



# Diseño e implementación de un Serious Games con técnicas de inteligencia artificial para el diseño de un curso interactivo 3D de introducción a Unity

Christian D. Viracocha<sup>a</sup>, Víctor F. Proaño<sup>a</sup>, Patricio R. Moreno<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

## ARTICLE INFO

**Received:** Marzo 7, 2018  
**Accepted:** Abril 11, 2018  
**Available on-line:** Mayo 1, 2018

**Keywords:** Serious Games,  
Metodología SUM, Unity 3D

**E-mail addresses:**  
[christian.viracocha@epoch.edu.ec](mailto:christian.viracocha@epoch.edu.ec)  
[fproaño@epoch.edu.ec](mailto:fproaño@epoch.edu.ec)  
[patricio.moreno@epoch.edu.ec](mailto:patricio.moreno@epoch.edu.ec)

ISSN 2007-9842

© 2018 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

The purpose of the present work consists in the design and implementation of a Serious Game: "Unity City", which incorporates elements of artificial intelligence within the logic and the atmosphere of the game. It allows to deliver an interactive course Introduction to Unity 3D, so students learn the development and management of video games in Unity. The project is intended for tutoring Center and the matter of Interfaces and Multimedia in the school of computer science and electronics at the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), where applied the SUM methodology for video games. The development was carried out through phases that were from the approach to the concept of the game until you reach the phase of the Beta product and the release of the game. A virtual city with 3D objects from the city of Riobamba, Ecuador is design. The mathematical model used was of finite States that is it implemented in the "Non-Player-Characters" so is displayed information tutorial type for the path of the user. This Serious Game was evaluated by two different groups of users. The first one with little knowledge of programming tools. The second with acceptable knowledge. After tests and verifications, we identified that the two groups had a similar learning process, but the results were very similar in the issue of knowledge of the use of the Unity 3D game engine.

El propósito del presente trabajo consiste en el diseño e implementación de un Serious Game: "Unity City", que incorpora elementos de inteligencia artificial dentro de la lógica y el ambiente del juego. Permite impartir un curso interactivo en 3D de Introducción a Unity 3D, con el fin de que los estudiantes aprendan el desarrollo y manejo de videojuegos en Unity. El proyecto está destinado para el Centro de Tutorías y la Materia de Interfaces y Multimedia de la Escuela de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), donde se aplicó la metodología SUM para videojuegos. El desarrollo se realizó por fases que fueron desde el planteamiento del concepto del juego hasta llegar a la fase del Producto Beta y la liberación del juego. Se diseño una ciudad virtual con objetos 3D de la ciudad de Riobamba, Ecuador. El modelo matemático usado fue de estados finitos que se lo implemento en los "personajes no jugables" para que se despliegue información tipo tutorial durante la trayectoria del usuario. Este Serious Game fue evaluado por dos grupos diferentes de usuarios. El primero con escaso conocimiento de las herramientas de programación. El segundo con un aceptable conocimiento. Luego de las pruebas y verificaciones, se identificó que los dos grupos tuvieron un proceso de aprendizaje similar, pero los resultados fueron muy similares en el tema de conocimiento del uso del motor de juegos Unity 3D.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el avance tecnológico en el área de aprendizaje se ha ido incrementando rápidamente dentro de la nueva generación de estudiantes, por esta razón los profesores han tenido que capacitarse en la utilización de nuevas tecnologías. Motivo por el cual se eligió el recurso de los videojuegos en el ámbito del aprendizaje para la enseñanza en el uso del motor de videojuegos Unity 3D que tiene la finalidad de crear mundos virtuales interactivos para el usuario.

El mundo de los videojuegos se divide en diversas categorías, pero en el presente proyecto se centra en la categoría de los Serious Games, que son aquellos juegos que tiene como finalidad divertir y enseñar a las personas diversas propuestas educativas, con la finalidad de que el estudiante se entretenga y no le resulte cansado al momento de estudiar, por lo que se intenta incentivar al estudiante a repasar en su tiempo libre y mejorar sus habilidades cognitivas.

Este documento se encuentra dirigido al desarrollo del Serious Game "Unity City" mediante la metodología SUM, el cual tiene como objetivo, que los jóvenes aprendan a usar y desarrollar videojuegos mediante el motor de videojuegos Unity 3D, en donde se construye una ciudad virtual en la que existen personajes que enseñan los conceptos básicos

Un Serious Game o también conocido como juego serio puede ser definido como aquel juego que tiene como principal objetivo el aprendizaje de sus jugadores. Aunque algunos autores sostienen que los juegos serios tienen intrínsecamente propósitos otros por el contrario los relacionan con distintas áreas comunicativas, como la información, la persuasión y la educación (Abadía, I., 2015).

La modalidad de videojuego denominada Serious Games se caracteriza por ser diseñados especialmente con objetivos educativos de entrenamiento e información. Esto no implica que el juego no tenga que ser divertido, sino que se diseña, el entretenimiento del juego para educar de forma que el aprendizaje del estudiante pase a ser divertido.

Los Serious Games para la modelización formal se ha considerado los siguientes componentes estructurales:

- **Objetivos:** Deben estar claramente definidos y ser conocidos en todo momento por el jugador. En este contexto de un Serious Games de ámbito educativo universitario, quedarán reflejados en los objetivos de aprendizaje de las competencias que se quieran trabajar. Se utiliza modelos de diseño como el paper prototyping para definir de manera clara y visual los objetivos del juego (Gibson J., 2015).
- **Reglas:** Es el componente donde queda determinado el orden de juego, los derechos y responsabilidades de los jugadores y los objetivos que debe perseguir cada jugador para alcanzar el reto que se propone.
- **Reto:** Determina cuándo se da por completado el juego. El jugador se enfrenta a problemas para los cuales tendrá que buscar soluciones, de forma que una vez resueltos todos, se dará por alcanzado el reto. Para este Serious Games que se propone, los criterios de cierre de los escenarios parciales y del final (juego terminado), se concretarán en resultados de aprendizaje.
- **Interacción:** Es el componente que surge de la propia mecánica y dinámica del juego y que dará lugar a todas las experiencias que tenga el jugador (Romero, M. & Turpo, O., 2014)

### *Ventajas de los Serious Games*

Las principales ventajas de los Serious Games, se centran en su objetivo primario, que son:

- Estimular la mente de los jugadores al impulsarlos en la toma de decisiones y la mejora las funciones cognitivas de sus usuarios.
- El aprendizaje obtenido durante el juego es aplicable en el mundo real, en vista de que permite adquirir conceptos y capacidades necesarias, como el manejo de aviones gracias a los simuladores que existen.
- Los Serious Games permiten que sus jugadores desarrollen habilidades durante el juego de forma continua, al momento de repetir el juego, gracias al enfoque lúdico que poseen.

- Existe un entorno de colaboración entre el jugador y el juego con el fin de cumplir objetivos que favorezcan a las dos partes, a consecuencia de que el juego busca compartir sus conocimientos mientras que el jugador busca adquirir conocimientos.

### ***Desventajas de los Serious Games***

Las desventajas más comunes dentro del Serious Games se presentan al momento de su desarrollo, debido a que al desarrollar se tiene que invertir mucho tiempo y dinero, además estos tipos de juegos no tienen mucha demanda en el mercado, a consecuencia de que no se juega mucho.

### ***Inteligencia artificial en el Serious Game***

La inteligencia artificial se puede ver como una simulación del comportamiento de los Personajes No Manejados (NPC) (del inglés NPC, Non Person Controller) que son Personajes no jugables como son los enemigos, jefes finales, animales (Alcalá, J., 2015).

La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en los videojuegos va más allá de la inteligencia que posean los NPCs, que es la adaptación del juego en función de los gustos personales de cada jugador, algo que se está potenciando hoy en día y que supone una de las experiencias que gracias a esta técnica son más gratificantes. (Horswill I., 2014).

Un claro ejemplo de ello es el conocido videojuego World of Warcraft, en el cual se van recopilando datos del usuario a lo largo del juego, y mediante minería de datos se extrae información sobre los gustos del usuario, para posteriormente potenciar estos gustos.

Dentro del Serious Game se usaron varias técnicas de inteligencia artificial como es el uso de las máquinas de estado finitas, para los personajes no jugables que interactúan con el jugador directamente, en donde los estados cambian de acuerdo con la distancia que hay entre ellos, con el fin de crear una relación entre el jugador y el juego.

Esto se presenta cuando el personaje no jugable ha localizado al jugador, y se cambia de un estado de reposo a un estado de caminar y cuando el jugador está frente al personaje, este cambia automáticamente a un estado de interacción, también se modifica su animación y a la vez muestra la información respectiva que se encuentra almacenado internamente. Se logra ampliar el dinamismo y se actualiza la toma de decisiones de aquellos personajes no jugables dentro del juego.

También se usó la técnica de Path Planning para los personajes no jugables, en el cual se crea un Mapa de Navegación del terreno del juego en donde se identifican todos los objetos estáticos como también las elevaciones del terreno, con la finalidad de que los personajes no jugables puedan calcular el mejor camino para llegar desde un punto a otro, teniendo en cuenta variables de costo en sus movimientos, que son calculados por Unity 3D (Overmars M.H., 2001).

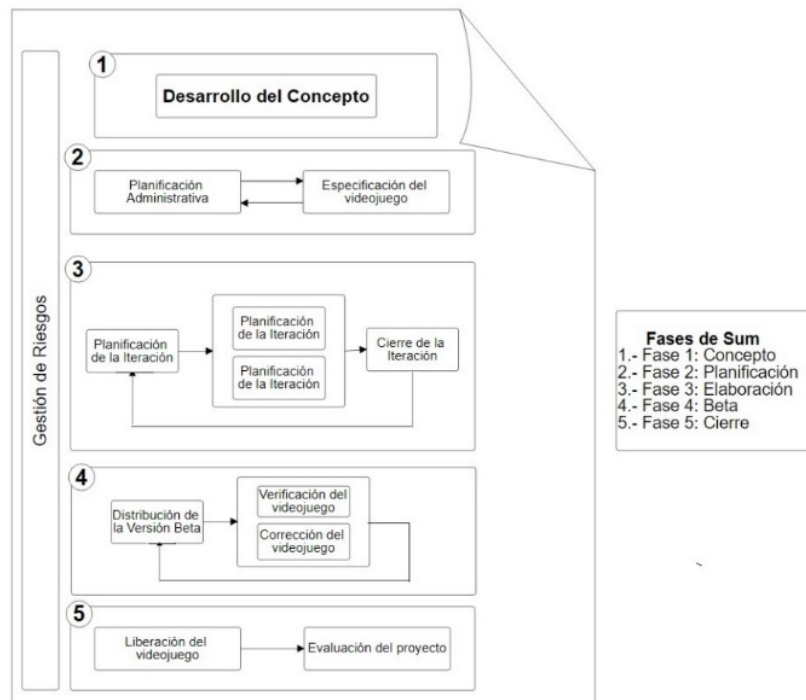
## **II. METODOLOGIA UTILIZADA**

### ***Metodología SUM para videojuegos***

La metodología que se usa en el proyecto es la metodología SUM para videojuegos que tiene como objetivo desarrollar videojuegos de calidad en tiempo y costo, así como la mejora continua del proceso para incrementar su eficacia y eficiencia con el fin de obtener resultados predecibles, administrar eficientemente los recursos y riesgos del proyecto y lograr una alta productividad del equipo de desarrollo.

### ***Fases de SUM***

El proceso de desarrollo se divide en cinco fases iterativas e incrementales que se ejecutan en forma secuencial con excepción de la fase de gestión de riesgos que se realiza durante todo el proyecto. Las cinco fases secuenciales son: concepto, planificación, elaboración, beta y cierre, como se muestra en la Figura 1 (Gemserk, G., 2016).



**FIGURA 1.** Procesos de la Metodología SUM

### **Concepto**

El Serious Game se desarrolla para la plataforma PC, que se juega con el teclado y el mouse, el cual tiene como objetivo la enseñanza y el manejo del programa para la creación de videojuegos, en Unity 3D, destinado para los jóvenes que desean aprender a manejar Unity (Romero, M. y Turpo, O., 2014).

El juego transporta al jugador a un mundo virtual dentro de una ciudad ficticia en la cual existen 2 tipos NPCs: El primero, es el NPC que habita y recorre la ciudad independientemente del jugador, mientras que el otro tiene como objetivo visualizar los aspectos básicos del manejo del programa UNITY 3D y pequeñas pruebas para medir el aprendizaje del jugador.

La jugabilidad se basa en el desarrollo y cumplimiento de objetivos de cada área en el que se encuentre el jugador, en donde va a aprender el manejo del sistema de acuerdo como vaya jugando y explorando el mundo virtual. El participante podrá ver su progreso mediante su Score y la Barra de progreso del juego que se encuentran en la parte superior del panel del visor.

Para el desarrollo del Serious Game se usa el motor de videojuegos Unity 3D, ya que es una herramienta fácil de usar y muy intuitiva, como también de una laptop con la potencia necesaria para el procesamiento de información concerniente al juego.

### **Planificación**

La planificación que se implementó para el proyecto es de 10 iteraciones con una duración de 20 días por iteración, por el tiempo de investigación y desarrollo del videojuego, en donde se crearon los modelos en 3D y se comprobó el funcionamiento de la inteligencia artificial dentro de los personajes no jugables.

Todo ello, con la finalidad de mejorar el aspecto jugable e investigativo para la implementación de los temas que se traten en el aprendizaje del estudiante como también el uso de elementos de inteligencia artificial dentro del sistema.

## **Análisis**

Para el desarrollo del Serious Game se realizó el análisis de los elementos necesarios para la implementación del mismo, en particular se identificó:

- Tipo del juego
- El tipo de ambiente del juego
- La vista principal del juego
- La actividad principal del jugador
- El Paper Prototyping:
- Assets (para UNITY 3D)
- Avatares
- Inteligencia Artificial

## **Diseño del Juego**

La elaboración del juego se compone en diferentes etapas tomando como base el análisis de los elementos del anterior proceso, para comenzar a desarrollar el ambiente en donde se sitúa el jugador, se crean los elementos en 3D que da la forma a la ciudad que toma como referencia edificios reales mediante el programa de Sketchup.

Una vez terminado el ambiente, se desarrollan varios NPCs que habitan la ciudad virtual, los cuales constan han sido diseñados con técnicas de estructura de esqueleto interno que permite la implementación de las animaciones. Estos NPCs son luego programados para emitir información de manera “inteligente” cada vez que el jugador lo necesite y también el NPC “intuye” la mejor manera de dirigir al jugador para que cumpla los objetivos del juego (Ram A. et al.,2007).

A la hora de la construcción del material educativo para los tutoriales, se realiza un estudio de los temas más importantes para el uso del motor de videojuegos Unity 3D, en donde se deciden los siguientes temas a ser tratados:

- Introducción a la interfaz e Unity.
- Creación del Terreno.
- Implementación del Skybox.
- Implementación de los objetos de luz.
- Creación de los personajes jugables.
- Creación de los Scripts.

Cada uno de los temas se dividen en 5 partes que componen los objetivos del juego que son:

- Visualizar la teoría.
- Visualizar los pasos.
- Visualizar los menús.
- Visualizar el video tutorial.
- Realizar el Test.

## **Codificación de scripts**

En la elaboración de los Scripts para el juego se toma en cuenta todos los elementos que interactúan con el jugador, como son:

- El manejo de los menús del juego,
- La implementación de la configuración base para el manejo de la información del jugador,
- El comportamiento de los personajes no jugables con inteligencia artificial,

- La interacción y manejo de la información educativa,
- La configuración interna del juego para el manejo de Scripts

El producto resultante del desarrollo del juego hasta el momento es el Producto Alfa, que se utiliza para demostrar y encontrar posibles problemas y bugs dentro de la programación del juego como también en su lógica, para ser presentado al responsable del proyecto, con el fin de establecer criterios para continuar con el proceso de desarrollo.

### Producto Beta

El producto Beta que se obtuvo de la implementación de la metodología SUM, es un juego inmersivo para el aprendizaje de los jóvenes acerca del manejo del motor de videojuegos Unity 3D, como se muestra en la Figura 2.



FIGURA 2. Pantalla Inicial del Juego con áreas de menús y barra de progreso

### III. PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez integrado todos los componentes propios del juego (assets, scripts, avatares) se realizaron pruebas con dos grupos de usuarios. El primer grupo (A) no tenían conocimientos en la programación, mientras que el otro grupo (B) si los tenía. El primero tenía escaso conocimiento de juegos por computador (estudiantes de niveles inferiores de la carrera de Ingeniería en Sistemas y el otro grupo con conocimiento mediano-avanzado (estudiantes de últimos semestres). Se evaluaron varios parámetros como son: usabilidad, funcionalidad y el nivel de aprendizaje que proporciona el juego hacia los estudiantes.

Se obtuvieron resultados del antes y después de usar el juego, como se muestra en la Figura 3 y se puede se puede identificar como el nivel de conocimientos aumentó al momento de cumplir con los objetivos dentro del juego.

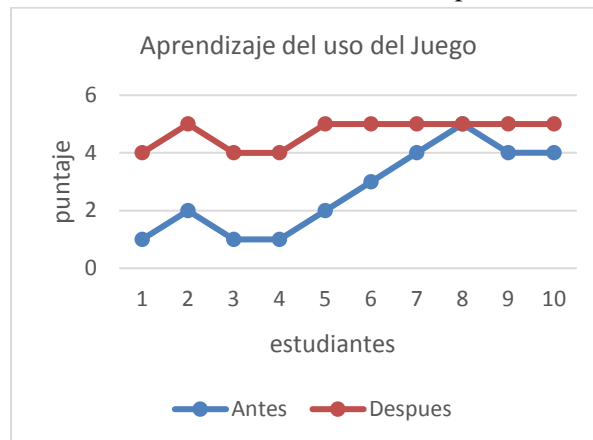


FIGURA 3. Resultados del nivel de aprendizaje del uso del Juego

También se midió la curva de dificultad en la que se toma en cuenta la habilidad que adquiere el jugador en el tiempo que utiliza el videojuego, en donde se concluye que el juego es complicado al inicio, pero mientras más pasa el tiempo más habilidad tienen al jugar como se muestra en la Figura 4.



**FIGURA 4.** Resultados de habilidad de uso con promedios de datos en relación con el tiempo en horas

### *Cierre*

En la fase de cierre, se libera el producto, después de haber corregido cualquier error que se presento en el producto beta, el cual fue evaluado por dos grupos de estudiantes mediante encuestas y la técnica de observación.

Cuya finalidad es entregar y demostrar al responsable del proyecto los resultados exitosos y los beneficios que conlleva el uso de los Serious Games en la Educación.

### *Gestión de Riesgos*

La fase de gestión de riesgos se mantiene activa durante todo el desarrollo del proyecto, con la finalidad de controlar y gestionar a tiempo los diferentes riesgos que se presentan para que, el proyecto se realice en el tiempo acordado de la planificación.

### *Resultados Finales*

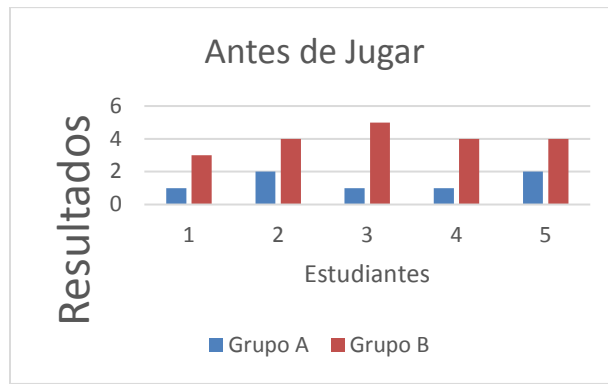
Para calcular los resultados del Serious Game se utilizó las técnicas de la observación, de la encuesta y de la prueba durante la sesión de la prueba el videojuego el cual se divide en cuatro fases:

- **Fase 1:** Se realiza una Introducción del Serious Game.
- **Fase 2:** Se llena la primera sección del test, para medir sus conocimientos básicos acerca de Unity.
- **Fase 3:** Se realiza la prueba del Serious Game, cumpliendo ciertos objetivos durante el juego.
- **Fase 4:** Se termina de llenar las demás secciones del test, en la cual se mide la usabilidad, funcionalidad y el nivel de conocimientos adquiridos después de jugar.

La sesión de prueba se basó en la recolección de los datos con dos grupos diferentes de estudiantes, que se diferenciaron en su experiencia sobre el manejo de programas.

La encuesta se dividió en 4 secciones, donde se evaluó los niveles de conocimiento, la usabilidad, y la funcionalidad.

En la primera sección se midió los niveles de conocimientos de los estudiantes antes de jugar, y se obtuvo resultados reales de los dos grupos y que se muestran en la Figura 5.



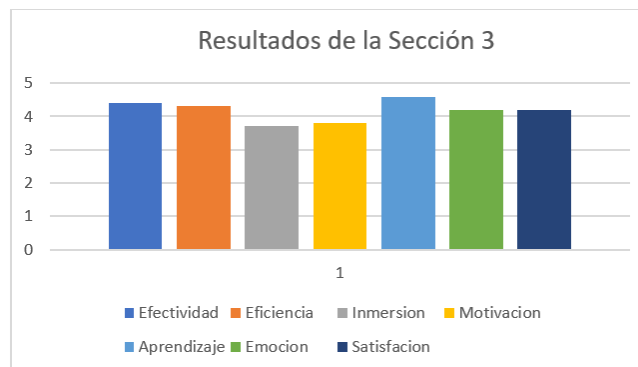
**FIGURA 5.** Resultados de usuarios antes del juego

En la segunda sección se midió la usabilidad de acuerdo con parámetros como Diversión, Utilidad, entre otros. Los estudiantes llenaron una encuesta después de haber jugado y se obtuvo resultados que muestra en la Figura 6. Como resumen se asume que el juego es de fácil interacción.



**FIGURA 6.** Resultados de medición de varios parámetros de Usabilidad

En la tercera sección se determinó la efectividad y eficiencia del juego en el aprendizaje y adaptación de acuerdo a los criterios como Efectividad, Inmersión, aprendizaje entre otros. Los resultados se muestran en la Figura 7.



**FIGURA 7.** Resultados de la Sección 3

En la última sección se repite la medición de los conocimientos de los estudiantes en ambos grupos después de haber jugado. Los resultados se ilustran en la Figura 8 y se identifica que el grupo A aumento su nivel de conocimientos a un nivel cercano al del grupo B.



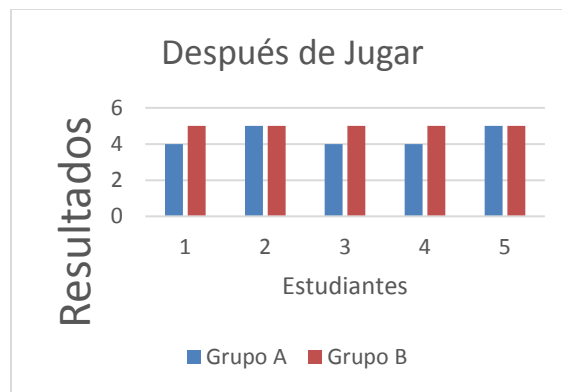


FIGURA 8. Resultados del uso de usuarios luego de jugar

Los resultados que se obtienen de la ficha de observación que se muestra en la Figura 9, nos permite concluir que los jugadores al principio no dominaban los controles con fluidez, pero al pasar el tiempo, los estudiantes pudieron dominar los controles del juego, adaptarse a la interfaz y a la lógica del juego.



FIGURA 9. Resultados de la Observación

Para el análisis estadístico se toma como referencia los resultados del test de conocimientos del antes y después de utilizar el Serious Game, usando el programa IBM SPSS para realizar la prueba de T-Student.

Tomando como hipótesis nula, que el nivel de aprendizaje no aumentó después de usar el juego, y la hipótesis de Investigación, que, si aumentó el nivel de aprendizaje, con un Porcentaje de Error de 0.05.

Con lo que se obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla I, donde nos demuestra que la hipótesis nula es negada, por lo que si existe un aumento en los conocimientos de los estudiantes.

TABLA I. valores estadísticos de medición del uso del Serious Game

| Media    | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t      | gl | Sig. (bilateral) |
|----------|---------------------|-------------------------|--|----------|--------|----|------------------|
|          |                     |                         | Inferior                                       | Superior |        |    |                  |
| -2,00000 | 1,15470             | ,36515                  | -2,82602                                       | -1,17398 | -5,477 | 9  | ,000             |

El resultado final del análisis estadístico del antes y después de usar el Serious Game dio como resultado el aumento de un 33.33% respecto a los conocimientos que tienen los estudiantes sobre el manejo del motor de videojuegos Unity 3D, sabiendo que el resultado máximo de las pruebas fue de 6 y la diferencia estadística de 2.

## FUTUROS TRABAJOS

Con el uso de nuevas tecnologías como son las emergentes multimedia, se puede desarrollar nuevos escenarios que aprovechen las técnicas de la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada con la Inteligencia Artificial. Este modelo de desarrollo de juegos con SUM se los puede utilizar también para la enseñanza de asignaturas a nivel superior, como pueden ser el diseño 3D, juegos por computador, sistemas de información geográfica, asignaturas que en la ESPOCH son impartidas ya con tutoriales digitales.

## IV. CONCLUSIONES

- La utilización de los Serious Games permite mejorar el nivel de aprendizaje en las personas sin distinción de edad, debido a que los participantes se divierten y aprenden jugando. Con estos juegos se pueden impartir nuevos y diversos conocimientos, que van desde como sumar hasta como manejar un avión.
- El uso de las técnicas referentes a la Inteligencia Artificial dentro de los juegos como son las máquinas de estados o el Path Planning para los videojuegos, es una buena forma de incursionar en la inteligencia artificial dentro de los Serious Games que conforman la base para la creación de un entorno más real para los jugadores, en donde podemos otorgarles el don de decisión a los personajes no jugables, aunque ésta sea limitada.
- Con el uso de la Metodología SUM permite crear juegos en corto tiempo, debido a que piensa más en la calidad del tiempo y costos durante el desarrollo del proyecto. Gracias a la división de las fases, se enfocan primero en abstraer información básica del juego para luego centrarse en su desarrollo mediante iteraciones, con el fin de obtener un producto que se use en las pruebas y corrección de errores, para crear el producto final.
- El Serious Game "Unity City" es un juego fácil de manejar por su interfaz intuitiva y porque sus controles son estándares en el mundo de los juegos, con el fin de que cualquier persona lo domine de forma inmediata. Además, los objetivos dentro del juego son fáciles de cumplir y muy valiosos dado que poseen información relevante para la enseñanza en la utilización de Unity 3D.
- El análisis estadístico del antes y después de usar el Serious Game dio como resultado el aumento de un 33.33% en los conocimientos que tienen los estudiantes sobre el manejo del motor de videojuegos Unity 3D, lo que significa que los Serious Games si favorecen a mejorar y aumentar el nivel de aprendizaje en los participantes.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del Centro de Tutorías de la ESPOCH, que colaboro para la validación y pruebas de este trabajo. También, la contribución y aportes de los docentes y técnicos del grupo de investigación MSA-3D de la ESPOCH fue digno de resaltar e hizo posible que se pueda visualizar futuros trabajos en el campo de los juegos por computador con fines educativos.

## REFERENCIAS

Abadía, I. (2015). *Juegos serios para televisión digital interactiva: revisión de literatura y definiciones*. Revista S&T, 10, Memorias: 5to Encuentro Internacional de Investigación en Diseño, pp. 9.

- Alcalá, J. (2015). *Inteligencia Artificial en Videojuegos. Ciclo de conferencias Game Spirit 2*. pp. 1-20.
- Gibson J. (2015), *Introduction to game design, prototyping and development*. Addison-Wesley
- Gemserk, G. (2016). *SUM para Desarrollo de Videojuegos*. Consulta: 12 diciembre 2017. Disponible en: <http://www.gemserk.com/sum/>.
- Horswill I. (2014). *Game Design for Classical AI*. Experimental Artificial Intelligence in Games: Papers from the AIIDE Workshop.
- Magerko, B. et al. (2004). *Ai characters and directors for interactive computer games*. In Proceedings of the 2004 Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference.
- Overmars M.H. (2001). *Path Planning For Games*. Institute of Information and Computing Sciences. Utrecht University, The Netherland. IST Programme of the EU as a Shared-cost RTD , FET Open.
- Ram A. et al. (2007). *Artificial Intelligence for Adaptive Computer Games*. Twentieth International Flairs Conference on Artificial Intelligence. Flairs. (2007). AAAI Pres
- Romero, M. y Turpo, O. (2014). *Serious Games para el desarrollo de las competencias del siglo XXI*. RED. Revista de Educación a Distancia, pp. 1–22.