo.
- Previsión. Anticipación de acciones relacionadas con las actividades a desarrollar.
- Resolución de problemas. Consecución del objetivo propuesto.
- Velocidad del proceso. Tiempo que tarda el individuo en ejecutar las tareas.
- Iniciativa. Tiempo de latencia que existe entre el momento que se le da la instrucción y en que el usuario ofrece una respuesta.

2.2 Descripción del escenario virtual y ayudas a la evaluación

El componente principal de la interfaz para el usuario (tipo paciente) del sistema desarrollado es el escenario 3D de una cocina, como el que se muestra en la Figura 1(a). El paciente puede interactuar de forma natural con el mobiliario a través de sus movimientos corporales, capturados mediante un sensor Kinect con detección de profundidad, tal y como muestra la Figura 1(b). El sistema puede emplearse sobre televisores convencionales o mediante un proyector (idealmente con tecnología de visualización 3D) si se desea una mayor sensación de inmersión. Adicionalmente, la interfaz

cuenta con diversos estímulos visuales de ayuda. Estos estímulos pretenden favorecer la usabilidad, facilitando el reconocimiento y el acceso a los elementos interactivos del escenario.

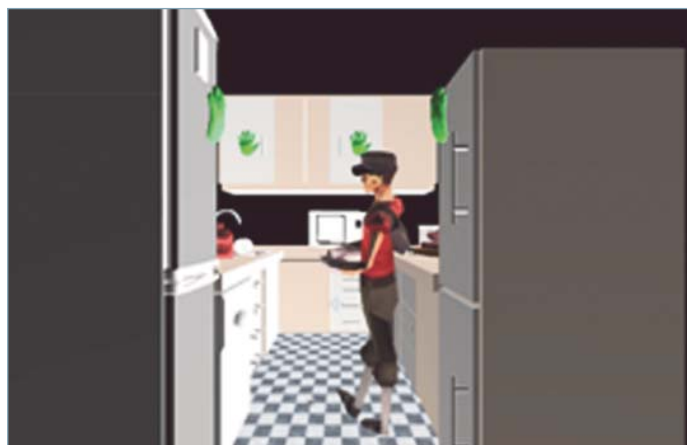
La detección robusta de movimientos y su análisis, permite que el usuario no requiera en ninguna fase de la actividad recurrir a interfaces físicas como el ratón o el teclado. En todo momento, se hace uso de movimientos gestuales para tomar el control en la pantalla correspondiente. La Figura 2(a) muestra una captura del aspecto del frigorífico en un momento de la actividad y en ella puede observarse un símbolo de interrogación allí donde falta un producto. En la Figura 2(b) se muestra una de las pantallas para la evaluación de la lista de la compra. En esta pantalla el usuario tiene que realizar un gesto adecuado (levantar brazo izquierdo, brazo derecho o ambos) para indicar cuál de los productos mostrados debe ser añadido a la lista de la compra.

Con el fin de facilitar el análisis del comportamiento de los pacientes, el sistema permite controlar diferentes parámetros durante su ejecución. Así mismo, cuenta con diferentes niveles de dificultad para el desempeño de la actividad, de forma que pueda adaptarse al nivel de déficit del usuario y a su evolución (Pérez-Salas, 2008) (Sevilla, 2009). Particularmente, se tiene

control del número de veces que el usuario accede a los diferentes elementos que conforman el mobiliario de la cocina. Así mismo, se tiene constancia del tiempo que transcurre desde que el usuario inicia la actividad hasta que logra elaborar la lista de la compra, así como el número de aciertos y de errores cometidos durante el desarrollo de la actividad.

El Sistema recoge los siguiente datos relativos al desarrollo de la actividad por parte de los pacientes, para que posteriormente le personal especializado pueda analizarlos.

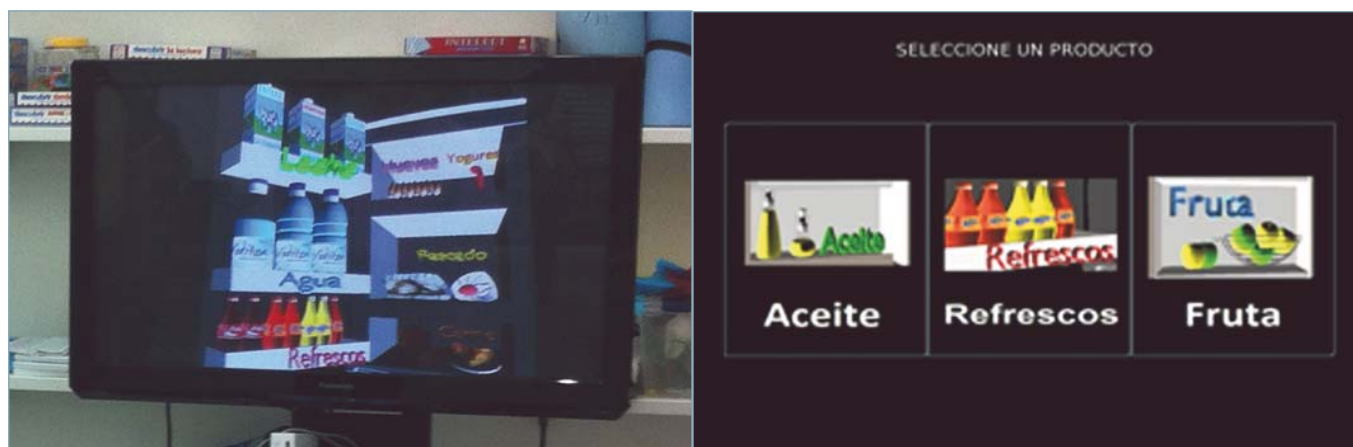
- Nombre
- Edad
- Escenario
- Fecha de inicio
- Hora de inicio
- Hora de fin
- Tiempo de actividad
- Aperturas del armario frontal izquierdo
- Aperturas del armario frontal derecho
- Aperturas del frigorífico
- Aperturas de la despensa
- Número de aciertos
- Número de fallos



Vista general del escenario virtual de la cocina.



Utilización del sistema en condiciones reales con una TV en un centro de rehabilitación.



Vista del frigorífico

Elaboración de la lista de la compra

Figura 2. Ejemplos de pantallas durante la realización de la actividad.

3. Pruebas realizadas con pacientes reales

Las pruebas del sistema se realizaron en la sede de una fundación cuya actividad está íntimamente ligada al desarrollo de actividades dirigidas a la asistencia, investigación, evaluación y difusión de acciones en el ámbito socio sanitario. Los trabajos de esta fundación van destinados principalmente a personas con enfermedades mentales, discapacitados y ancianos. Para la realización de las pruebas se contó con la colaboración de seis pacientes y seis sujetos de control con los que se compararían los resultados. Todos ellos con edades comprendidas entre los veinte y los cincuenta y ocho años. Los pacientes presentaban los siguientes cuadros médicos:

- Trastorno cognitivo de epilepsia iatrogénica.
- Trastorno distímico.
- Trastorno esquizofrénico.
- Trastorno de personalidad.
- Trastorno de afectividad.
- Trastorno límite de la personalidad esquizotípico.

Las pruebas realizadas se organizaron en tres niveles de dificultad: fácil, intermedio y alto. Los distintos niveles fueron adaptados a los déficits particulares de

los pacientes según las instrucciones del personal especializado del centro. Para dos pacientes, no se realizó la prueba de mayor dificultad.

La Figura 3 muestra los tiempos de realización de la actividad por parte de los pacientes y los sujetos de control. Puede observarse cómo los pacientes, para niveles de dificultad fácil necesitaron, mucho mayor tiempo que los sujetos de control. Sin embargo, esta diferencia de tiempo es mucho menos pronunciada para los niveles de dificultad media y alta. El motivo de estas diferencias es que, para la primera toma de contacto con la actividad, estos pacientes necesitaron de un mayor tiempo de adaptación al sistema que los sujetos de control. Es reseñable cómo, tras la realización de un ejercicio, la adaptación al interfaz ocurre de forma natural y en las siguientes pruebas se reduce la diferencia de tiempos entre los pacientes y los sujetos de control. Tal y como cabría esperar, la diferencia de tiempos vuelve a acentuarse al comparar los tiempos de ejecución de los niveles de dificultad medio y alto. A medida que el nivel de dificultad se incrementa es necesario más tiempo para explorar el escenario y realizar la lista de la compra.

La Figura 4 muestra el número total de aperturas necesarias para la realización de la actividad. Cada usua-

rio realizó diversas aperturas de los armarios de la cocina para poder visualizar y memorizar los productos que contenían, para posteriormente realizar la lista de la compra. En todos los niveles de dificultad se configuró el escenario para que fuese necesario consultar en tres armarios y un frigorífico, por lo que el número mínimo de aperturas se estableció en cuatro. Los pacientes con mayores déficits mostraban mayor dificultad para memorizar los productos, por ello requirieron mayor número de aperturas antes de realizar la lista de la compra y finalizar la actividad.

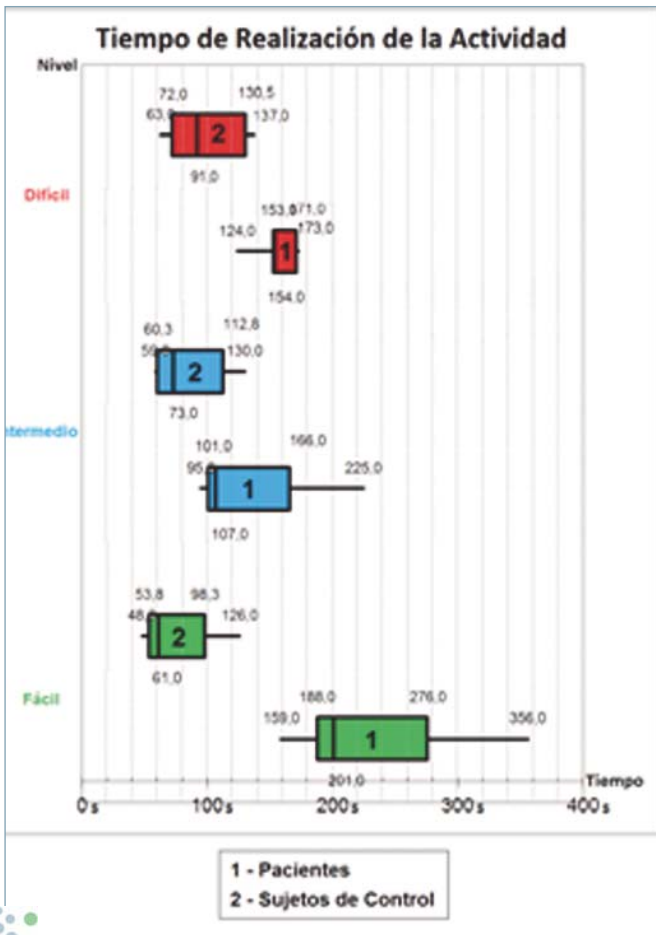


Figura 3. Gráfico del tiempo de realización de la actividad.

La Figura 5 muestra el porcentaje de aciertos una vez finalizada la actividad. Observando los resultados, se contempla que el rendimiento en términos generales es bueno, en ocasiones los pacientes se mostraron nerviosos y quisieron realizar la actividad de forma rápida,

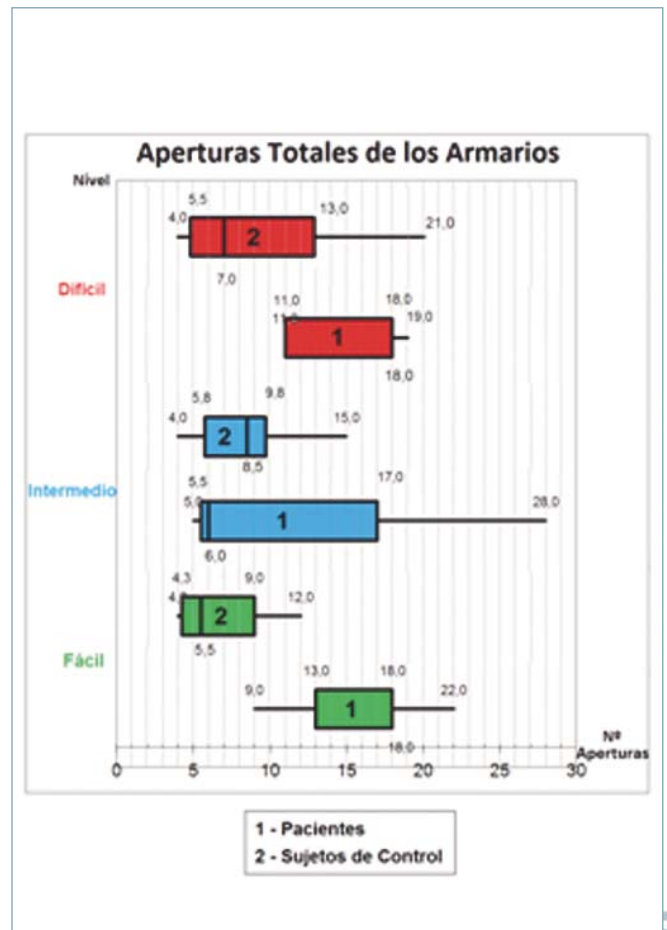


Figura 4. Gráfico del número de aperturas totales de mobiliario.

quizá fruto de un exceso de confianza una vez realizadas las primeras pruebas de la aplicación. El resultado de dicha precipitación solía traducirse en un incremento en el número de errores. Sin embargo cuando se concentraron y no se precipitaron los resultados fueron mucho mejores.

Los terapeutas valoraron el ejercicio como muy positivo, especialmente a nivel de memoria y motricidad. Destacando como elementos positivos la atención requerida para seguir las instrucciones del ejercicio, la precisión de movimientos necesarios para interactuar con la aplicación, la asociación de diferentes familias de palabras (asociación todos los alimentos relacionados con el desayuno, con bebidas, etc), así como los parámetros generados, relativos al desarrollo de la actividad por parte de los pacientes obtenidos una vez finalizada la actividad.

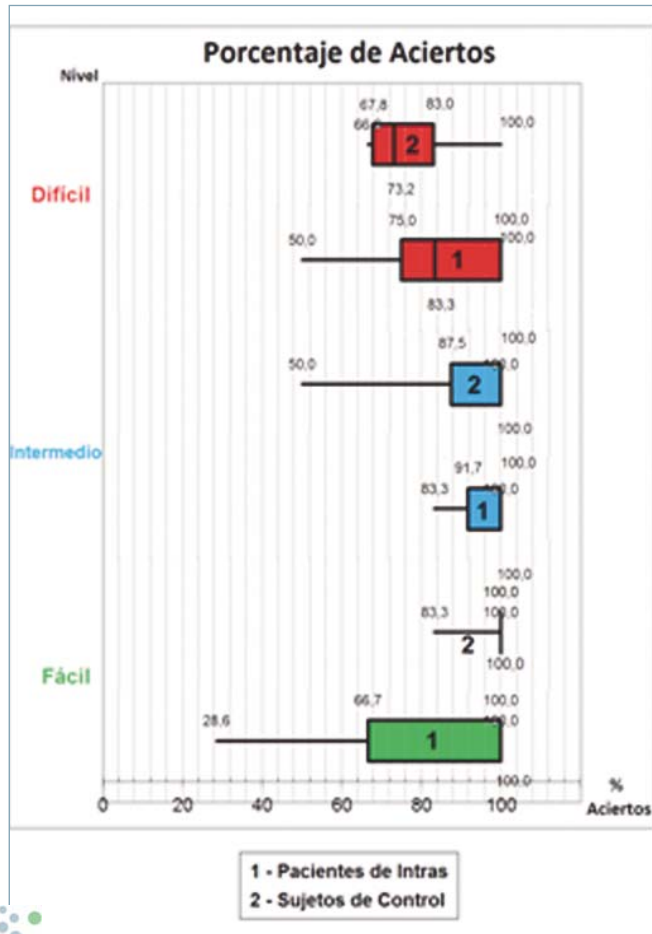


Figura 3. Gráfico del tiempo de realización de la actividad.

4. Discusión

La Realidad Virtual (RV) constituye una herramienta de enorme potencial para ayudar a las técnicas actuales de rehabilitación en el tratamiento de las deficiencias, discapacidades y minusvalías relacionadas con el daño cerebral. La rehabilitación de pacientes mediante el uso de aplicaciones virtuales ofrece una serie de ventajas frente a la rehabilitación en entornos reales:

- Ofrece un mayor grado de privacidad del paciente. Ofreciendo un entorno privado en el que realizar el proceso rehabilitador, en algunas situaciones el paciente puede mostrarse reticente a realizar este tipo de ejercicios en escenarios reales.

- Permite al terapeuta observar lo mismo que observa el paciente. Controlando en todo momento lo que ocurre.
- Se tiene mayor control de los parámetros. Permitiendo aislar o resaltar aquellos aspectos significativos para el paciente.
- Supone una reducción significativa de los costes, al no ser necesarias operaciones logísticas.

El uso de la RV como medio para la rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales ayuda a incrementar la fiabilidad de las mediciones a través de la reducción del error aleatorio logrado con el mayor control del ambiente experimental, posibilitando realizar evaluaciones más fiables (Rizzo, Buckwalter & Van Der Zaag, 2002). La RV puede contribuir también a incrementar la validez de las mediciones, ya que permite evaluar de forma simultánea diversos aspectos de la práctica tales como la latencia, los errores, los aciertos, las estrategias de resolución, etc. Permitiendo situar al usuario en gran variedad de entornos simulados y, al mismo tiempo, controlar con precisión y estudiar el comportamiento del paciente. Los resultados obtenidos en este estudio están en consonancia con estudios e investigaciones realizadas con anterioridad (Rose, Brooks & Rizzo, 2005) (Pérez-Salas, 2008) (Sevilla, 2009).

5. Conclusiones

El sistema desarrollado permite a personas con discapacidad cognitiva una experiencia de inmersión en el escenario virtual 3D de una cocina, en el que se lleva a cabo una estimulación de ayuda a la mejora de capacidades como la memoria, la atención y la psicomotricidad. Las actividades diseñadas se emplean como una herramienta más dentro del proceso rehabilitador

a disposición de los terapeutas y pueden ser configuradas según el criterio clínico, sin necesidad de un conocimiento previo en estas tecnologías.

Este sistema proporciona una herramienta muy intuitiva y de fácil manejo para los pacientes finales, no acostumbrados al uso de tecnologías, ofreciéndoles un interfaz simple que facilita el acceso y desarrollo de la actividad rehabilitadora. Todo el control de los elementos interactivos del escenario de Realidad Virtual (RV) se realiza mediante gestos naturales y de manera no intrusiva, sin que sea necesario emplear dispositivos vestibles como guantes o marcadores. La recogida automatizada de información sobre la realización de las actividades permite al personal socio sanitario disponer de una herramienta muy útil para evaluar el progreso de los pacientes en el proceso rehabilitador.

Por la temática de las actividades diseñadas en el sistema, puede además emplearse para recrear, bien dentro del centro hospitalario o bien en el domicilio del paciente, una situación del día a día con la que éste tendrá que enfrentarse. Estas herramientas enfocadas al uso terapéutico se encuentran en la vanguardia de la rehabilitación, ya que nos permiten generalizar los aprendizajes y aproximarnos a su ambiente natural dotando a estos instrumentos de un alto valor ecológico y favoreciendo de forma notable la motivación del usuario, con los beneficios terapéuticos que ello implica. Cabe destacar que, durante el desarrollo de las pruebas, y a medida que los pacientes avanzaban en la actividad, se puso de manifiesto un elevado afán de superación y una clara motivación por parte de éstos, frente a métodos más tradicionales de rehabilitación.

Adicionalmente, el sistema está desarrollado empleando hardware de bajo coste, por lo que puede ser instalado en los domicilios de los pacientes. Los terapeutas pueden diseñar actividades de rehabilitación y no es necesario que estén presentes durante la realización

de las mismas, puesto que la aplicación genera informes de realización para consulta offline. Por tanto, gracias al sistema desarrollado, pueden reducirse enormemente los costes de desplazamiento de los pacientes a centros de rehabilitación en tratamientos continuados en el tiempo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente gracias al apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación

Referencias bibliográficas

- Benedet, M. J. (2002). *Neuropsicología Cognitiva. Aplicaciones a la clínica y a la investigación. Fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva*. Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO), 1. ISBN: 84-8446-047-9.
- Benedict, R. H. B. (1989). The effectiveness of cognitive remediation strategies for victims of traumatic head-injury: a review of the literature. *Clinical Psychology Review*, 9(5): 605-626.
- Brooks, B. M., Rose, F. D., Attree, E. A. & Elliot-Square, A. (2002). An evaluation of the efficacy of training people with learning disabilities in a virtual environment. *Disability and Rehabilitation* 24: 11-12.
- Fernández-Guinea, S. (2001). Estrategias a seguir en el diseño de los programas de rehabilitación neuropsicológica para personas con daño cerebral. *Rev Neurol*, 33: 373-7.
- Koenig, S. T., Crucian, P., Dalrymple-Alford, C. & Dünser, A. (2009). Virtual reality rehabilitation of spatial abilities after brain damage. *Annual Review of Cyber-Therapy and Telemedicine*, 144:105-107.
- Koenig, S. T., Dünser, A., Bartneck, C., Dalrymple-Alford, C. & Crucian, P. (2011). Development of virtual environments for patient centered rehabilitation. Zurich, Suiza: International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR), 27-29.
- Maldonado, J. G. (2002). *Aplicaciones de la realidad virtual en la psicología clínica*. Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamientos Psicológicos. Universidad de Barcelona. *Aula médica de psiquiatría*, 4(2): 92-126.
- Pérez Martínez, F. J. (2011). Presente y futuro de la tecnología de la realidad virtual. *Creatividad y sociedad*, 16.
- Pérez-Salas, C. P. (2008). *Realidad virtual: Un aporte real para la evaluación y el tratamiento de personas con discapacidad intelectual*. *Redalyc*, 26(2): 253-262.
- Rahman, S. A., Rahman, A. & Shaheen, A. (2011). Virtual reality use in motor rehabilitation of neurological disorders: A systematic review. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7 (1): 63-70.
- Rizzo, A., Buckwalter, J. G., Van Der Zaag, C., Neumann, U., Thiebaut, M., Chua, C., Van Rooyen, A., Humphrey, L. & Larson, P. (2000). *Virtual Environment Applications in Clinical Neuropsychology*. En Proc. IEEE Virtual Reality, 63-70.
- Rose, F. D. (1996). *Virtual reality in rehabilitation following traumatic brain injury*. En Proc. I Euro. Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech., Maidenhead, UK, ECDVRAT and University of Reading, UK .
- Rose, F. D., Brooks, B. M. & Rizzo, A. (2005). *Virtual reality in brain damage rehabilitation: Review*. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(3): 241-263.
- Sevilla, J. G. (2009). *La rehabilitación de las funciones cognitivas y el papel de las nuevas tecnologías*. Murcia: Fundación AlzheimerUr.
- Somoza Sampayo, M. & Taibo Pena, J. (2011). *Iteractive 3D application for the rehabilitation of cognitive components: CITO*. *TOG*, 8(14): 13.
- Standen, P. J., Brown, D. J. & Cromby, J. J. (2001). The effective use of virtual environments in the education and rehabilitation of students with intellectual disabilities. *British Journal of Educational Technology*, 32: 289-299.
- Thornton, M., Marshall, S., McComas, J., Finestone, H., McCormick, A. & Sveistrup, H. (2005). Benefits of activity and virtual reality based balance exercise programs for adults with traumatic brain injury: Perceptions of participants and their caregivers. *Brain Injury*, 19(12): 989-1000.
- Tormos Muñoz, J. M., Gómez, E. J., García-Molina, A., Opiiso, E. & Maspons, R. (2007). *Análisis del estado ac-*

tual de los servicios de telemedicina enfocado a evaluar la viabilidad de un programa de telerrehabilitación en pacientes con una gran discapacidad de origen neurológico. Informes de Evaluación de las Tecnologías Sanitarias. Ministerio de Sanidad y Consumo, ISBN: 978-84-393-7889-1.



RevistaeSalud.com es una publicación electrónica que intenta promover el uso de TICs (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) con el propósito de mejorar o mantener la salud de las personas, sin importar quiénes sean o dónde estén.

Edita: FESALUD – Fundación para la eSalud
Correo-e: cperez@fesalud.org
ISSN 1698-7969



Los textos publicados en esta revista, a menos que se indique lo contrario, están sujetos a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 2.5 de Creative Commons. Pueden copiarse, distribuirse y comunicarse públicamente, siempre que se citen el autor y la revista digital donde se publican, RevistaeSalud.com. No se permite su uso comercial ni la generación de obras derivadas. Puede consultarse la licencia completa en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/deed.es>