

MAZE3D: Un juego de computadora para la estimulación de la orientación espacial

MAZE3D: A computer game for improve spatial orientation

Flores Osorio Josué

Universidad de la Cañada, México

li03010022@unca.edu.mx

Sabino Moxo Beatriz A.

Universidad de la Cañada, México

beatriz_sabino@unca.edu.mx

Márquez Domínguez J. Alberto

Universidad de la Cañada, México

albertomarquez@unca.edu.mx

Resumen

La orientación espacial es una capacidad que permite a una persona conocer dónde se ubica espacial y/o geográficamente, existen investigaciones que emplean laberintos para la estimulación de dicha capacidad, este tipo de pruebas se realiza de forma manual en papel, lápiz y observación conductual, en consecuencia es un poco difícil analizar los resultados y avances del paciente. En este trabajo se presenta un juego de computadora denominado *MAZE3D* que genera mapas de laberintos tridimensionales aleatoriamente. Para el desarrollo de dicha aplicación se llevaron a cabo las siguientes fases: análisis, diseño, implementación, pruebas y resultados. Con este sistema el especialista interesado podrá llevar un registro con respecto al tiempo destinado para la resolución de mapas de laberintos y al mismo tiempo el usuario encontrará una herramienta de entretenimiento. Se realizaron pruebas con usuarios en donde se midió el tiempo de resolución del mapa, se observó una mejora del 73.3%, además el 86.6 % indicó que le agradó el uso de esta herramienta.

Palabras clave: Laberinto, habilidad cognitiva, realidad virtual.

Abstract

The spatial orientation is a skill that helps to know where is a person, there are investigations using mazes to stimulate this ability, this type of testing is done manually on paper, pencil and behavioral observation, therefore it is difficult to analyze the results and progress of the patient. This paper presents a computer game called MAZE3D, this software generates random mazes maps. The steps used for the development were: analysis, design, implementation, testing and results. With this system the specialist register the user time to solve the maze, also the user will find in it an entertainment tool. Tests were done with users, the solution time was measured, an improvement of 73.3 % was observed, in addition, 86.6 % of users said that the tool was enjoyable.

Key words: maze, cognitive ability, virtual reality.

Fecha Recepción: Septiembre 2014 **Fecha Aceptación:** Febrero 2015

Introducción

La tecnología virtual brinda el potencial para desarrollar ambientes de prueba que pueden complementar los procedimientos de evaluación neuropsicológica existentes que dependen principalmente de lápiz, papel y observación conductual. Usado de esta manera, los ambientes virtuales para rehabilitación pueden mejorar la confiabilidad psicométrica y la validez puede causar una mejor detección y diagnóstico de las diferentes formas de disfunción del Sistema Nervioso Central (Huiyu y Huosheng, 2005). Los ambientes de realidad virtual, constituyen una oportunidad interesante para la evaluación de la desorientación topográfica, proporcionando una representación de naturaleza dinámica e interactiva (Rizzo y cols., 2005).

Con la finalidad de que estos laberintos puedan ser empleados para la estimulación de la orientación espacial, en este trabajo se presenta el software MAZE3D como una herramienta alterna que apoye a la estimulación de dicha capacidad, este software genera aleatoriamente mapas de laberintos tridimensionales, fue desarrollado bajo la

plataforma Unity. Con este sistema el especialista podrá llevar un registro con respecto al tiempo destinado para la resolución de mapas de laberintos, al mismo tiempo el usuario encontrará en éste una herramienta de entretenimiento. En los siguientes apartados se explicará a detalle la orientación espacial, así como la representación visual que se tiene de los juegos de computadora, posteriormente se describirá el desarrollo del software MAZE3D, las pruebas y resultados obtenidos, finalmente las conclusiones de este trabajo y las referencias bibliográficas utilizadas.

Orientación espacial

El ser humano cuenta con una serie de habilidades (cognitivas, funcionales, motoras, emocionales y psicosociales) que le permiten su adaptación al entorno y dar respuesta a éste, cada una de ellas tiene un papel específico en dicho proceso de adaptación. Por ejemplo, la habilidad motriz permite efectuar cualquier tipo de acción que implique movimiento, de una forma coordinada (García, 2011). En el caso concreto de la habilidad cognitiva, ésta permite llevar a cabo actividades como: reconocer personas, imaginar las actividades que se realizarán al día siguiente, recordar las tareas efectuadas el día anterior, entre otras. Por tal motivo es importante establecer un conjunto de técnicas y estrategias que permitan optimizar el funcionamiento de las distintas capacidades (orientación, lenguaje, funciones ejecutivas, atención, perceptivas, razonamiento, memoria entre otras).

En general, la estimulación cognitiva puede ser aplicada a cualquier individuo y se emplea principalmente para:

- a) Desarrollar las capacidades mentales.
- b) Mejorar y optimizar su funcionamiento.

Ejemplos de los puntos anteriores son los programas de estimulación temprana en la infancia, los talleres de mejora de memoria en la tercera edad o progreso de habilidades viso-espaciales (concentración) en el ámbito deportivo, lo que se busca es activar, estimular y entrenar determinadas capacidades y los componentes que la integran, de forma adecuada y sistemática, para transformarlas en una habilidad, un hábito y/o una destreza. Cabe mencionar que cualquier capacidad humana se caracteriza, porque puede ser mejorada a través de la experiencia y la práctica (García, 2011).

La orientación espacial (OE) es una capacidad de la habilidad cognitiva que permite al sujeto conocer dónde se ubica espacial y/o geográficamente. Algunas nociones espaciales que requieren ser estimuladas de acuerdo con Rael (2009) son las siguientes:

- Lugar en donde vive una persona, su casa, edificio, colonia, ciudad o pueblo, país y continente.
- Distinguir ubicaciones o posiciones derecha-izquierda, arriba-abajo, adelante-atrás, primero-último, subir-bajar, etc.
- Resolver preguntas del tipo: ¿dónde estamos?, ¿qué es este sitio?, ¿en qué calle estamos?, ¿en qué planeta estamos?, ¿en qué barrio o colina estamos?, ¿en qué ciudad estamos?, ¿en qué provincia?, ¿en qué nación?

Algunos ejercicios que se pueden realizar para desarrollar o mejorar la capacidad de orientación espacial con respecto a los puntos antes mencionados son:

- Encontrar la meta en laberintos sencillos.
- En planos o mapas: señalar ciudades, ríos, montañas, islas, mares, etc.
- Dibujar un plano o mapa de una casa, edificio, barrio en donde vive la persona.
- Hacer una lista de todos los lugares y calles importantes que el sujeto conoce de su pueblo o ciudad, escribir, retener y recordar los recorridos habituales.

Es importante trabajar en la mejora y evaluación de OE principalmente en niños y adultos mayores. En el primer caso se debe a que la capacidad de orientarse en el espacio es un requisito imprescindible y básico para los aprendizajes escolares, todas las actividades escolares (leer, escribir, calcular, dibujar, colorear, etc.) poseen un elevado componente espacial. Aquellos niños que por situaciones adversas no tienen las vivencias prácticas de realizar actividades en distintos espacios y ante diferentes situaciones; indudablemente presentarán dificultades para enfrentar las circunstancias que diariamente acontecen. Estas dificultades conllevan además a que manifiesten problemas en el aprendizaje de los trazos en pre-escritura, la formación, ordenación y comparación de conjuntos en matemáticas, así mismo en la lectura la cual se basa en una ordenación espacio-temporal, que sigue una dirección determinada (izquierda-derecha) y una sucesión temporal de letras y palabras; en fin en toda actividad donde la orientación espacial juega un papel trascendente; de ahí la importancia que tiene su estimulación desde la etapa preescolar (Ramírez, 2013).

En adultos mayores, es una de las funciones que resulta afectada en determinados trastornos cognitivos como la Enfermedad de Alzheimer, daño cerebral, discapacidad, etc. (Maroto, 2005).

Por otro lado, se ha demostrado que el uso de laberintos para la evaluación de OE es muy efectivo (Tomás y cols., 2013), actualmente este tipo de pruebas se realiza de forma manual en papel, lápiz y observación conductual, en consecuencia es un poco difícil analizar los resultados y avances del paciente. Algunas pruebas psicométricas comúnmente utilizadas se mencionan enseguida:

Test de orientación y amnesia de Galveston (GOAT)

Se concibió para evaluar la orientación en tiempo, lugar y persona, también para determinar los intervalos en que no hay recuerdo antes y después de una lesión o accidente. La evaluación consta de 10 apartados referentes a la orientación en persona (nombre, dirección y fecha de nacimiento), espacio (ciudad y edificio), tiempo (hora, fecha, mes, año y fecha de ingreso en el hospital), así como el recuerdo de acontecimientos antes y después de la lesión (Bode y cols., 2000). Se formulan directamente preguntas verbales al paciente, que puede responder verbalmente o por escrito (Levin y cols., 1979, Jain y cols., 2000).

Algunos de los ítems de la prueba de Galveston de Orientación y Amnesia son estos: ¿Cuál es su nombre?, ¿Dónde nació usted?, ¿Dónde vive usted?, ¿Dónde está usted ahora?, ¿Qué es lo primero que usted recuerda después de la lesión?, ¿En qué año estamos?, entre otras.

Para obtener una puntuación total, se asignan puntos de error por cada respuesta incorrecta, se suman y se restan de 100. Una puntuación de 78 o más en tres ocasiones consecutivos se considera indicativa de que el sujeto se encuentra fuera de una amnesia postraumática (APT).

Test Orientación Derecha-Izquierda.

Estudia el esquema corporal lateralizado, al igual que la posibilidad que poseen los niños para orientarse en el espacio, así como, el reconocimiento de las coordenadas espaciales izquierda-derecha. Algunos de los ítems que le preguntan al sujeto son:

- Muéstrame tu mano derecha.
- Muéstrame tu pierna derecha.
- ¿Cuál es mi mano derecha?
- ¿Cuál es mi pierna izquierda?

Este test va enfocado para niños de 6 a 12 años, los aspectos que evalúa son: lateralidad y organización en el espacio (Forner Ángel, 1983).

Test laberintos de Porteus.

Fue diseñado en 1914 por S.D. Porteus, siendo propuesto originalmente como una prueba capaz de medir la inteligencia de una persona en términos de edades mentales. La prueba consiste en la resolución de laberintos ordenados en un modelo de dificultad creciente, la persona traza con un lápiz el camino desde la entrada hasta la salida cumpliendo consignas que permiten ubicarlo. Los puntos que se toman en cuenta para la evaluación son los siguientes:

- No se permite tocar con el trazo las paredes del laberinto.
- No debe entrar en callejones sin salida, ya que de hacerlo no tendría oportunidad de volver atrás y por consiguiente la persona tiene que resolver nuevamente el laberinto.
- No debe levantar el lápiz de la hoja.
- No se permite trazar el camino con el dedo u otro elemento a modo de ensayo del trazo.

De acuerdo con Kaplan y Saccuzzo (2005) esta prueba es empleada actualmente como un test asociado a la activación de la región frontal del cerebro, implicado en el factor de planeamiento y capaz de detectar errores de tipo perseverantico.

Laberintos de Foster.

Se utiliza para evaluar destrezas manuales, memoria y aprendizaje. La tarea consiste en terminar el recorrido del laberinto según los criterios de investigación:

- Utilizar el menor tiempo posible
- Cometer el menor número de errores por ensayo, con o sin retroalimentación.

Este ejercicio puede evaluar la memoria espacial y la solución de problemas (Kaplan y Saccuzzo, 2005). Los test anteriores son ejemplos de formas de evaluación o estimulación que se realizan de forma manual, otras herramientas utilizadas para desarrollar dicha capacidad son los juegos bidimensionales, en el siguiente apartado se describe su representación visual.

Representación visual de los videojuegos 2D y 3D

El desarrollo de videojuegos basados en la representación tridimensional ha supuesto unos de los mayores avances en su historia desde un punto de vista visual y una ruptura, en muchos aspectos, con las lógicas de juego que imponían hasta entonces las dos dimensiones (2D). El uso de una de estas dos posibilidades de representación espacial a la hora de desarrollar un videojuego es una decisión que implica determinadas consecuencias sobre cómo éste se desarrollará gráficamente y sobre cómo el usuario interactuará con él.

De esa manera, con frecuencia en el mercado se ha venido favoreciendo el uso del 3D en los videojuegos dentro de una lucha por ofrecer gráficos cada vez más realistas e impactantes.

Sin embargo, hay quienes consideran que son muchos los videojuegos que favorecen habilidades como la atención, la concentración espacial, la resolución de problemas, la creatividad y ayudan al desarrollo intelectual (Mandinacht, 1987; White, 1984; Okagaki y Fensch, 1994) y quienes los juegan se benefician con mejores estrategias de conocimiento, práctica en los modos de resolver problemas, desarrollo de habilidades espaciales, aumento de la precisión y capacidad de reacción, y hasta del pensamiento crítico (Gómez y cols., s. f.).

En relación con las destrezas y habilidades que pueden desarrollar los niños con los videojuegos, se ha encontrado que puede tener efectos positivos principalmente en:

- Percepción y reconocimiento espacial.
- Desarrollo cognitivo en aspectos científicos-técnicos.
- Representación espacial.

Ahora bien, otro factor importante para que se pueda tener una representación más realista, es utilizando la Realidad Virtual (RV), ésta es definida por Levis (2006) como una base de datos interactiva capaz de crear una simulación que implique a todos los sentidos, generada por un ordenador, explorable, visualizable y manipulable en “tiempo real” bajo la forma de imágenes y sonidos digitales, dando la sensación de presencia en el entorno informático. Un sistema de realidad virtual genera un entorno tridimensional donde el sujeto puede interactuar intuitivamente y en “tiempo real” con sus objetos,

representados generalmente por la Imagen Digital (ID). Los objetos tridimensionales deben poseer y mantener una posición y orientación propias en el ambiente virtual.

Siendo así, la persona será libre para moverse y actuar naturalmente en el entorno virtual permitiendo la estimulación sensorial de la mayoría de sus canales perceptivos. La implicación de los sentidos en esta experiencia virtual le permitirá vivir una inmersión más realista. El autor distingue tres formas de RV:

- Pasivo. Son entornos inmersivos con movimiento, más no interactivos. Corresponden a las llamadas películas dinámicas.
- Exploratorio. Permiten desplazamiento por el entorno virtual, es el caso de los paseos arquitectónicos y visitas a museos.
- Interactivo. El entorno virtual puede ser explorado y modificado.

La ID ofrece otras posibilidades de perspectiva espacial e interactividad; permiten una percepción diferente, mediada por herramientas tecnológicas que convierten al espectador en un receptor más activo, dada la multiplicidad de fuentes simultáneas. Con la ID el objeto puede percibirse en su totalidad desde diversas perspectivas, así puede ser manipulada, moldeada e intervenida.

La definitiva incorporación de los gráficos 3D ha posibilitado a los videojuegos entornos por los que el jugador se puede mover y observar el espacio en una lógica de 360 grados de forma realista. Supone la libertad de poder mostrar el entorno de juego desde cualquier punto de vista, pudiendo recurrir a diferentes perspectivas, como cónica, isométrica o cenital, según las pretensiones estéticas y expresivas y de jugabilidad.

Dado que nuestra experiencia cognitiva en el mundo real tiene lugar a tres dimensiones, representar un entorno de juego 3D implica proporcionarle un enfoque más realista. Por ello, el entorno y la acción resultan en el juego tridimensional mucho más envolventes y consiguen sumergirnos mucho más en él, a la vez que la exploración del espacio une al personaje y su mundo.

Asimismo, un factor importante a tener en cuenta en la representación visual es la variedad de imágenes y tipos de plano que obtenemos en los videojuegos 3D frente a los que se basan en 2D.

El entorno espacial de los videojuegos 3D, por un lado, es el espacio en el que la acción del juego se materializa. Pero también es un medio que puede ser utilizado para expresar significados o transmitir emociones.

Para finalizar, en la Tabla I se puede apreciar algunas diferencias marcadas por Sabín (2009) sobre la dimensionalidad de los videojuegos 2D y 3D se vislumbran en la jugabilidad y la lógica de juego; éstas pueden resumirse de la siguiente manera:

Tabla I. Diferencias sobre la dimensionalidad de los videojuegos 2D y 3D.

Videojuegos 2D	Videojuegos 3D
<p>En 2D generalmente el personaje es pequeño lo que dificulta una mayor interactividad. La lógica del juego sugiere el avance de izquierda a derecha, acción que se complementa con movimientos de altura mediante la disposición de plataformas.</p>	<p>La posibilidad de explorar el espacio que da 3D permite mayor interactividad con el entorno y sus objetos. La dirección para avanzar no está predeterminada lo que implica el ejercicio de habilidad espacial de parte del jugador. Ello a la vez puede constituir una desventaja cuando el jugador se pierde, no localiza el sitio que busca, y genera así tiempos muertos en recorridos inútiles.</p>
<p>La monotonía que da la constancia del mismo punto de vista y la icónica esquemática de estos juegos pretende suplirse con la riqueza de su colorido y los entornos irreales de los dibujos animados.</p>	<p>La acción del juego se materializa en su espacio; en ellos se incorporan elementos como movimientos de cámara, montaje, y tipologías de planos, permitiendo mayor interactividad del jugador, otorgando libertad comunicativa y facilitando el desarrollo de lenguajes visuales más complejos donde se combinan elementos visuales y narrativos.</p>
<p>Por su naturaleza plana, no pueden ser mostrados desde diferentes ángulos y su baja resolución, hasta hace poco, no permitía ampliaciones ni reducciones.</p>	<p>En ocasiones el ángulo de visión tiene un punto central imaginario representado por un punto en la pantalla el cual define la dirección para avanzar o apuntar.</p>
<p>Establecen ejes de acción lineales que se distribuyen a lo largo y ancho de la pantalla. Sin embargo, pueden existir elementos sorpresivos que le dan agilidad y rapidez como rampas, muelles propulsores o caídas desde plataformas elevadas.</p>	<p>El eje de acción es envolvente. Los enemigos pueden encontrarse en cualquier ángulo del horizonte o situarse a un nivel de altura y atacar desde ventanas, balcones, subsuelos y variar su posición.</p>
<p>El punto de vista es pasivo, ello permite al jugador despreocuparse del control constante de la visualización del espacio y concentrarse exclusivamente en la lógica de juego y el entorno. Ofrece la misma visión del espacio.</p>	<p>El punto de vista es activo, por tanto el jugador es responsable de lo que ve en cada momento, al estar inmerso en un sistema tridimensional, el espacio rodea en 360 grados. Experimenta una visión subjetiva del espacio, de manera tal que resalta el carácter inmersivo de la percepción y de la acción, fomenta la curiosidad y posibilita múltiples lecturas.</p>
<p>Los VJ incluyen momentos de pausa en la acción donde sólo hay que avanzar por el espacio. En el caso de los gráficos 2D la situación visual es estática.</p>	<p>Los momentos de pausa se amplían para encuadrar el entorno y vigilar que todos los ángulos estén libres de peligros posibles, lo que aumenta la sensación de inmersión.</p>

Dada las ventajas de la representación tridimensional de los videojuegos, en este trabajo de investigación se implementó un juego de computadora que mediante laberintos tridimensionales construidos aleatoriamente apoye en la estimulación cognitiva.

Desarrollo de *MAZE3D* para la Orientación Espacial

El desarrollo de aplicaciones computacionales involucra diferentes fases, entre las cuales destacan: análisis, diseño, implementación y pruebas. En este apartado se describirán las tres primeras y posteriormente en la sección de resultados y discusión se explicarán los datos obtenidos.

Análisis

El primer paso para encontrar la solución a un problema mediante una computadora es analizarlo. Para ello, se requiere definir el problema de la manera más precisa posible. Dado que se busca una solución, se debe examinar el problema cuidadosamente con el fin de identificar qué tipo de información se necesita producir (Vázquez, 2012). En este caso, los datos de entrada y salida son los siguientes:

Datos de entrada: Ancho y alto del arreglo bidimensional, notación para la representación del laberinto (Figura 1).

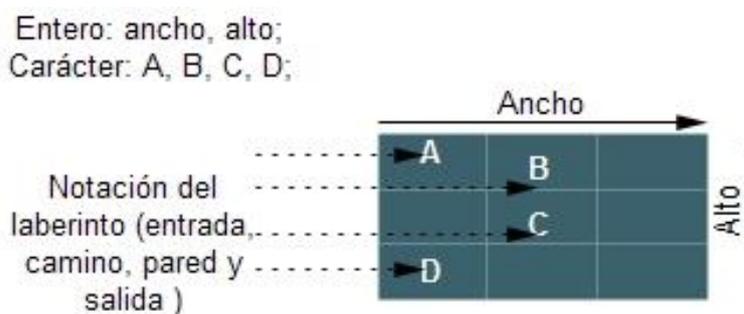


Figura 1. Datos de entrada.

Datos de salida: Conjunto de objetos de tipo Cubo (paredes, piso) que van a representar el mapa del laberinto en diferentes ubicaciones, además del avatar, la bandera de la salida (Figura 2).

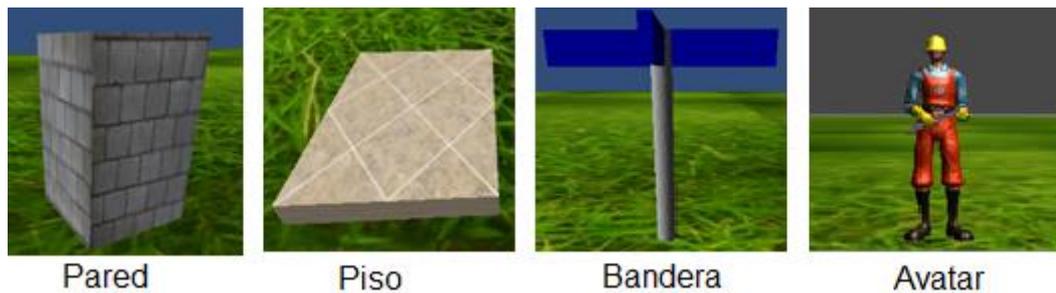


Figura 2. Objetos 3D.

Diseño

Los métodos más eficaces para el proceso de diseño se basan en el conocimiento de divide y vencerás. Es decir, la resolución de un programa complejo se realiza dividiendo el problema en subproblemas y a continuación a dividir éstos en otros de nivel más bajo, hasta que pueda ser implementada una solución en la computadora. Este método se conoce técnicamente como diseño descendente o modular. Cada subprograma se resuelve mediante un módulo que tiene un solo punto de entrada y un solo punto de salida. Con respecto a la problemática, se han identificado tres principales módulos para generar y construir laberintos tridimensionales como se muestran en la Figura 3.

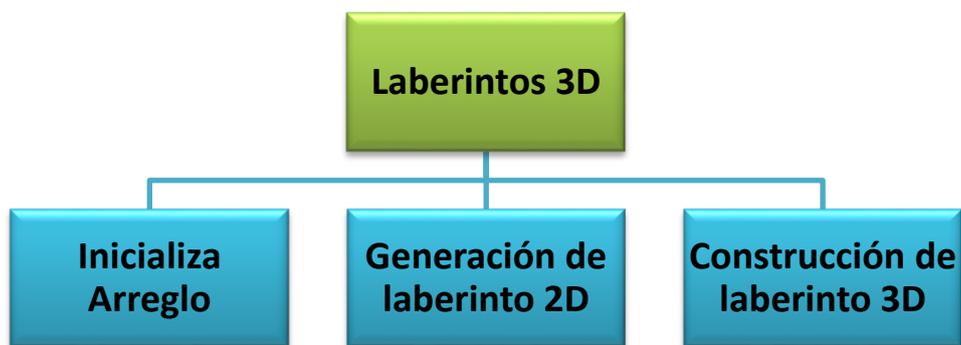


Figura 3. Módulos para la construcción de laberintos 3D.

En el módulo “Inicializa Arreglo” se define el tamaño de la matriz y se inicializa con el carácter que representa las paredes. La salida es una matriz.

En “Crea Laberinto 2D” se realizan los pasos que involucran la adaptación del algoritmo Prim para la creación del laberinto 2D de forma aleatoria. La entrada de este módulo es una matriz inicializada y la salida es una matriz bidimensional con la información del laberinto.

Implementación

La codificación o implementación se refiere a escribir en lenguaje de programación de alto nivel, la representación del algoritmo desarrollado en las etapas precedentes. Dado que el diseño de un algoritmo es independiente del lenguaje en el que se desarrolla, el código debe poder escribirse con igual facilidad en un lenguaje u otro. El proceso de codificación se realizó en el lenguaje de programación C Sharp bajo la plataforma Unity. Ésta es un motor de videojuegos multiplataforma creado por Unity Technologies, permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone, también se pueden desarrollar videojuegos de navegador para Windows, Linux y Mac usando un plugin web (Unity, 2015).

La interfaz de la aplicación (Figura 4) consta de los siguientes elementos:

- Vista 2D del mapa, empleado para orientar al usuario con respecto a su posición original y la meta.
- Avatar, personaje que el usuario utilizará para recorrer el laberinto.
- Tablero, muestra la información con respecto un cronómetro que le indica al usuario el tiempo transcurrido en el laberinto, puntaje, nivel, opción para generar otro mapa y salir del juego.



Figura 4. Interfaz de la aplicación.

La dinámica del juego consiste en lo siguiente:

1. El usuario entra a la aplicación, se despliega la interfaz de presentación (Figura 5).
2. Enseguida se genera aleatoriamente un mapa, el usuario es colocado en una posición inicial (representado por un avatar) como se observa en las Figuras 6 y 7.

3. El usuario debe llegar a la meta (bandera) para obtener el puntaje correspondiente, al realizar dicha tarea se contabiliza el tiempo que le tomó efectuarla, se suma el puntaje obtenido y se continúa con el siguiente nivel o bien se elige salir de la aplicación (Figura 7). Por cada nivel que resuelva se suma cierto puntaje y aumenta el tamaño del laberinto generado, el usuario decide en que momento salir del juego.

Con la dinámica anterior, se busca registrar y comparar los tiempos realizados por los usuarios, de esta forma se tendrá una medición (tiempo) que permitirá saber si encuentra la solución del mapa en un tiempo considerable y además que en cada nivel se mejore dicho parámetro.



Figura 5. Pantalla de presentación de la aplicación MAZE3D.

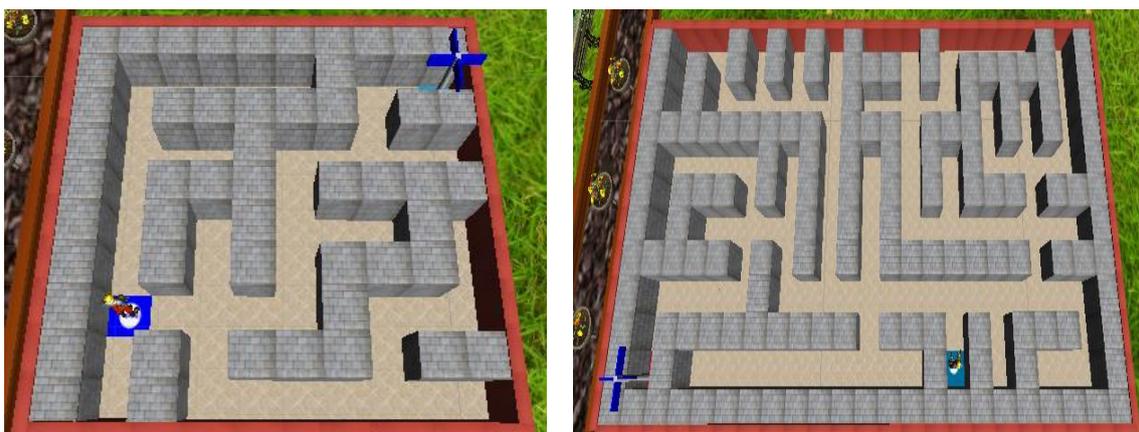


Figura 6. Laberinto 3D con el avatar al inicio y el final la bandera.



Figura 7. Información de la meta lograda.

En el siguiente apartado se describen las pruebas realizadas y resultados obtenidos al utilizar los métodos propuestos.

PRUEBAS Y RESULTADOS

En esta etapa se revisó la funcionalidad de las escenas creadas, para ello se solicitó el apoyo de algunos usuarios que resolvieron mapas de laberintos con diferente tamaño generados por la aplicación. En esta actividad se midió el tiempo de resolución por parte del usuario, mismos que se detallan en la Tabla II.

Tabla II. Tiempo de la prueba en la aplicación Maze3D.

No. de usuario	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo promedio
1	0:01:04	0:01:01	0:01:02
2	0:02:02	0:01:28	0:01:45
3	0:01:13	0:02:49	0:02:01
4	0:01:12	00:01:04	0:01:08
5	0:02:14	0:01:26	0:01:50
6	0:01:11	0:01:51	0:01:31
7	0:01:33	0:01:25	0:01:29
8	0:01:29	0:01:17	0:01:23
9	0:01:52	0:00:51	0:01:21
10	0:01:33	0:01:11	0:01:22
11	0:03:34	0:04:30	0:04:02
12	0:02:20	0:00:32	0:01:26
13	0:04:10	0:03:39	0:03:55
14	0:02:39	0:01:24	0:02:01
15	0:02:23	0:05:10	0:03:47

En el 73.3 % de los casos se observa una reducción en tiempo al resolver el segundo laberinto. Al finalizar la prueba, se aplicó un cuestionario para saber la opinión de los usuarios, en base a los resultados obtenidos se tiene lo siguiente: el 80% indicó que no fue difícil llevar a cabo las tareas asignadas, al 86.6% le agrado la interacción con la aplicación, la calificación promedio hacia la aplicación fue de 8.1, al 67% le pareció buena la velocidad de la aplicación. No se mencionaron características negativas. Con respecto a comentarios adicionales y características positivas, los usuarios señalaron que con el software se agiliza la capacidad mental para recordar y pensar más rápido en una salida, además la aplicación contiene buenas imágenes, velocidad, sonido de fondo, ambiente, la interacción usuario-interfaz es agradable.

CONCLUSIONES

El uso de laberintos aleatorios permitirá actualizar su diseño y construcción cada vez que se ejecuta o requiere algún cambio, lo cual permitirá realizar una o varias pruebas de la orientación espacial a una persona. La representación tridimensional del mismo proporciona una simulación cercana al mundo real permitiendo la participación del

usuario en un espacio donde es necesario que él conozca su posición actual (ubicación) y a través de direcciones (izquierda, derecha, enfrente y atrás) pueda encontrar la solución, por lo tanto, se tendrá una evaluación más efectiva a comparación del método manual o bidimensional.

La funcionalidad del sistema tuvo un promedio de 8.1, además de obtener comentarios positivos con respecto al funcionamiento, interfaz e interacción con el usuario. En el caso del especialista interesado en la estimulación o evaluación de la orientación espacial, con el sistema tendrá una métrica (tiempo) que le servirá para revisar la evolución de las personas.

El sistema permite desarrollar o estimular la capacidad de orientación espacial, por la forma de interacción, el usuario se divierte y muestra interés en resolver otros ejercicios y además es una herramienta de apoyo para el especialista.

Bibliografía

- Bode RK, Heinemann AW, Semik P. 2000. Measurement properties of the Galveston Orientation and Amnesia Test (GOAT) and improvement patterns during inpatient rehabilitation. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*.
- Forner Angel. 1983. Valoración diagnóstica de la Batería Piaget-Head. Escuela Universitaria Formación Profesorado EGB. Barcelona. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=668604>.
- García Sevilla Julia. 2011. Introducción a la estimulación cognitiva. Recuperado de: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/estimulacion-cognitiva/material-de-clase-1/tema-1-texto.pdf>
- Gómez Silvia, Mena Esther y Turci Isabel. s.f. El fenómeno de los Videojuegos: Sus efectos. Ministerio de Educación y ciencia. Recuperados de: http://ares.cnice.mec.es/informes/02/documentos/iv04_0401a.htm
- Huiyu Z. y Huosheng H. 2005. Inertial Motion Tracking of Human Arm Movements in Stroke Rehabilitation. *Proceedings of the IEEE International Conference on Mechatronics & Automation*.
- Kaplan, R. M., & Saccuzzo, D. P. 2005. "Psychological Testing: Principles, Applications, and Issues". Thomson Wadsworth.

- Levin HS, O'Donnell VM, Grossman RG. (1979). The Galveston Orientation and Amnesia Test. A practical scale to assess cognition after head injury. *Journal of Nervous and Mental Disease* (pp. 167:675-684).
- Levis Diego. 2006. ¿Qué es la realidad virtual? Enlace en: http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/Que_es_RV.pdf.
- Jain N, Layton BS, Murray PK. 2000. Are aphasic patients who fail the GOAT in PTA? a modified Galveston Orientation and Amnesia Test for persons with aphasia. *The Clinical Neuropsychologist* 2000;14:13-17.
- Mandinacht, E. (1987): "Clarifying the "A" in CAI for learners of different abilities." *Journal of Educational Computing Research*, vol. 3(1) pp. 113-128.
- Maroto Serrano Miguel Ángel. 2005. La memoria, programa de estimulación y mantenimiento cognitivo, Instituto de Salud Pública, Consejería de Sanidad, Comunidad de Madrid.
- Okagaki, L y Frensch, P. (1994): "Effects of video game playing on measures of spatial performance: gender effects in late adolescence". *Journal of Applied Development Psychology*, vol. 15(1) pp. 33-58.
- Rael Fuster Ma. Isabel. 2009. Espacio y tiempo en educación infantil. *Innovación y experiencias educativas*. No. 15.
- Ramírez Rosas Patricia. 2013. El juego como medio para el desarrollo psicomotor del niño de preescolar. Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional
- Rizzo A., Buckwalter J.G., van des Zaag C., Neumann U. 2005. *Virtual Environment Applications in Clinical Neuropsychology*, IEEE, University of Southern California, Fuller Graduate School of Psychology, Technology for NeuroPsychology Lab.
- Sabín Boullón Alfonso. 2009. Evolución tridimensional en la representación visual de los videojuegos y su repercusión en la jugabilidad. Recuperado de: http://www.revistacomunicacion.org/pdf/n7/articulos/a8_Evolucion_tridimensional_en_la_representacion_visual_de_los_videojuegos_y_su_repercusion_en_la_jugabilidad.pdf.
- Tomás Mariano Víctor Tomás, Núñez Cárdenas Felipe de Jesús, Hernández Palacios Raúl, Pozas Cárdenas Mariano. 2013. Pruebas de laberintos 2D y 3D con propósito de uso en rehabilitación Neuropsicológica. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de: <http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=5564>.

Unity. 2015. Recuperado de: <http://unity3d.com/unity>.

Vázquez Gómez Juan Bernardo. 2012. Análisis y diseño de algoritmos. Red Tercer Milenio S.C. Primera Edición. ISBN: 978-607-733-053-0.

White, B., (1984): “Designing computer games to help physics students understanding Newton 's laes of motion”. *Cognition and Instruction*. vol 1(1) 69-108. Cambrigde. USA.