



PARANINFO DIGITAL

MONOGRÁFICOS DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

ISSN: 1988-3439 - AÑO XI – N. 26 – 2017

Disponible en: <http://www.index-f.com/para/n26/012.php>

PARANINFO DIGITAL es una publicación periódica que difunde materiales que han sido presentados con anterioridad en reuniones y congresos con el objeto de contribuir a su rápida difusión entre la comunidad científica, mientras adoptan una forma de publicación permanente.

Este trabajo es reproducido tal y como lo aportaron los autores al tiempo de presentarlo como COMUNICACIÓN ORAL en "UNA MIRADA A LA EVIDENCIA" I Congreso Intersectorial Envejecimiento y Dependencia, reunión celebrada del 27 al 28 de octubre de 2016 en Jaén, España. En su versión definitiva, es posible que este trabajo pueda aparecer publicado en ésta u otra revista científica.

Título **Realidad Virtual para rehabilitación de patologías cardíacas**

Autores Carlos Alberto *Catalina Ortega*, Mario *Martínez-Zarzuela*

Centro/institución (1) Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL). (2) Universidad de Valladolid (UVA).

Ciudad/país (1) Burgos, España. (2) Valladolid, España

Dirección e-mail Carlos.catalina@itcl.es

RESUMEN

La tecnología cada vez está más presente en nuestras vidas y la realidad virtual no es una excepción, la integración de la misma en nuestra vida diaria cada vez es mayor. En los últimos 2 ó 3 años han aparecido nuevos gadgets y dispositivos con los que poder experimentar, por un coste asumible, las nuevas sensaciones relacionadas con la realidad virtual o realidad aumentada. Gracias a dicha popularización se pueden realizar iniciativas que no estén directamente relacionadas con el mundo del videojuego, adaptando sus mecánicas para el aprendizaje. Esto es lo que se conoce como Serious Games, juegos cuyo objetivo principal no es lúdico. En el caso del proyecto del que vamos a hablar, REhabilitación para REsidencias Basada en técnicas de REalidad Virtual (REREREVI) que ha creado una herramienta de rehabilitación para personas mayores con patologías cardíacas en entornos residenciales, que sirve a los terapeutas y a los usuarios para realizar una rehabilitación más amena y permitir ver la evolución de cada paciente día a día de una forma simple. El proyecto solo requiere de un ordenador, una Kinect y una televisión por lo que es fácilmente utilizable dentro de una residencia. El proyecto REREREVI ha conseguido crear una herramienta para ayudar a los terapeutas a realizar las terapias de una forma más entretenida para sus pacientes, de modo que estos puedan repetir sus ejercicios diarios con una nueva motivación.

Palabras clave: Realidad Virtual/ Serious Games/ Rehabilitación/ Patologías cardíacas/ Entorno Virtual.

ABSTRACT

Technology is more present in our lives each day and the virtual reality is not an exception, the integration of it in our daily life is increasing. In the last 2 or 3 years have appeared several gadgets and devices which allow us to experiment, at an affordable cost, the new sensations related to virtual reality or augmented reality. Thanks to this popularization is possible to develop initiatives that are not directly related to the world of videogames, adapting their game mechanics for learning issues. This is known as Serious Games, games which principal objective is not ludic. In the case of the project of this paper, "Rehabilitation for nursing homes based on Virtual Reality Techniques" (REREREVI Spanish acronym) who has created a tool for rehabilitation for elderly with cardiac pathologies in nursing homes environments. This tool is useful for the physiotherapist and the users to do the daily rehabilitation more enjoyable and to allow an easy visualization of the daily evolution of each patient. The project only needs a Computer, a Kinect device and a television so it is easy to install it into a nursing home. The REREREVI project has created a tool to help Physiotherapist to perform the therapies in a more entertaining way for their patients, so that they can repeat their daily exercises with a new motivation.

TEXTO DE LA COMUNICACIÓN

1 - Introducción

La Realidad Virtual se ha popularizado estos últimos años con la salida al mercado de nuevos y revolucionarios equipos que están acercando estas tecnologías, que antes tenían unos costes prohibitivos, a casi cualquier usuario. La televisión e internet están llenas de noticias proclamándola como la tecnología del futuro que estará en todos los hogares en poco tiempo. Por primera vez parece que estas afirmaciones son ciertas, los equipos como Kinect, Oculus o HTC Vive, son equipos con una altísima calidad por una decima parte del coste que tenían hace pocos años. El proyecto REREREVI (REhabilitación para RESidencias Basada en técnicas de REalidad Virtual) utiliza un equipo Kinect para acercar esta tecnología a las personas mayores.

El proyecto es un juego serio, o más conocidos como Serious Game, que es un juego cuyo objetivo principal no es el de entretener si no el de educar o formar en algún aspecto a su usuario. En este caso el objetivo es crear una herramienta de rehabilitación para personas mayores con patologías cardiacas en entornos residenciales, que sirva a los terapeutas y a los usuarios para realizar una rehabilitación más amena y permitir ver la evolución de cada paciente día a día de una forma simple. El proyecto surge del cluster SIVI (Soluciones Innovadoras para la Vida Independiente) y en él participan el Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL) de Burgos, el Grupo de Telemática e Imagen (GTI) de la Universidad de Valladolid y la residencia Raíces de Valladolid. Los usuarios de esta residencia son los que han realizado las primeras pruebas con esta nueva metodología de tratamiento y han disfrutar de las características de este proyecto. El proyecto parte de la iniciativa del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El clúster SIVI agrupa a un importante número de organizaciones públicas y privadas (prestadores de servicios socio-asistenciales, empresas de carácter tecnológico, grupos de investigación de universidades, centros tecnológicos y tercer sector) con experiencia en el diseño, desarrollo y aplicación de soluciones tecnológicas innovadoras en los campos de envejecimiento activo y saludable, la salud mental y la vida independiente.

En este clúster también participa activamente la Consejería de Familia y la Agencia de Desarrollo de la Junta de Castilla y León.

1.1 Patologías Cardíacas

Según datos de la Federación Mundial del Corazón, las enfermedades cardiovasculares y los infartos causan 17,5 millones de muertes al año, en Europa 4,3 millones de fallecimientos. Estudios publicados en el *European Heart Journal* ponen de manifiesto que existen diferencias significativas en la incidencia de las enfermedades cardiovasculares en el viejo continente. Sin embargo, hay un dato que no varía: con más de 2 millones de muertes, las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de fallecimiento en la Unión Europea. Además, la prevalencia de infarto de miocardio en los europeos mayores de 65 años continúa aumentando. Una de las principales causas de muerte en España son las enfermedades cardiovasculares que suponen un elevado coste sanitario para nuestra sociedad. En España hay unas 18.000 muertes por infarto de miocardio al año, 2.000 en Cataluña y se estima que, de las 100.000 personas que han sufrido un infarto de miocardio en España, unas 30.000 mueren antes de poder llegar a un hospital debido a una muerte súbita. Según otro estudio de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) la combinación más frecuente de enfermedades crónicas en hombres y mujeres mayores de 45 años es la de presión alta y enfermedades del corazón [1].

La enfermedad cardiovascular puede prevenirse con la adopción de unos hábitos de vida saludables que contrarresten la influencia de los llamados factores de riesgo. El efecto del ejercicio puede ser considerado como una verdadera terapia que lucha contra las inevitables consecuencias del proceso de envejecimiento [2]. Realizar ejercicio físico de manera regular reduce el riesgo de desarrollar lo que hoy día son las principales y más graves causas de morbi-mortalidad en los países occidentales.

1.2 Realidad virtual en rehabilitación

Existen en el mercado muchas iniciativas de Serious Games destinados a la rehabilitación enfocadas en distintas problemáticas. Muchas de estas iniciativas utilizan equipos como Kinect que permite reconocer la posición del cuerpo del usuario para dinamizar la rehabilitación y para realizar al mismo tiempo medidas que permitan realizar un seguimiento de los avances. Es importante tener en cuenta que estas iniciativas son más eficaces cuando intentan enfocarse en una problemática concreta puesto que el diseño de los ejercicios, los datos que se registran y las dinámicas aplicadas a los mismos serán más personalizadas. Existen muchas iniciativas relacionadas con el equilibrio [3][4][5] y específicos para ciertas enfermedades o zonas del cuerpo [6], incluso revisiones completas de la literatura de cómo aplicar estas tecnologías a sectores y problemas concretos como pueden ser las fobias a conducir [7]. En todos estos casos se utilizan de un modo u otro la realidad virtual y algunos de sus equipos normalmente para conseguir dos objetivos: Tener una terapia efectiva y mejorar la motivación del paciente.

Debido a que actualmente no existían en el mercado terapias asistidas basadas en técnicas de realidad virtual orientadas específicamente a la rehabilitación de enfermos del corazón en edades avanzadas pero estas si son altamente demandados por las residencias y las empresas de rehabilitación, se planteo el proyecto del que hablamos en este artículo.

2 - Desarrollo del proyecto

2.1 *Objetivos del proyecto*

Los procesos de rehabilitación en enfermos cardiovasculares en las residencias de ancianos requieren mucho tiempo, dedicación y experiencia por parte de los profesionales de las propias residencias. A estas edades, la rehabilitación es un proceso muy importante, no solo en el proceso de recuperar una lesión sino también cuando se trata de mejorar la movilidad y mantener una vida lo más activa posible. Si bien el proceso es muy importante, para mejorar la calidad de vida de los pacientes, el proceso de rehabilitación suele ser bastante monótono y es difícil medir de una forma analítica el avance diario del paciente.

El objetivo del proyecto es crear una herramienta que sirva a los terapeutas y a los pacientes para realizar una rehabilitación más amena y permitir ver la evolución de cada paciente día a día de una forma simple.

El uso de herramientas informáticas para la práctica rehabilitadora permite la repetición, lo que mejora el aprendizaje de habilidades motoras y funcionales, consumiendo menos recurso humano de terapeuta. Además permiten ofrecer *feedback* cuantitativo (cuánta rehabilitación) y cualitativo (cómo se realiza la práctica). Motivan al paciente, al enfocar las diferentes actividades que conforman la terapia de una manera amena y atractiva. Son herramientas de bajo coste y pueden aplicarse a la telerehabilitación, para trasladar y completar la intervención en casa.

Las ventajas del uso de Kinect en rehabilitación radican en la eliminación de restricciones físicas al no imponer la utilización de un mando y que el control del juego se puede realizar a través de varias partes del cuerpo y articulaciones. Además elimina las restricciones cognitivas pues al no ser necesario memorizar las funciones del mando. Es, por tanto, más intuitivo.

2.2 *Toma de requisitos inicial*

Una toma de requisitos detallada es muy importante para que cualquier proyecto cumpla su objetivo principal y no tenga desviaciones en los plazos. La toma de requisitos se realizó entre:

- El equipo técnico del proyecto. El cual conoce las posibilidades de la tecnología, sus limitaciones, los plazos de desarrollo y todos los aspectos técnicos de uso.
- El equipo de terapeutas de la residencia. Ellos son los que mejor conocen los ejercicios que se pueden realizar y como pueden reaccionar los usuarios a este tipo de tecnologías puesto que están en contacto con ellos, con las personas mayores. Estas personas son, al fin y al cabo, los usuarios finales del dispositivo.

El equipo preseleccionó los ejercicios más interesantes que se podían realizar teniendo en cuenta el objetivo del proyecto. Sobre dicha base se definieron los ejercicios finales que formarían parte del proyecto teniendo en cuenta los recursos disponibles:

- Un precalentamiento con una secuencia de 12 movimientos simples que el usuario debe realizar a su ritmo. En este caso no hay control del movimiento del usuario y la única intención es precalentar las distintas articulaciones.
- Cuatro ejercicios: diagonales de Kabat, movilización de paso lateral, movilización de tronco y bipedestación con movilización de piernas

Para los distintos ejercicios se han desarrollado pequeñas dinámicas de juego de modo que esta sea más atractiva: darle puntos al usuario según lo bien que lo va haciendo, tener que recoger unas manzanas... Los ejercicios además tienen variantes de dificultad, modo y repeticiones (según cada ejercicio) de modo que el terapeuta pueda elegir que modalidad es más adecuada para cada paciente y para cada momento.

2.3 Programación de funcionalidad y dinámicas de juego

En la parte técnica se utilizó Unity3D como motor gráfico con el uso de Kinect como equipo de captura de movimiento. Todo el proyecto se visualiza sobre una televisión de modo que los equipos que tenga que comprar la Residencia sean los menos posibles.

El motor gráfico Unity3D nos permite una gran calidad y rendimiento en el renderizado del entorno del usuario. Por ese motivo se ha decidido crear entornos con gran cantidad de detalles y realismo de modo que este, fuera atractivo para el usuario. La calidad visual suele ser un problema en muchos de los proyectos existentes, que el equipo de trabajo ha querido evitar en este proyecto.

El equipo Kinect nos permite de una forma sencilla capturar y medir los movimientos del usuario. El equipo proporciona información sobre las articulaciones del usuario, de modo que éstas se pueden trasladar a un personaje virtual para que este se mueva con el usuario. Una vez que hemos pasado los movimientos del usuario real al entorno virtual estamos preparados para interactuar con los distintos elementos mientras medimos sus capacidades.

En cada ejercicio se crean distintos objetivos a cumplir por el usuario del mismo proporcionándole un *feedback* visual de cómo está realizando su trabajo (ver Figura 1). Cada una de dichas ayudas y comprobaciones deben programarse como comportamiento en el motor gráfico que guiará todo el uso del software, desde su inicio, hasta la realización del calentamiento y ejercicios finalizando con la muestra de las estadísticas del ejercicio que acaba de realizar el usuario a nivel cualitativo y cuantitativo de modo que se pueda realizar un seguimiento por los terapeutas.

En la Fig. 1 se pueden ver los diversos elementos que se introducen en el interfaz durante el juego:

1. Un indicador para activar o desactivar ayudas
2. Un indicador del progreso del ejercicio
3. Una ayuda del siguiente paso a dar que refuerza las pistas visuales
4. Una vista del sensor Kinect de modo que el usuario o terapeuta puedan ver si están o no en su campo de visión
5. Puntuación actual
6. Tiempo del ejercicio
7. Indicador de la ruta que debe seguir el usuario con el brazo
8. Indicador del punto final del movimiento.



Fig. 1 - Elementos comunes durante la ejercitación.

Adicionalmente algunos ejercicios incluyen dos nuevos elementos:

1. Un indicador de puntuación con el propio movimiento. En el caso concreto del ejercicio de las diagonales de Kabat es importante que el usuario siga una determinada trayectoria. Si el usuario sigue esa trayectoria recibirá más puntos que si la hace de otro modo. No tenemos una forma física de impedir que el usuario realice el ejercicio mal, lo que si podemos hacer es proporcionarle un “premio” si realiza bien el movimiento.
2. Otro de los elementos introducidos en algunos ejercicios es un aviso de que el usuario está realizando algún movimiento de forma incorrecta. Si el usuario dobla el tronco en vez de alargar la mano para llegar al punto de destino, el ejercicio estará mal ejecutado. Con una ayuda visual le damos dicha información al usuario (ver Figura 2).



Fig. 2 - Feedback específico de algunos ejercicios.

2.4 Arte 2D y 3D

El proyecto ha prestado especial atención al diseño de la aplicación para hacerla más amigable al uso y sobre todo para que sea más atractiva para el usuario. No realizamos los ejercicios en el gimnasio de la propia residencia si no que transportamos al usuario a un entorno más atractivo como es un parque con mucha naturaleza (ver Figura 3).

Como se puede ver en la Fig. 3 el entorno del parque tiene gran cantidad de detalles y es muy realista. Se pretende que el usuario realice los ejercicios en un entorno que le de tranquilidad y que quiera volver a “visitar” aunque sea virtualmente.

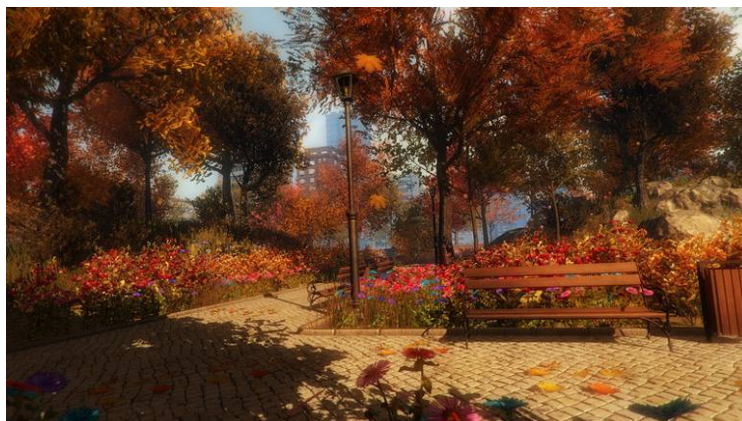


Fig. 3 - Vista del entorno 3D del parque.

También se incluye una habitación tipo loft de modo que tengamos variedad en los entornos (ver Figura 4). De esta forma se pudo evaluar también donde preferían los usuarios que se desarrollaran los ejercicios.



Fig. 4 - Vista del entorno 3D gimnasio.

Se desarrollaron dos personajes 3D de alta calidad, que son los que ven los usuarios al realizar los distintos ejercicios (ver Figura 5). Se ha prestado especial cuidado en este caso a la calidad del modelo 3D y sobre todo a la calidad del *rigging*, de modo que el modelo no muestre pliegues extraños al realizar los movimientos.



Fig. 5 - Personajes virtuales disponibles.

En el interfaz 2D también se ha realizado un trabajo de diseño cuidado de modo que sea fácilmente usable y mantenga en todo momento una imagen corporativa en cuanto al producto haciendo más amigable su uso (ver Figura 6).



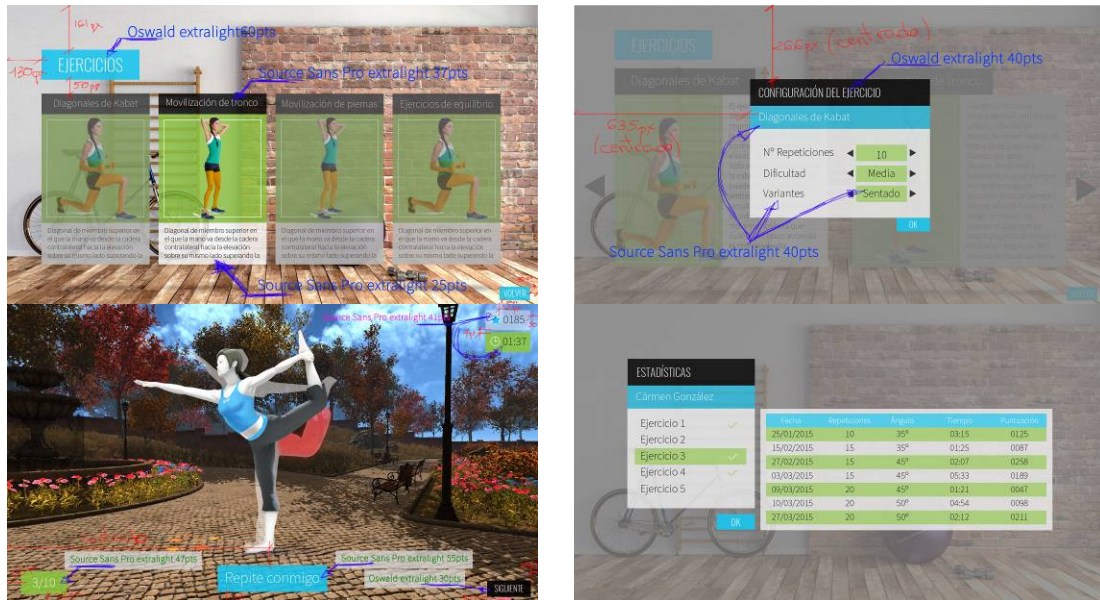


Fig. 6 - Prototipos de diseño de pantallas 2D.

2.5 Estadísticas

Todos los ejercicios que ha realizado cada usuario se almacenan en una base de datos de modo que el terapeuta pueda consultarlos posteriormente en la misma aplicación (ver Figura 7). Gracias a dicho registro de la información y de las estadísticas mostradas, el terapeuta puede seguir el avance del paciente y programar sus siguientes sesiones con datos analíticos.



Fig. 7 - Pantalla de estadísticas.

3 - Pruebas con Usuarios

Se realizaron varias pruebas con cuatro usuarios finales en la Residencia Raíces tras las que se pasaron formularios de satisfacción. Se muestra en la Figura 8, un resumen de las preguntas que se les realizaron a los usuarios y los resultados obtenidos.

Es importante destacar que en la pregunta “2. Respecto a la dificultad, jugar me ha parecido” que tiene la menor puntuación, en parte viene dado por que se probaron todas las dificultades con cada usuarios. Algunos de ellos no conseguían llegar a los mínimos del ejercicio debido a sus limitaciones físicas.

PACIENTE 1					Puntuación media sobre 10	
1. Respecto a su satisfacción, la experiencia con el juego:						
No entiendo la pregunta	No me ha gustado nada 1	2	Indiferente 3	4	Me ha gustado mucho 5	9,5
					X	
2. Respecto a la dificultad, jugar me ha parecido:						
No entiendo la pregunta	Muy difícil 1	2	3	4	Muy fácil 5	7,5
					X	
3. Respecto a cómo me sentía, mientras jugaba estaba:						
No entiendo la pregunta	Aburrido/Nada motivado 1	2	Indiferente 3	4	Estimulado/Muy motivado 5	9,5
					X	
4. Después de haber jugado, estoy más motivado para realizar una actividad física:						
No entiendo la pregunta	Nada motivado 1	2	Indiferente 3	4	Muy motivado 5	8
					X	
5. Después de haber jugado, estoy interesado en volver a jugar otro día:						
No entiendo la pregunta	Nada Interesado 1	2	Indiferente 3	4	Muy Interesado 5	8,5
					X	

Fig. 8 - Resumen de las encuestas de satisfacción con los usuarios finales.

4 - Conclusiones finales

El proyecto REREREVI ha conseguido crear una herramienta para ayudar a los terapeutas a realizar las terapias de una forma más entretenida para sus pacientes, de modo que estos puedan repetir sus ejercicios diarios con una nueva motivación. Se proporcionan además las estadísticas por cada usuario de modo que se puede realizar un seguimiento del avance de cada paciente.

Se ha utilizado la tecnología de la realidad virtual (captura de movimiento, personajes virtuales, entornos 3D) de una forma efectiva para crear una aplicación a modo de Serious Game. El proyecto solo requiere de un ordenador, una Kinect y una televisión por lo que es fácilmente utilizable dentro de una residencia.

Debido a lo reducido del proyecto el alcance en cuanto a ejercicios disponibles, estadísticas o personalizaciones no es muy grande. Sin embargo, el proyecto sí que sienta unas bases muy importantes en cuanto a sus funcionalidades base, para poder ampliar a futuro tanto los ejercicios, como las estadísticas o las dinámicas relacionadas con Serious Games.

Referencias

1. Día Mundial del Corazón 2016. (2016, September 27). Retrieved from <http://www.fundaciondelcorazon.com/actualidad/dia-mundial-del-corazon/dia-mundial-del-corazon-2016.html>
2. Castillo, G. M., Ortega, P. F., & Ruiz, R. J. (2005). Improvement of physical fitness as anti-aging intervention. *Medicina clínica* 124(4), 146-155.
3. Yang, S., Hwang, W. H., Tsai, Y. C., Liu, F. K., Hsieh, L. F., & Chern, J. S. (2011). Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 90(12), 969-978
4. Lloréns, R., Colomer-Font, C., Alcaniz, M., & Noé-Sebastián, E. (2013). BioTrak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral. *Neurología*, 28(5), 268-275.
5. Bower, K. J., Clark, R. A., McGinley, J. L., Martin, C. L., & Miller, K. J. (2014). Clinical feasibility of the Nintendo Wii™ for balance training post-stroke: a phase II randomized controlled trial in an inpatient setting. *Clinical rehabilitation*, 28(9):912-23.
6. Lyra, J., Valencia, N., Longo, B., Glasgio, G., & Bastos, T. F. (2016) *Rehabilitación de miembros inferiores para pacientes post-ictus utilizando kinect, ambientes virtuales y EMGs*. Cognitive Area Networks: Proc. of 8º Simposio CEA de Bioingeniería 2016 Interfaces hombre-máquina. Cerebro y periferia un camino de ida y vuelta. Madrid, Junio 2016.
7. Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 39(3): 250-261.