

## APLICACIÓN INTERACTIVA EN TRES DIMENSIONES PARA LA REHABILITACIÓN DE LOS COMPONENTES COGNITIVOS: CITO

### INTERACTIVE 3D APPLICATION FOR THE REHABILITATION OF COGNITIVE COMPONENTS: CITO

**DECS:** Rehabilitación, Interfaz Usuario - Computador, Multimedia, motivación, actividades cotidianas.

**MESH:** Rehabilitation, User-Computer Interface, Multimedia, Motivation, Activities of Daily Living .



#### **Autores:**

**Dña. Irene M. Somoza Sampayo**

*Terapeuta Ocupacional. Licenciada en Comunicación Audiovisual. Valoradora para la Ley de la Dependencia en Ourense.*  
Contacto: [irepq@yahoo.es](mailto:irepq@yahoo.es)

**D. Javier Taibo Pena**

*Doctor en Informática. Profesor asociado. Universidade da Coruña.*  
Contacto: [jtaibo@udc.es](mailto:jtaibo@udc.es)

#### **Como citar este documento:**

Somoza Sampayo IM, Taibo Pena J. Aplicación interactiva en tres dimensiones para la rehabilitación de los componentes cognitivos: CITO. TOG (A Coruña) [revista en Internet]. 2011 [-fecha de la consulta-]; 8(14): [13p.]. Disponible en: <http://www.revistatog.com/num14/pdfs/cito.pdf>

**Texto recibido:** 10/01/2011

**Texto aceptado:** 09/05/2011

## Introducción

En las últimas décadas, la tecnología se ha instalado como un elemento habitual en la actividad cotidiana de las personas. Si bien en sus inicios el objetivo era fundamentalmente práctico, orientado a facilitar a las personas tareas de muy diversa índole, actualmente una de las aplicaciones más importantes de estas nuevas tecnologías se encuentra en el campo del ocio.

Por otra parte, los avances en las ciencias médicas y la tecnología aplicada a la salud han provocado un incremento de las expectativas de vida. En muchos casos, las personas sobreviven a accidentes que hace no mucho tiempo serían inexorablemente mortales. Esto implica un aumento de población con secuelas de distinta índole secundarias a los

## RESUMEN

En este artículo se describe una propuesta de aplicación de la tecnología de videojuegos a la rehabilitación de diferentes patologías. Esta es la idea subyacente del proyecto CITO, que se encuentra actualmente en desarrollo. En concreto se estudia la rehabilitación de los componentes cognitivos en pacientes con daño cerebral adquirido a través de la estimulación cognitiva mediante una aplicación interactiva en un espacio tridimensional. Se intenta aumentar la eficiencia de la terapia gracias a la motivación del paciente al potenciar el aspecto lúdico de la aplicación. CITO constituye una herramienta con una doble utilidad: rehabilitadora y evaluadora, sobre la cual han mostrado interés diferentes profesionales para su uso en las sesiones de terapia con pacientes con daño cerebral.

## SUMMARY

This paper describes a proposal for applying video game technology to the rehabilitation of various pathologies. This is the idea behind the project CITO, which is currently under development. In particular, by using an interactive application in 3D space, through cognitive stimulation we study the rehabilitation of cognitive components in patients with acquired brain injury. The intention is to increase therapy efficiency by motivating the patient through the application's recreational aspect. CITO is a tool with a dual purpose: rehabilitation and evaluation. Various professionals have already shown interest in its use in therapy sessions with brain damage patients.

construcción de una herramienta rehabilitadora. Esta herramienta puede ser aplicada a diferentes patologías. Como prueba de concepto se desarrolla su aplicación a la rehabilitación de los componentes cognitivos.

## Los videojuegos y la rehabilitación

Desde sus comienzos en los años 50, los videojuegos han evolucionado hasta llegar a una presencia generalizada en los hogares. En los últimos años la industria del videojuego está desbancando en facturación a las del cine y la música. No obstante, los videojuegos no están libres de cierta polémica acerca de sus bondades. Muchos son los que esgrimen los efectos perniciosos de los videojuegos, especialmente en la juventud. Y es cierto que en determinados casos pueden producir adicción. Sin embargo, algunos estudios indican que pueden ser beneficiosos para el jugador, puesto que aumentan la atención y la concentración de éste, además de poder utilizarse para mejorar la forma física, la coordinación, la sincronización o pueden estimular la realización de ejercicios que de otra forma serían monótonos o poco motivadores. También destacan por su uso en terapias con dolor, para distraer la atención del paciente sobre el videojuego [1,2].

accidentes. Esta situación, unida al creciente interés humano por la calidad de vida, hace patente la importancia de los procesos de rehabilitación en la sociedad actual. En este artículo se estudia la aplicación de las nuevas tecnologías en el campo del ocio (en concreto en forma de videojuego 3D) para la

En cualquier caso, los videojuegos a día de hoy tienen una alta presencia en el ocio de una gran parte de la población en todas las edades. El hecho de que no existan personas mayores con perfil de jugador no se debe a que los videojuegos no gusten a éstos, sino a la relativa juventud del propio concepto de videojuego. De hecho, conforme pasa el tiempo, la edad media del jugador aumenta, debido a que la gente que adquiere el hábito de jugar a videojuegos en su infancia o juventud, sigue consumiendo este tipo de productos en su vida adulta. Es por tanto predecible que el público objetivo para la herramienta rehabilitadora que se propone en CITO abarcará cada vez un intervalo de edades más amplio.

Los videojuegos habitualmente no tienen en cuenta al sector de población con discapacidades. Sin embargo, en los últimos años han comenzado a surgir algunos videojuegos adaptados para personas con discapacidad. Esta adaptación se puede realizar desde dos enfoques diferentes: la adaptación de los dispositivos de juego o la adaptación de los contenidos. En unos casos se orienta más hacia discapacidades físicas y en el otro hacia discapacidades psíquicas o sensoriales, aunque en muchos casos sería necesaria una combinación equilibrada de ambos aspectos (dispositivos y contenidos).

Son muchas las adaptaciones que se pueden realizar a nivel de dispositivo, es decir, de *hardware*. La mayoría de ellas se realizan orientadas a gente con discapacidad física. Algunos ejemplos de adaptaciones son los distintos tipos de ratones adaptados como los pulsadores o la luz láser. También destacan los teclados con tipografía de mayor tamaño para gente con discapacidad visual. A la hora de hablar de adaptaciones de dispositivos hay que mencionar a Benjamin J. Heckendorn, quien ha realizado distintos tipos de mandos para videoconsolas como la Xbox 360 de Microsoft.



Mando creado por Benjamin J. Heckendorn para la Xbox 360

En los últimos años destaca la creación de un control para esta empresa que se utiliza con una mano y la pierna [3].

Otro tipo de adaptación es la de contenidos, facilitando de esta forma la comprensión o la percepción en algunos casos u orientados a trabajar algún aspecto concreto a nivel psíquico.

Como ejemplos encontrados durante estos casi cuatro años de elaboración de la idea hay que destacar aplicaciones como "Onae, la aventura de Zoe", diseñado por la ONCE en el que pueden participar personas con y sin discapacidad visual simultáneamente [4]. Otro videojuego que hay que nombrar en esta materia es CITI (Competencia Intelectual y Tecnología de la Información), más reciente que el anterior desarrollado por la Fundación Orange y la Fundación Síndrome de Down de Madrid. En este producto el usuario realiza distintos retos en una ciudad, en un entorno virtual de dos dimensiones [5].

En cuanto a las investigaciones realizadas en productos relacionados con la materia, es decir, con el entrenamiento de los componentes cognitivos destacan los trabajos llevados a cabo por el departamento de Terapia Ocupacional de la Universidad de Toronto. Utilizando la realidad virtual desarrollan actividades para trabajar distintos aspectos tanto en niños como en personas mayores [6,7]. En el campo de la realidad virtual es imprescindible mencionar a Noomi

Katz, quien también ha llevado a cabo estudios en este ámbito (“Virtual reality in Neurorehabilitation”) [8].

Con respecto a los productos destinados a PC o consolas (soportes más domésticos que la realidad virtual a día de hoy) hay que destacar el Grador, destinado a trabajar los componentes cognitivos. El Hermes (para tratar problemas de aprendizaje) o el Smartbrain también son herramientas utilizadas en el campo de la rehabilitación. Con un objetivo más lúdico que rehabilitador está el Brain Training para la Nintendo DS, en el que el usuario debe superar una serie de retos relacionados con el campo cognitivo.

El hecho de que algunos videojuegos estén adaptados a personas con discapacidad, no necesariamente implica que cumplan una función rehabilitadora. Sin embargo, sería posible, y muy positivo, combinar ambos aspectos: lúdico y rehabilitador, de forma que el primero sirva para potenciar el segundo. Esta es una de las ideas clave que se plantean en este artículo.

### **¿En qué consiste CITO?**

CITO se basa en la aplicación de la tecnología de los videojuegos 3D con objetivos rehabilitadores a distintos niveles, es decir, orientado al entrenamiento o rehabilitación de distintas habilidades o patologías, como componentes cognitivos, actividades de la vida diaria (AVD) o habilidades sociales. El enfoque que se seleccione condicionará la adaptación de los contenidos.

En este caso, se ha ejemplificado la idea con un producto orientado a la rehabilitación de los componentes cognitivos. El área del juego es una ciudad, por tratarse de un contexto conocido por el usuario donde se le pueden plantear retos en un entorno que le resulte familiar y al mismo tiempo entrenar ciertas habilidades que le resultarán de utilidad para desarrollar su autonomía personal, como el manejo en la comunidad, la orientación y las relaciones espaciales. Estos tres últimos aspectos siempre se trabajan,

---

independientemente del objetivo rehabilitador que se plantee, gracias al potencial del escenario tridimensional de una ciudad.

Otra característica destacable es que hay diferentes niveles de dificultad: a medida que la persona supere los más sencillos se le irán ofreciendo nuevos desafíos. CITO, por lo tanto, basa su estrategia en explotar la diversión de un videojuego a través de retos presentados en actividades cotidianas.

El ofrecer diferentes niveles de dificultad en las pruebas del juego cumple una doble función: por una parte se dispone de una herramienta rehabilitadora adaptable a las características o a las necesidades del paciente en cada momento, y por otra parte se provee al terapeuta de una herramienta evaluadora, sabiendo según el nivel adquirido en cada reto la capacidad cognitiva del usuario.

Una de las principales características de CITO es que se basa en un entorno virtual en tres dimensiones. Esto lo diferencia de otros trabajos enfocados a la rehabilitación, que se basan en vistas estáticas bidimensionales, generalmente a base de fichas de actividades. CITO, por el contrario, hace énfasis en la exploración del entorno de la ciudad. Trata de buscar la complicidad del usuario, de aumentar la motivación de éste para conseguir una terapia más eficaz.

Uno de los objetivos planteados durante el desarrollo de CITO ha sido el llegar al mayor número posible de personas, y por este motivo se ha huido de entornos de realidad virtual inmersivos. Estos entornos, ya sea en forma de cascos de realidad virtual (HMD) o sistemas de proyección como la CAVE [9], requerirían de un elevado presupuesto, necesidad de espacios específicos para su instalación y unos costes de mantenimiento nada desdeñables. Por este motivo, CITO es una aplicación planteada para funcionar en un ordenador personal de gama doméstica, y su manejo se realiza principalmente a través de

teclado y ratón, aunque sería fácilmente adaptable a otros mandos según las necesidades de cada usuario.

Una herramienta de este tipo se puede aplicar al tratamiento de muchas patologías. Un posible ejemplo que se presenta muy adecuado, y sobre el que se están centrando los esfuerzos en la fase actual del proyecto, es la rehabilitación de los componentes cognitivos a través de la estimulación cognitiva.

En el momento del desarrollo de la idea se toma como referencia la tercera edición de la Terminología Uniforme para Terapia Ocupacional (Uniform Terminology for Occupational Therapy) diseñada por la AOTA (Asociación Americana de Terapia Ocupacional) en 2001, donde define catorce componentes cognitivos que son los que se tienen en cuenta a la hora de diseñar las actividades de CITO [10]. Revisando clasificaciones más actuales (2008) de la AOTA, y adaptándose a una terminología más reciente, se observa que CITO está orientado al entrenamiento de ciertas destrezas de ejecución, como las destrezas sensoriales-perceptuales y las destrezas cognitivas [11]. Por lo tanto, estos componentes o destrezas pueden ser trabajados a través de una aplicación multimedia como la que propone CITO, donde el usuario interactúa dentro de un espacio 3D para superar unas pruebas que se le plantean de forma lúdica. Este aspecto es importante, puesto que se trata de ofrecer una actividad atractiva desde el punto de vista del usuario, que se perciba más como un juego que como una sesión de rehabilitación.

Basándose en la neuroplasticidad del cerebro humano, la estimulación cognitiva intenta mantener o rehabilitar las capacidades cognitivas de un individuo mediante un conjunto de intervenciones no farmacológicas. Esta es la línea que sigue CITO, ofreciendo una herramienta multimedia interactiva para favorecer la autonomía de personas con daño cerebral adquirido mediante la estimulación cognitiva.

El público objetivo de este tipo de herramienta son personas con un déficit cognitivo de leve a moderado, que se encuentre familiarizada con el uso del ordenador y preferentemente de los videojuegos. Esto sitúa a los potenciales usuarios entre jóvenes y adultos con daño cerebral adquirido.

Lamentablemente, cada año se produce un elevado número de traumatismos craneoencefálicos, principalmente debidos a accidentes de tráfico. Según ADACEN (Asociación de Daño Cerebral de Navarra) se estima una incidencia media de 250 casos de daño cerebral adquirido por 100.000 habitantes. Más del 70% de los traumatismos craneoencefálicos tiene su origen en accidentes de tráfico destacando mayor incidencia entre la población joven. [12] Este hecho, unido a los avances médicos, que reducen el índice de mortalidad de las personas accidentadas, provoca que exista un número mayor de personas con secuelas, especialmente menores de treinta años. Éste sería el perfil tipo para una aplicación interactiva para la rehabilitación mediante la estimulación cognitiva como CITO. Sin embargo, como ya se ha comentado, el intervalo de edades adecuadas para utilizar este producto se irá incrementando con el tiempo.

### **Ejemplos de actividades**

Las actividades o retos que propone CITO son llevados a cabo en establecimientos habituales presentes en el entorno de una ciudad, como el de una cafetería, un cine o la discoteca. A través de las acciones propias de estos lugares, adaptando éstas al objetivo terapéutico que queramos adquirir, en este caso trabajar principalmente las destrezas cognitivas, se proponen las distintas pruebas. A continuación se describen, a modo de ejemplo, algunas de las pruebas propuestas en el diseño de CITO.

Autobús: el usuario debe viajar hasta la parada del autobús navegando dentro del escenario de las calles de la ciudad. Una vez allí debe consultar el mapa de

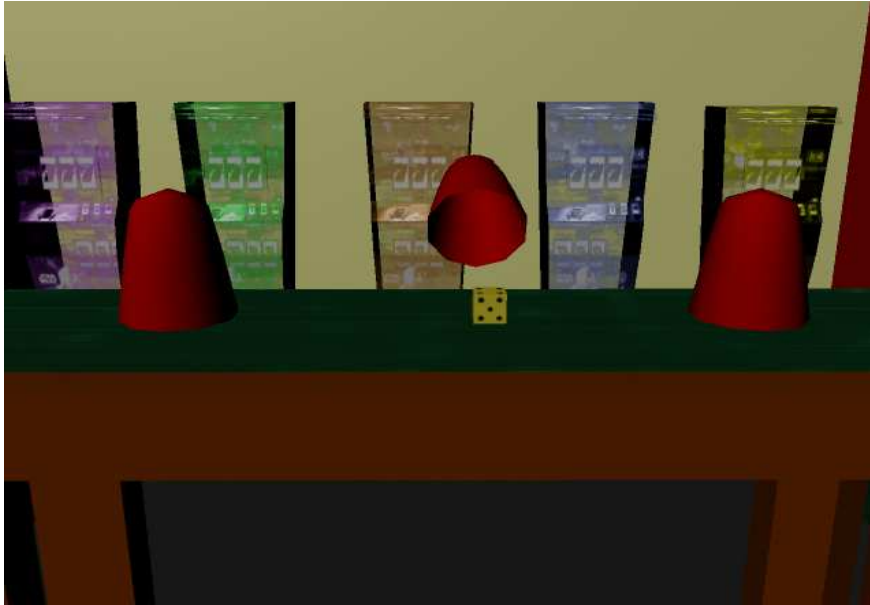


líneas de autobús y tomar la decisión de la línea que tomará para llegar a su destino (éstos se le plantean a la persona previamente). Cuando llegue el autobús correcto, se subirá a él y percibirá el desplazamiento desde su interior. En esta prueba, se potencia principalmente la orientación espacial del usuario, y sirve al mismo tiempo para familiarizarse con el entorno de la ciudad de CITO.

Discoteca: el objetivo principal en esta prueba es trabajar el esquema corporal a través de una coreografía. En la pista de baile de dicho establecimiento hay una silueta sobre la que el usuario debe pinchar con el ratón según las órdenes de una voz en off que irá diciendo acciones como: "brazo derecho arriba" y la persona tiene que pinchar sobre esta parte del cuerpo para que se ejecute la acción. Hay que destacar de esta actividad la posibilidad de trabajar la orientación espacial a través del sonido de la música de la discoteca. Gracias a la utilización de un escenario en 3D se puede trabajar este aspecto aumentando el volumen de la música a medida que se acerca el usuario a la pista de baile y disminuyéndolo al alejarse.

Cine: el usuario realizará una serie de pruebas de secuenciación a partir de fragmentos de una película, con nivel de dificultad progresivo según sus capacidades y su habilidad. La selección de la película la realizará el paciente dentro de un pequeño catálogo. De esta forma se puede adaptar el tema a sus preferencias o intereses, mejorando así la motivación del usuario hacia la acción terapéutica.

Casino: en este establecimiento, el paciente realizará pruebas de atención a través de juegos similares al trile. La rapidez de los movimientos o la complejidad del escenario determinarán el nivel de dificultad que se irá adaptando a la evolución del paciente.

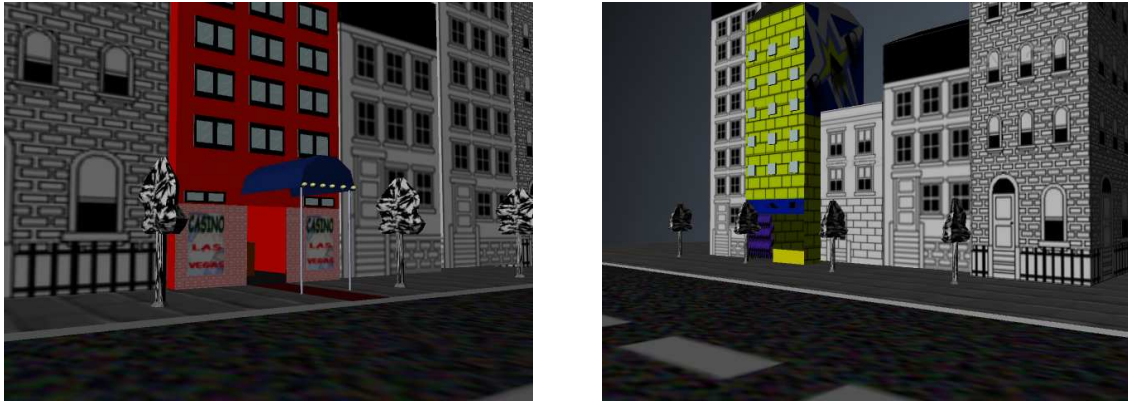


Boceto en 3D de la actividad del casino en la que el usuario debe adivinar dónde se encuentra el dado, dando lugar a una actividad en la que se trabaja la atención

Estadio de fútbol: en este entorno la persona realizará una prueba de memoria a través de una pregunta que se formula sobre un fragmento de un partido de fútbol, como por ejemplo "quién es el autor del gol". El partido es elegido previamente, trabajando así la toma de decisiones. El nivel de dificultad de la pregunta irá aumentando a medida que se superen aquéllas formuladas en los más básicos.

En todas estas actividades se trabajan paralelamente otros aspectos como la toma de decisiones, a la hora de elegir la película en el cine y el partido en el estadio, de distintas opciones que se ofrecen; el manejo en la comunidad; las relaciones espaciales y en general aspectos relacionados con el espacio al tratarse de un escenario en 3D.

Las actividades que se presentan están identificadas a través del uso de colores fuertes en aquellos establecimientos que contengan una prueba frente a los elementos no interactivos que son en blanco y negro. De este modo, la persona podrá reconocer en dónde se encuentran los retos que debe superar.



Bocetos en 3D del tratamiento de los colores

Durante la navegación por CITO, el usuario será guiado constantemente por una voz en off que le facilitará moverse por el entorno virtual. Ésta le irá indicando qué debe hacer en cada momento, concretamente cuándo se acerca a un elemento interactivo. La voz le explicará en qué consiste cada uno de los retos y qué debe hacer para superarlos.

## Conclusiones

CITO es un proyecto que actualmente se encuentra en fase de desarrollo. En este artículo se han presentado los conceptos teóricos en los que se basa. Mediante un videojuego 3D se proponen al paciente actividades rehabilitadoras. La propuesta de CITO ofrece diversas ventajas diferenciadoras frente a otros productos ya existentes. El entorno 3D ofrece posibilidades muy interesantes para explotar en la rehabilitación, puesto que facilita el trabajar relaciones espaciales, distinción figura/fondo, identificación de tamaños y otros aspectos relacionados con el espacio, que con otras aplicaciones multimedia 2D no serían posibles. Además, el situar al usuario en un contexto familiar y darle cierta libertad de exploración, supone una diferencia notable frente a la aproximación basada en fichas. Esta situación favorece notablemente la motivación del usuario, al cual, desde su punto de vista, se le plantean actividades lúdicas, no sesiones de rehabilitación, con los beneficios terapéuticos que esto implica.

Desde la visión del terapeuta, CITO cumple una doble utilidad. Se trata tanto de una herramienta rehabilitadora, adaptable a las necesidades del paciente, como de una herramienta evaluadora.

Durante las fases de análisis y diseño del sistema se ha contado con la colaboración de diversos profesionales del campo de la rehabilitación. Estos profesionales han mostrado su interés en CITO como herramienta rehabilitadora para usar en sus terapias a la hora de trabajar con gente con lesión cerebral.

En futuros trabajos, exploraremos la posibilidad de aplicar esta tecnología a otras terapias más allá de la estimulación cognitiva, como ya se comenta en párrafos anteriores (entrenamiento de AVD, desarrollo de habilidades sociales, entre otras posibilidades).

## **Agradecimientos**

Los autores quieren expresar su agradecimiento a todos los profesionales que contribuyeron de forma desinteresada con parte de su tiempo al desarrollo de este proyecto, a través de encuestas y entrevistas. En especial, agradecer a la profesora emérita Noomi Katz, por su valiosa orientación durante el desarrollo de CITO. Por último, agradecer a la familia todo su apoyo personal.

## Bibliografía

1. Franco Domínguez S. Videojuegos accesibles. Game is not over. [Cited 2007 Dec]. Available from: [www.tecnologiaydiscapacidad.es/Accessibilidad\\_a\\_videojuegos.pdf](http://www.tecnologiaydiscapacidad.es/Accessibilidad_a_videojuegos.pdf)
2. Ministerio de Educación y Ciencia. Consola y videojuegos. CNICE (Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa) [cited 2007 Dec]. Available from: <http://w3.cnice.mec.es/recursos/segundaria/transversales/ocio/cap7/videojuegos.htm>
3. Andrade J. Mando de Xbox 360 para una mano de Ben Heckendorn. Engadget español 2006 [cited 2006 Dec 03]; Available from: <http://es.engadget.com/2006/12/03/mando-de-xbox-360-para-una-mano-de-ben-heckendorn/>
4. Desarrollan un videojuego que pueden compartir personas ciegas con otras sin problemas de visión. Clarim.com 2007 [cited 2007 Aug 06]; Available from: <http://www.clarin.com/diario/2007/08/06/um/m-01472821.htm>
5. CITI, un juego para teléfono móvil pensado para personas con discapacidad intelectual. Fundación Orange 2009 [cited 2009 Mar 31]; Available from: [http://www.fundacionorange.es/fundacionorange/comunicados/2009/np\\_citi.html](http://www.fundacionorange.es/fundacionorange/comunicados/2009/np_citi.html)
6. Reid DT. Changes in seated postural control in children with cerebral palsy following a virtual play environment rehabilitation intervention. *Isr J Occup Ther*, 2002; 11, E75 - 95.
7. Reid DT. Virtual Reality: An Enabling Environment for Occupational Performance of Leisure Activities for the Older Stroke Survivor. *Univ Tor Med J*, 2003 (mayo); 80 (3), 192 – 194
8. Patrice LW, Kizony R, Feintuch U, Katz N. Virtual reality in neurorehabilitation, Textbook of Neural Repair and Rehabilitation. Volumen II Medical Neurorehabilitation. 1ª ed. United Kingdom: Cambridge University Press, 2006.
9. Cruz-Neira C, Sandin DJ, DeFanti TA, Kenyon RV, Hart JC. The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment, *Communications of the ACM*, Vol. 35, No. 6, June 1992; 65-72.
10. Polonio López B, Durante Molina P, Noya Arnaiz B. Conceptos fundamentales de Terapia Ocupacional. 1ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2001.
11. Ávila Álvarez A, Martínez Piédrola R, Matilla Mora R, Máximo Bocanegra M, Méndez Méndez B, Talavera Valverde MA et al. Marco de Trabajo para la práctica de la Terapia Ocupacional: Dominio y proceso. 2da Edición [Traducción]. [www.terapia-ocupacional.com](http://www.terapia-ocupacional.com) [portal en Internet]. 2010 [-fecha de la consulta-]; [85p.]. Disponible en: <http://www.terapia-ocupacional.com/aota2010esp.pdf> Traducido de: American Occupational Therapy Association (2008). Occupational therapy practice framework: Domain and process (2nd ed.)
12. ADACEN (Asociación de Daño Cerebral de Navarra). Daño cerebral adquirido incidencias. ADACEN (Asociación de Daño Cerebral de Navarra). Available from: <http://www.adacen.org/incidencia.htm> [cited 2009 Mar 31].