

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Impacto social de las TIC
Recibido: 28/02/2016 | Aceptado: 28/03/2016

Keylaxyeyes: videojuego serio para el tratamiento de niños con deficiencias del campo visual

KeylaxyEyes: Serious game for the treatment of children with visual field problems

Grethel Naranjo Rondón ^{1*}, Omar Correa Madrigal ², Ernesto Gutiérrez Ramos ³

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, La Lisa, La Habana, Cuba.
{gnaranjo, ocorrea, egutierrezr}@uci.cu

* Autor para correspondencia: gnaranjo@uci.cu

Resumen

La amplitud del campo visual es una variable oftalmológica muy importante en la detección de problemas visuales. Para su medición se utiliza la campimetría, que puede ser cinética, estática o por confrontación. En Cuba generalmente se utiliza la campimetría por confrontación para tratar a personas menores de edad. Esta prueba se complejiza al aplicarla a niños debido a que requiere mucho tiempo para su ejecución. Además de que, por razones propias de la edad y por no poseer elementos lo suficientemente motivadores, los pacientes no cooperan con el proceso. Esto, unido a la subjetividad del método produce una baja cuantificación de las mediciones del campo visual. Con el objetivo de ofrecer una alternativa de rehabilitación del campo visual en pacientes menores de edad se presenta el videojuego serio de navegador KeylaxyEyes. En el mismo se vincula la lógica del juego y el tratamiento sobre la base de la implementación de la campimetría estática y cinética. Para guiar el correcto ciclo de vida de la solución se escogió la metodología Huddle soportando el desarrollo con el motor de videojuegos Phaser y las tecnologías HTML5, JQuery y JSON. Intercambios con especialistas en rehabilitación de la escuela especial Abel Santamaría y del Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer validaron como positiva la solución generada.

Palabras clave: campo visual; navegador; rehabilitación; videojuego

Abstract

The amplitude of the visual field is an important variable in detecting eye vision problems. It uses perimeter for measurement, which can be kinetic, static or confrontation. In Cuba is generally used campimetry by confrontation to treat children. This test is more complex when applied to children because it demands more execution time. Also patients do not cooperate with the process due to not having enough motivation elements. This, together with the subjectivity produces a low quantification of visual field measurements method. With the aim of offering an alternative rehabilitation of the visual field in patients underage, KeylaxyEyes serious browser videogame appears. In the game, logic and treatment based on the implementation of the static and kinetic perimeter are mixed. To guide the correct lifecycle of the solution the Huddle methodology supporting the Phaser game engine development and HTML5, JQuery and JSON technologies were chosen. Exchanges with rehabilitation specialists at Abel Santamaria special school and the Cuban Institute of Ophthalmology Ramón Pando Ferrer validated as positive the solution generated.

Keywords: browser; rehabilitation; videogame; visual field

Introducción

El juego es una actividad fundamental para el desarrollo humano, si bien ha sido sinónimo de diversión y entretenimiento, lleva inconsciente e implícitamente el aprendizaje. Desde finales de la década de los 90, con la introducción de las tecnologías de la informática y las comunicaciones, se comienza a examinar la utilidad de los juegos para nuevos propósitos. Además, el creciente interés por emplearlos con fines instructivos y su capacidad para contribuir a la formación se vieron ampliados con el desarrollo de los videojuegos.

Los videojuegos proveen a los jugadores de habilidades y destrezas. Participar en ese ambiente invita a los videojugadores a relacionarse con la comunidad que se forma a través de las redes sociales del contexto de juego, añadiendo, por tanto, pautas de relación y convivencia. Esas experiencias que proveen los videojuegos han sido aprovechadas en ámbitos interesados en promover habilidades, estimular el desarrollo y adquisición de conocimientos, en el entrenamiento de profesionales de la milicia, los bomberos, la policía, áreas empresariales y en la medicina; destacando los videojuegos terapéuticos o de rehabilitación.

Cuba, en los últimos años ha potenciado el desarrollo de software, incursionando recientemente en el ámbito de la producción de sistemas de realidad virtual como videojuegos serios con fines terapéuticos para entornos de escritorio, siendo centro esencial de este desarrollo la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y dentro de la ella el

Centro de Entornos Interactivos 3D (VERTEX) de la Facultad 5. VERTEX de conjunto con el Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer” (ICO), ha desarrollado soluciones informáticas para el tratamiento de distintos padecimientos oftalmológicos, obteniendo resultados satisfactorios en el área de la agudeza visual. Ejemplo de ello es el videojuego Meteorix (MARTINTO *et al.*, 2014). Otra de las áreas que recientemente explora es el campo visual.

La amplitud del campo visual (CV) es una variable oftalmológica importante en la detección de problemas visuales ocasionados por daños externos o de forma congénita. Algunos de los padecimientos oftalmológicos que afectan el campo visual, como degeneración macular, cataratas, glaucoma o lesiones oculares que se identifican en edades tempranas pueden ser corregidos con un tratamiento adecuado.

De las pruebas de medición del campo visual, en Cuba, la más usada para tratar a personas menores de edad es la campimetría por confrontación. Esta prueba se complejiza al aplicarse a niños debido a que requiere mucho tiempo para su ejecución. Además de que por razones propias de la edad y por no poseer elementos lo suficientemente motivadores los pacientes no cooperan con el proceso. Esto, unido a que las aproximaciones se realizan de manera subjetiva, propicia que se produzca una baja cuantificación de la información adquirida. Por lo que se busca una vía factible que motive a los niños a mantenerse concentrados en el tratamiento.

Materiales y métodos

Campo visual

La amplitud del campo visual responde a la porción del espacio que el ojo es capaz de ver sin mover o rotar los órganos de visión. En estado normal, el CV se extiende aproximadamente desde 60° hacia dentro de la nariz hasta 100° hacia afuera en cada ojo, y unos 60° por encima y 70° por debajo de la horizontal (CUBBIDGE *et al.*, 2006).

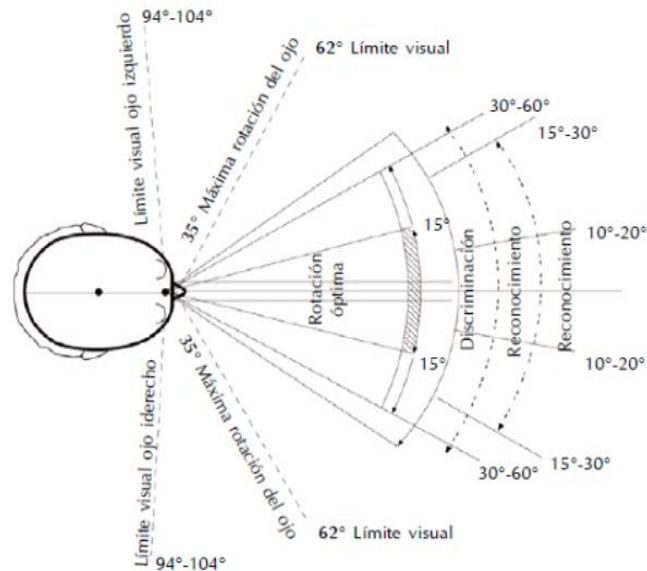


Figura 1: Amplitud del campo visual

Campimetría

Es el estudio del campo visual y la detección de sus defectos (zonas de pérdida parcial o total de visión) mediante el empleo de un campímetro o perímetro (DE MEDINA Y BONO, 1944). Esta técnica puede ser aplicada de varias formas relacionadas a continuación.

Campimetría cinética: se manifiesta como puntos de luz que se mueven desde los límites del campo visual hacia dentro hasta que el observador puede verlos.

Campimetría estática: los puntos de luz se encienden aleatoriamente sobre una pantalla blanca, de manera que el paciente debe presionar un botón cuando lo visualiza.

Campimetría por confrontación: el paciente permanece sentado frente al examinador, cierra uno de sus ojos y mira fijamente al ojo contrario de su examinador, mientras se le pide que indique cuando ve y/o cuando deja de ver un objeto (bolígrafo, dedo del examinador, u otro) que se irá desplazando a lo largo del campo visual del ojo examinado.

Rehabilitación con videojuegos

La rehabilitación es un proceso global y continuo de duración limitada con objetivos definidos que están encaminados a lograr niveles óptimos de independencia física en el paciente. Además permite a las personas con discapacidades adquirir habilidades funcionales así como un ajuste psicológico, social, vocacional y económico, necesario para llevar de forma libre e independiente sus propias vidas (TÁPANES, 2012) (BARADA *et al.*, 2002).

Con la aparición de las tecnologías de la informática y las comunicaciones surge un nuevo modo de rehabilitación. Esta nueva etapa aprovecha las potencialidades de las tecnologías y las pone a disposición de la sociedad. Ejemplo de ello son los videojuegos serios terapéuticos o de rehabilitación.

El término juego serio se considera contradictorio, puesto que el vocablo "juego" representa diversión, alegría, fantasía y relajación, se concibe como una acción que se aleja de las cosas "serias" de la vida; mientras que el término "serios" alude a responsabilidad, sensatez, realidad y acciones con consecuencias a considerar (MARCANO, 2008).

Un videojuego serio es una actividad recreativa-formativa que involucra a una o varias personas. La interacción entre ellas debe ser por medio de un dispositivo tecnológico; dígase PC (computadora personal), consola, dispositivo móvil u otra. Dicha actividad requiere seguir reglas específicas y tomar decisiones hasta lograr un objetivo, que más allá de vencer un adversario se centra en la adquisición de conocimientos o la rehabilitación (ABT, 1987; ZYDA, 2005).

Videojuegos serios de navegador

Las técnicas de realidad virtual y videojuegos para la salud han sido empleadas en la enseñanza, el tratamiento y la rehabilitación de distintos padecimientos, beneficiándose de estos avances tanto doctores como pacientes. Dentro de los videojuegos para la salud se encuentran los videojuegos de navegador. Esta combinación ha obtenido resultados satisfactorios en el tratamiento de las funciones visuales (SERRANO, 2010).

Los videojuegos de navegador brindan la posibilidad de que el paciente se conecte de manera remota desde cualquier lugar sin la necesidad de tener un dispositivo de altas prestaciones, permitiéndoles llevar el tratamiento al hogar. Los archivos se ejecutan en el navegador ya que están basados exclusivamente en las tecnologías usadas por este, estableciendo la gran diferencia con los videojuegos de escritorio. Posibilitan además que el usuario no necesite instalar otras aplicaciones para poder jugar. Estas características hacen posible que la solución se pueda integrar fácilmente a una plataforma de gestión de videojuegos o si el usuario así lo desea llevarlo a su casa, es decir, utilizarlo de manera portable.

Trabajos relacionados

- El programa EVO se diseñó con la doble finalidad de permitir la evaluación de las capacidades visuales y la aplicación de programas de entrenamiento visual en un contexto de juegos de ordenador ajustados a las características visuales de sus usuarios (SOLER *et al.*, 2001).

- VISUALPC, una aplicación informática para estimulación visual en niños discapacitados visuales con o sin deficiencias asociadas. Trata la estimulación visual, auditiva y ayuda en los primeros aprendizajes de lectura y escritura. La estimulación visual se desarrolla a través 4 procesos fundamentales:
 - la estimulación básica para las funciones de atención, seguimiento y mirada alternativa.
 - el inicio en la percepción y discriminación de formas y colores.
 - la representación del cuerpo, de figuras y objetos familiares y la adquisición de los conceptos básicos.
 - la exploración de espacios perceptivos y coordinación viso motora (CORO, 2000).

- EyeOK es un videojuego info-educativo sobre salud visual. Sus actividades permiten la detección y posibilitan la prevención de problemas visuales mientras que enseña buenas prácticas de salud visual. El videojuego va dirigido a padres, educadores y centros de formación. También está pensado para que los profesionales de la visión tengan disponibles contenidos digitales para la realización de test ópticos (SERRANO, 2010).

- Meteorix es un videojuego de acción en primera persona, de corte galáctico. Fusiona su lógica con la de un tratamiento, de manera que el paciente no se percata de que está siendo tratado. Es capaz de personalizar los contenidos del juego avanzando a mayores niveles de complejidad, según sea el nivel de respuesta del niño (habilidad óculo-manual). La aplicación ha sido de gran utilidad, pues con sesiones diarias de 30 minutos se le brinda al paciente ejercicios de fijación central con parche de una manera entretenida. Luego de 12 sesiones ya se logran incrementos de la visión desde 1 hasta 3 niveles, según el test de agudeza visual Snellen (ARIAS-DÍAZ *et al.*, 2013).

Otros trabajos como (MORALES *et al.*, 1996) (HITCHMAN BARADA *et al.*, 2002) (DÍAZ *et al.*, 1995) exponen los resultados en rehabilitación visual obtenidos con tratamientos clínicos. Todos los trabajos anteriores coinciden en que tratan el tema de la rehabilitación visual de manera general y en la mayoría de los casos enfocan sus soluciones hacia la agudeza visual, no siendo de igual manera tratada la rehabilitación del campo visual. O sea, no ha sido explorado el potencial de relacionar las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), específicamente el área de los videojuegos, con la rehabilitación del campo visual.

Para la selección de las herramientas a emplear se tuvo en cuenta las facilidades que brindan las tecnologías web y que las hacen ser más accesibles que las de escritorio. Todo el ciclo de vida de la solución estuvo guiado por la metodología de desarrollo Huddle. Esta metodología al ser creada específicamente para guiar el ciclo de vida de un

videojuego provee todos los artefactos necesarios para su creación. Al ser ágil permitió un desarrollo rápido y a la vez con un nivel avanzado de madurez. Ha sido probada en el centro VERTEX, arrojando resultados satisfactorios en el desarrollo de los trabajos “Videojuego serio para la enseñanza del esqueleto de la cabeza humana” (GÓMEZ y OZETE, 2013) y “Videojuego Serio Montaña Rusa Dinámica para el tratamiento de la agudeza visual” (RAVELO, 2014). La metodología plantea tres momentos principales Preproducción, Producción y Postmortem las cuales se ven representadas en la Figura 2.

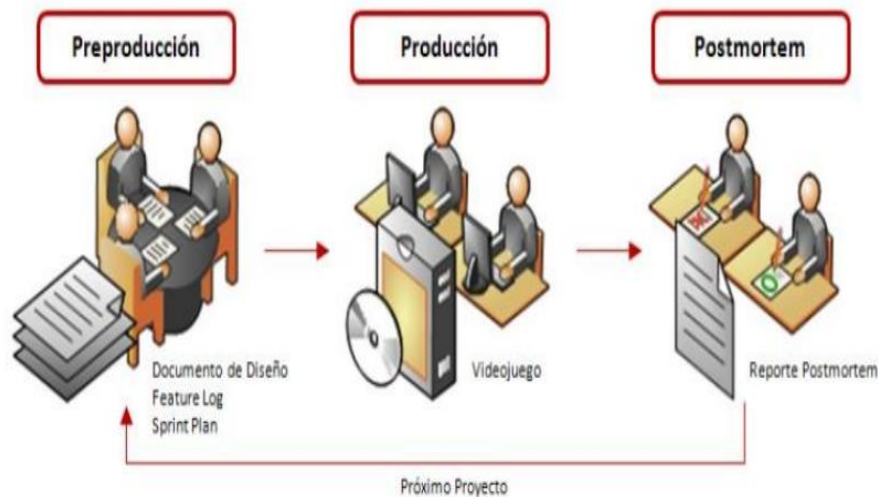


Figura 1: Etapas de huddle

Para el desarrollo se utilizó Phaser un potente motor JavaScript para juegos. Está diseñado para que los juegos se puedan ejecutar tanto en ordenadores como en dispositivos móviles. Soporta el trabajo con canvas, WebGL y puede pasarse de uno a otro automáticamente según la compatibilidad del navegador; lo que le da un punto de ventaja en cuanto al renderizado¹ y la velocidad de respuesta. Permite el manejo de física, colisiones, animaciones, sistema de partículas, mapas de patrones, sonidos y escalar el juego para que se ajuste a la resolución de cualquier dispositivo sin alterar la relación de aspecto. Además de que es una herramienta de código abierto (ANDREARRS, 2014). Como lenguajes se emplean HTML5 como base estructural de aplicaciones web, JavaScript para las funcionalidades y JSON en la persistencia de datos.

¹ Dibujado en pantalla

Resultados

A partir del análisis de las limitaciones existente en Cuba, asociadas a la rehabilitación en pacientes jóvenes con deficiencias del campo visual, se creó el prototipo de videojuego KeylaxyEyes. Este videojuego sirve de alternativa para la rehabilitación del campo visual y contribuye, además, a mejorar las funciones oculo-manuales (coordinación ojo-mano) en menores de edad. Para lograr lo anterior, en KeylaxyEyes se define una trama de juego en la que el niño se divertirá a la par que realizará la rehabilitación; solventando el problema de cooperación de los menores de edad y los tratamientos de rehabilitación tradicionales.

Descripción de la solución

El videojuego implementa en un primer nivel la técnica de medición del campo visual llamada campimetría estática. En el videojuego los puntos de luz son representados por objetos que se visualizan en pantalla de manera aleatoria y en posiciones predefinidas en un intervalo de 3 segundos, siendo este el tiempo de reacción medio para niños de 5-7 años (MARTINTO *et al.*, 2014). Las posiciones son calculadas teniendo en cuenta la resolución de pantalla con el objetivo de que queden uniformemente distribuidas, dividiéndola en una matriz de 11 filas y 19 columnas para un total de 209 posiciones.

El niño, sin mover o rotar la cabeza, al ver los objetos debe tratar de atraparlos haciendo uso del mouse. Al mismo tiempo se almacena en un arreglo² la posición del objeto junto a un valor 1 si logra cogerlo, 0 en caso contrario. Estos valores son guardados en un fichero JSON que es utilizado por la plataforma de gestión de videojuegos serios Medicando para graficar el mapa correspondiente. El resultado de este proceso le permite al doctor obtener una imagen de las zonas de la visión central del paciente interpretando cada grupo de 0 como una zona afectada, así lo muestra la Figura 3.

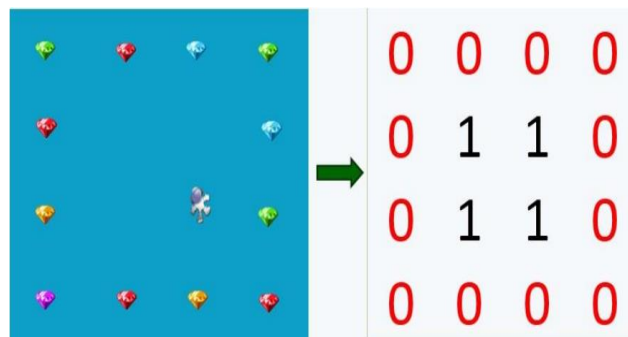


Figura 2: Implementación de campimetría estática

² Estructura de datos que permite almacenar varios valores

Los restantes 4 niveles utilizan la información generada del nivel 1 para distribuir una serie de objetos en la escena localizándolos específicamente en las áreas periféricas a las zonas identificadas como afectadas, con el objetivo de estimular las células presentes en esta zona. Las áreas a tratar son señaladas a partir de la variación de valores consecutivos de 0 a 1 y viceversa, en el mapa del CV.

Luego de identificadas las áreas que serán estimuladas se emplea la campimetría cinética como vía de rehabilitación. Para el videojuego se muestran estrellas que hacen un desplazamiento constante a través de las áreas señaladas. El área de desplazamiento en cada nivel disminuye, buscando una mayor aproximación al borde de la zona afectada como muestra la Figura 4.



Figura 3: Implementación de campimetría cinética

En cada nivel aumenta la complejidad, determinada por los obstáculos a evadir y la cantidad de ítem a recoger para lograr el objetivo. Los ítems son definidos por estrellas y monedas.

El fichero JSON almacena toda la información que genera el videojuego, dígame nombre del jugador, fecha de juego incluyendo día y hora, además del total de objetivos propuestos y total de objetivos cumplidos. También recoge la puntuación total alcanzada y el arreglo de puntos que permite trazar el mapa del campo visual. Toda esta información se estructura como muestra la siguiente tabla:

Tabla 1: Estructura del JSON

Clave	Valor
"name_player": "Julio"	Nombre del jugador
"date": "2015-09-26 "	Fecha en que juega
"time_ini": "09:30 "	Hora de inicio de juego
"time_end": "11:00 "	Hora de fin de juego

"works": "266"	Cantidad total de objetivos
"hits": "178"	Cantidad de objetivos cumplidos
"score":5826	Puntuación total alcanzada
"map": [[[200, 348], 1], [[200, 520], 1], [[480, 621],0], [[548,762], 0], [[1011,751],0], [[1264, 751], 0],]	Mapa del campo visual

Discusión

Actualmente en Cuba, el desarrollo de videojuegos para la salud no está generalizado, perdiéndose una de las áreas de la medicina que comienza a tener auge a nivel mundial con resultados alentadores. En el ICO Ramón Pando Ferrer, se han obtenido resultados satisfactorios con el empleo del videojuego Meteorix, pero debido a la tecnología utilizada por este, es necesario un PC con un nivel medio de rendimiento de gráficos; característica difícil de asegurar por las instituciones. KeylaxyEyes, por su parte, emplea tecnología web, resuelve el problema anterior y brinda mayores posibilidades de accesibilidad, para que el paciente se conecte de manera remota desde cualquier lugar sin la necesidad de tener un dispositivo de altas prestaciones, lo que le permite llevar el tratamiento al hogar.

Haciendo uso de un sistema de puntos, el videojuego es capaz de simular la zona central del campo visual del paciente y a partir del comportamiento del niño trazar las zonas afectadas, así como estimular las áreas periféricas a esas zonas a modo de rehabilitación. KeylaxyEyes almacena además una serie de variables que posteriormente pueden ser consultadas por sistemas especializados y generar un control de los pacientes, permitiendo que el médico pueda evaluar cómo evolucionan.

Teniendo en cuenta la opinión de los especialistas del ICO "Ramón Pando Ferrer" y la escuela especial "Abel Santamaría" de Marianao, el videojuego KeylaxyEyes, a partir de la implementación de la campimetría estática como vía para analizar las zonas afectadas del campo visual, así como la campimetría cinética como medio de rehabilitación, constituye un paso importante en la rehabilitación del campo visual en los niños.

La solución tiene un marcado carácter social, debido a que está destinado a un sector sensible de la población, los niños con deficiencias del campo visual. Además de que contribuye al proyecto de informatización de la sociedad, haciendo énfasis en las potencialidades de unir la informática con la medicina.

Conclusiones

Al finalizar el ciclo de desarrollo fue creado KeylaxyEyes, un videojuego serio de navegador con fines terapéuticos que representa un paso de avance en la rehabilitación del campo visual en niños.

En próximos trabajos se abordarán los resultados de la validación clínica de KeylaxyEyes tomando una muestra de niños que presentan deficiencias del campo visual para realizar las pruebas pertinentes. Se evaluará además la experiencia de usuario validando la usabilidad del juego.

Referencias

ABT, C. *Serious Games*. United States of America: University Press of America, 1987, 176 p. ISBN 0-8191-6148-9.

ANDREARRS. *5 librerías en JavaScript para hacer juegos en HTML5* Hipertextual, de 2015]. Disponible en: <http://hipertextual.com/archivo/2014/08/librerias-javascript-para-hacer-juegos/>.

ARIAS-DÍAZ, A.; BERNAL-REYES, N., *et al.* *Medición de agudeza visual estereoscópica en una población infantil sana*. 2013, Disponible en: http://revista.smo.org.mx/pdf/8704/2013-87-4-05%20AO_215-219.pdf.

BARADA, D. D. H.; ARMAS, D. M. M. D., *et al.* *Rehabilitación óptica en la degeneración macular relativa a la edad* *Revista Cubana de Oftalmología*, 2002, vol. 15, n° Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762002000200005.

CORO, F. J. C. VISUALPC: una aplicación informática para estimulación visual en niños discapacitados visuales con o sin deficiencias asociadas. *Integración: Revista sobre ceguera y deficiencia visual*, 2000, n° 32, p. 5-12. ISSN 0214-1892.

CUBBIDGE, R. P.; DOSHI, S., *et al.* *Campos visuales*. 2006. 120 p. ISBN 84-458-1597-0.

DE MEDINA Y BONO, F. A. *Valor clínico de la campimetría cuantitativa en el diagnóstico de la esclerosis múltiple, sin manifestaciones clínicas oculares aparentes, y sus relaciones con otras formas clínicas*. Publicaciones de "Juste", 1944.

DÍAZ, D. S.; MULENS, I. F., *et al.* Magnetoterapia en el tratamiento de la neuropatía óptica epidémica. *Rev Cubana Oftalmol*, 1995, vol. 8, nº p. 1.

GÓMEZ, A. P. y OZETE, R. E. P. *Videojuego serio para la enseñanza del esqueleto de la cabeza humana*. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas., Universidad de las Ciencias Informáticas., 2013.

HITCHMAN BARADA, D.; MIER DE ARMAS, M., *et al.* Rehabilitación óptica en la degeneración macular relativa a la edad. *Revista Cubana de Oftalmología*, 2002, vol. 15, nº 2, p. 0-0. ISSN 0864-2176.

MARCANO, B. *JUEGOS SERIOS Y ENTRENAMIENTO EN LA SOCIEDAD DIGITAL*. publicado el: noviembre 2008 de 2008, última actualización: noviembre 2008. vol. 9, Disponible en: <http://www.usal.es/teoriaeducacion>.

MARTINTO, M. P. C. P.; DÍAZ, D. A. A., *et al.* *A new approach for self adaptive video game for rehabilitation. Experiences in the amblyopia's treatment*. IEEE, 2014,

MORALES, M. I.; ROMERO, A. R., *et al.* Estudio comparativo de dos métodos terapéuticos en el glaucoma crónico simple. *Rev Cubana Oftalmol*, 1996, vol. 9, nº 2,

RAVELO, J. C. A. *Videojuego Serio "Montaña Rusa Dinámica" para el tratamiento de la agudeza visual*. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.

SERRANO, E. P. *Videojuegos para la salud*. En *VI Curso de Comunicación y Salud*. Madrid. 24 y 25 de Noviembre 2010.

SOLER, J. R.; JOVER, J. L., *et al.* EVO: Sistema informático de entrenamiento visual para personas deficientes visuales. *Integración: Revista sobre ceguera y deficiencia visual*, 2001, nº 36, p. 5-16. ISSN 0214-1892.

TÁPANES, D. S. H. *Medicina de Rehabilitación*. [Online] [Consultado el: 13 de octubre de 2014]. Disponible en: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=615>.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 2005, vol. 38, nº 9, p. 25-32. ISSN 0018-9162.