

## Arquitectura y videojuegos

---

Escenarios reales para entornos virtuales

## Architecture and videogames

---

Real scenarios for virtual environments

**Cabeza González, Manuel<sup>1</sup>; López Yeste, José Ramón<sup>2</sup>**

1. Universidad Jaime I, Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño, Castellón de la Plana, España, [cabeza@uji.es](mailto:cabeza@uji.es)

2. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, Valencia, España, [joloyes@pra.upv.es](mailto:joloyes@pra.upv.es)

### Resumen

La mejora tecnológica que en las últimas décadas ha experimentado la industria de los videojuegos, ha propiciado la utilización de escenarios cada vez más realistas que, por su similitud con el entorno representado, consiguen llamar de manera más efectiva la atención del usuario, a la vez que garantizan su profunda inmersión en el juego. En este acercamiento a la realidad arquitectónica de los escenarios utilizados en los videojuegos, el empleo de modelos virtuales obtenidos a partir de levantamientos arquitectónicos llevados a cabo con las últimas tecnologías, como son el escáner láser o la fotogrametría, permite llegar al máximo de la fidelidad con el modelo original. Este modelo tridimensional es construido a partir de millones de medidas de la realidad (nubes de puntos) y si la precisión configurada en los equipos de medición es lo suficientemente alta y disponemos de información de color, estas nubes de puntos ya pueden considerarse una realista representación virtual del objeto. Con un posterior procesamiento de los datos, se llegan a conseguir superficies texturizadas, generadas por medio de una Red Irregular Triangulada. Esta nueva superficie texturizada permite realizar sobre el modelo digital numerosos estudios de diversa naturaleza, además de ser mucho más apta para visualizaciones realistas que la nube de puntos original. Esta nueva representación digital de la realidad, propia del registro del Patrimonio Arquitectónico, con un procesamiento adecuado de los datos puede ser utilizada como matriz ideal para la creación de escenarios virtuales en el diseño de videojuegos, que a su vez, con los correspondientes algoritmos de reconversión, pueden ser enfocados al estudio de dinámicas urbanas que posibiliten la recogida y procesado de datos de un gran número de usuarios, datos que propician un trabajo de campo inabordable de otra manera por razones tanto temporales como económicas.

**Palabras clave:** escenarios virtuales, videojuegos, nubes de puntos, planeamiento.

### Abstract

In recent decades, the improvement of technology in the video game industry has allowed the use of more and more realistic environments, which manage to attract users more effectively due to the realism of the environments that are simulated. At the same time, these environments guarantee deep immersion of the user in the game. In this approach to the architectural reality of the different environments of the video games, the use of virtual models, which are obtained from surveying carried out by using new technologies, such as laser scanner or photogrammetry, makes it possible to achieve the highest accuracy in relation to the original model. This three-dimensional model is built from millions of measurements of the actual environment (point clouds). If the accuracy is adjusted with a high range in the surveying equipment, and we also have colour info, these point clouds can already be considered realistic virtual representations of the model. By subsequently processing the data, we can obtain texturing surfaces, which are generated in the shape of a Triangulated Irregular Network. This texturing surface allows us to carry out many studies of a different nature from the digital model. In addition, these surfaces are much more suitable for realistic displays than the original point cloud. Through the appropriate processing of the data, this new digital representation of the reality, which is a distinctive feature of the Architectural Heritage, can be used as the ideal model for the creation of virtual environments within video game designing. At the same time, with the appropriate restructuring algorithms, these environments can be focused on the study of urban dynamics in order to make possible the data collection and processing of a high number of users. This makes field work easier, which otherwise would be unfeasible due to time and economic reasons.

**Key words:** videogames, point clouds, photogrammetry, triangulated irregular network, urban planning

## 1. ESCENARIOS ARQUITECTÓNICOS A PARTIR DE MODELOS VIRTUALES

El principal objetivo a nivel espacial del lenguaje gráfico utilizado en los videojuegos es el desarrollo de un mundo virtual con el que poder relacionarnos de un modo interactivo. Para ello, las diversas representaciones arquitectónicas utilizadas no sólo delimitan el ámbito donde se desarrolla la acción, además son elementos esenciales para conseguir la inmersión de los jugadores en el juego, adaptándose a las necesidades narrativas y de acción del juego y asociando la experiencia a la realidad física representada, con lo que se consigue trasladar a un segundo plano el sistema informático gracias al cual es posible la creación de los espacios percibidos. Esta es la razón por la cual las interfaces de estos escenarios son cada vez más intuitivas<sup>1</sup>.

No se trata sólo de meras representaciones sino que en los videojuegos, los escenarios representados transmiten las leyes físicas que rigen los espacios reales, lo cual facilita la identificación de este mundo virtual por parte del jugador y le incita a explorar el entorno en el que se encuentra apoyándose en sus conocimientos sobre la arquitectura representada. La ambientación así conseguida es completa, y la introducción del jugador en el juego se provoca de una manera natural y progresiva. De esta forma, por ejemplo, el jugador, al ver una construcción pétreo sustentada por grandes pilares sobre los que descansan asombrosos arcos apuntados, puede reconocerla como el interior de una catedral gótica -alarde de la ingeniería utilizada por los maestros canteros de la alta Edad Media-, como un ambientado enclave turístico, o como el monumento que tuvo la experiencia de visitar el verano pasado (Fig. 1).

En este sentido, se puede comprobar como la industria de los videojuegos ha desplazado el desarrollo de videojuegos en dos dimensiones en favor de las cada vez más intuitivas interfaces en tres dimensiones, convirtiendo en una cuestión de diseño o estilo, la decisión de desarrollar el juego dentro de escenarios en dos dimensiones, si bien, aún es posible apreciar cierto protagonismo de estos escenarios en los juegos desarrollados para dispositivos móviles, motivado por las limitaciones tecnológicas de visualización inherentes de estos sistemas<sup>2</sup>. En general, esta preferencia por el uso de gráficos tridimensionales ha sido utilizada, más como reclamo publicitario por parte de la industria productora, que por las propias necesidades visuales necesarias en cada momento para desenvolverse dentro del juego.

---

<sup>1</sup> PÉREZ INDAVERA, M<sup>a</sup> Aránzazu. *Espacios urbanos en el videojuego: París como escenario de tensión*. En: *Ángulo Recto. Revista de estudios sobre la ciudad como espacio plural*, vol 4, pp 31-48.2012

<sup>2</sup> BOULLÓN SABÍN, Alfonso. *Evolución tridimensional en la representación visual de los videojuegos y su repercusión en la jugabilidad*. En *Comunicación 7*, vol 1, pp 119-133. 2009



Fig 1. Video Juego Artwork Thief. Thief Game. Desarrollado por Eidos Montreal. 2012

Este protagonismo de los gráficos tridimensionales no se produjo hasta mediados de los 90, cuando los gráficos, las imágenes, las animaciones y el sonido mejoraron notablemente, dando lugar a programas, sobre todo de aventuras en donde el protagonismo esencial recaía en los aspectos gráficos. Así, se introdujeron los juegos de simulación para mostrarnos una realidad más cercana. Hasta ese momento, los escenarios eran concebidos como meros telones de fondo sobre los que se desarrollaba el juego<sup>3</sup>. El efecto espacial se conseguía por medio de recursos visuales como la superposición de elementos y la disminución de los tamaños de los elementos para generar la sensación de profundidad, utilización de sombras planas y degradación de colores..., todos ellos, recursos heredados de la representación plana del espacio

Con la llegada de las tarjetas gráficas con aceleración 3D y las consolas de 5ª generación, los modelos tridimensionales fueron ganando aún mayor protagonismo. Las técnicas implicadas desde entonces han ido aportando nuevas formas de sombreado o mapeado de textura, representación de terrenos, agua, reflejos, iluminación, etc. A estas mejoras visuales le acompañarían mejoras equivalentes en sonido e interactividad, con la incorporación de sonido envolvente, utilizado para transmitirnos información de la parte del entorno no visible, al tiempo que se intenta implicar al sentido del tacto a través de movimientos esporádicos de los controles que responden a lo que ocurre en la escena, ya sea una explosión, una caída, o un impacto.

Un aspecto relevante a la hora de crear un escenario arquitectónico para un videojuego es su grado de relación con el exterior. Cuanto más cerrado menos recursos son necesarios, pues la comunicación entre las distintas escenas se producen puntualmente por túneles o puertas, siendo su límite la creación de un único escenario limitado por paramentos no visibles que acotan el ámbito de acción.

<sup>3</sup> BELLI, S; LÓPEZ RAVENTÓS, Cristian. 2008, *Breve historia de los videojuegos*. Athenea Digital 14, pp 159-179

Gracias a los nuevos recursos técnicos, las representaciones de escenarios cada vez más abiertos han ido creciendo, ampliando sus áreas de actuación, junto a los niveles de detalle y complejidad; y aunque existen distintas tendencias estéticas a la hora de representar escenarios arquitectónicos en los videojuegos, la más extendida y aceptada es aquella que busca transmitir una imagen fiel al referente físico, permitiendo que la sensación de veracidad de la experiencia del jugador aumente.

El máximo acercamiento a esta sensación de realidad se consigue en los videojuegos basados en gráficos 3D<sup>4</sup>, cuyos escenarios son realizados con diseños poligonales posteriormente texturizados, por los que el jugador se traslada e interactúa percibiendo un entorno de apariencia variable en función de condicionantes como la distancia, perspectiva e iluminación particular de los distintos espacios del recorrido.

Actualmente, la tecnología nos permite re-crear una Realidad Virtual, en la que la inmersión en el entorno tridimensional generado es absoluta y el usuario pasa de ser un mero observador, a controlar y poder interactuar con su entorno. De esta forma, es posible visitar lugares inaccesibles tanto en el espacio como en el tiempo, para experimentar y comprender el desarrollo arquitectónico de nuestro patrimonio construido o desaparecido, así como su evolución a través del tiempo desde un punto de vista privilegiado e invariable de otra manera<sup>5</sup>.

Esta re-creación de los escenarios arquitectónicos podría mejorarse gracias a la incorporación de modelos tridimensionales virtuales extraídos directamente de la realidad gracias a los nuevos sistemas de toma de datos utilizados para llevar a cabo los levantamientos arquitectónicos.

Este es el caso de la toma de datos por medio de un sistema con escáner láser, gracias al cual obtenemos la información de una enorme cantidad de puntos en relativamente poco tiempo. Además de la localización exacta de estos miles de puntos, este sistema nos aporta información sobre la luminosidad y color de cada uno de ellos, dependiendo el grado de definición de este modelo de la densidad de puntos de las nubes y de los vacíos o sombras que se produzcan al obtener los datos.

También se debe considerar el levantamiento mediante fotogrametría, sistema que igual que el anterior, nos permite determinar las propiedades geométricas y radiométricas de un objeto. Sin embargo, en este caso, los datos se obtienen a partir únicamente de imágenes fotográficas, lo cual conlleva un trabajo de procesamiento de los datos más elaborado, puesto que, a diferencia del sistema con escáner láser, los datos no se obtienen directamente sino que es necesario procesar las imágenes con el software específico, lo que supone la inversión de un mayor número de horas de trabajo para conseguir precisiones similares a las que nos ofrece el sistema de escáner láser.

---

<sup>4</sup> BOULLÓN SABÍN, Alfonso. Op. citada

<sup>5</sup> DEGGIM, S; KERSTEN, T.P.; TSCHIRSCHWITZ, F; HINRICHSEN, N. *Segeberg 1600—Reconstructing a Historic Town for Virtual Reality Visualisation as an Immersive Experience*. En *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2017, vol. 42, p. 87.

## 2. CREACIÓN Y MODELADO DEL ESCENARIO

Generalmente, en los videojuegos basados en gráficos 3D, el proceso para la construcción de un escenario virtual es siempre el mismo, pudiendo variar ligeramente el orden de alguna de las fases, no tanto por la plataforma utilizada como por la finalidad y uso que tendrá el escenario una vez terminado.

Lo primero que necesitamos es generar el objeto u objetos sobre los que poder trabajar. Por supuesto, han de realizarse tantos objetos como elementos existan en el escenario a construir. Cada uno de estos objetos se ha de modificar y modelar para conseguir la geometría deseada. En nuestro caso, se trata de conseguir en cada objeto la forma adecuada que lo identifique con su elemento arquitectónico correspondiente.

Una vez generados todos los elementos que intervienen en nuestro escenario hay que caracterizarlos. Para ello, se deben definir los materiales y texturas que se aplicarán a los distintos elementos y la iluminación con la que aparecerán en cada escena. Junto a ello, es preciso incorporar las cámaras que, como si de un escenario real se tratara, mostrarán el resultado final. Al mismo tiempo, estas cámaras nos servirán para decidir el grado de definición que deberán tener las distintas partes del escenario.

Habitualmente, los distintos elementos que configuran el escenario de un videojuego son generados directamente desde un programa de modelado 3D a partir de unos sólidos predefinidos, ya preparados para ser editados y con ello, comenzar el modelado del objeto. De esta forma se consigue dotar al escenario de una apariencia que permite al usuario identificarlo rápidamente con la realidad.

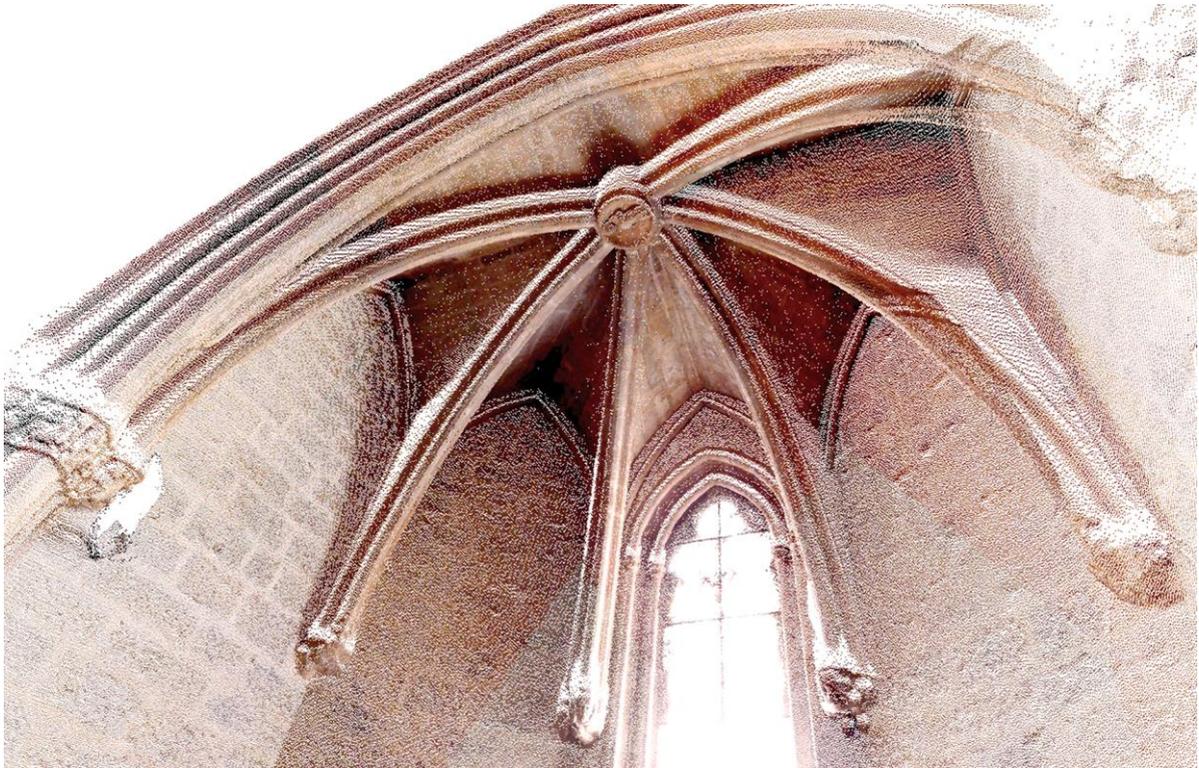


Fig 2. Iglesia Arciprestal Santa María la Mayor de Morella. Representación virtual de una de sus capillas obtenida a partir de las nubes de puntos recogidas mediante el escaneado láser del modelo, una vez enlazadas y asignado a cada punto su color.

El mayor acercamiento a la realidad física que representa un escenario virtual, se consigue elaborando los modelos virtuales a partir de la información planimétrica del objeto arquitectónico a representar, obtenida en una toma de datos previa, con las mediciones necesarias que nos garanticen un levantamiento correcto de su geometría, así como unas fotografías de apoyo de cada uno de los elementos que componen el escenario que nos sirvan de referencia o ayuda durante el proceso de re-creación.

Aunque el resultado responde más fielmente al original en este último caso, respecto a lo que se pueda conseguir en el primero, no deja de ser una aproximación a la realidad pues, tanto el volumen final como su textura y material se confían a la interpretación subjetiva del desarrollador del escenario.

Con el uso de modelos virtuales creados con los nuevos sistemas de medición por láser y fotogrametría, propios de los levantamientos del patrimonio arquitectónico, la correspondencia con la realidad está totalmente garantizada, tanto en lo que se refiere a la geometría de los elementos representados como a la apariencia del material que lo envuelve. (Fig 2).

## 2.1. El modelo virtual

Actualmente, para obtener un modelo virtual que recoja todas las características formales y defectos del modelo arquitectónico real, se utilizan los denominados sistemas de medición indirecta de dos tipos: los que realizan la medición escaneando el modelo con tecnología láser y los que obtienen los resultados a partir de fotografías realizadas al mismo<sup>6</sup>.

En el primero de los sistemas, el llevado a cabo mediante escaneado del original, para obtener los datos necesarios, es preciso realizar la toma de datos desde diversos posicionamientos, debido tanto a las propias limitaciones del equipo, el escáner láser, como a las particularidades de las formas arquitectónicas escaneadas. Esto conlleva la realización de diversos barridos con el escáner láser, con los que obtener la información necesaria de las distintas superficies de los modelos a representar. Un factor importante lo constituye la malla de paso de cada uno de estos barridos, la cual se debe ajustar previamente en función de la distancia que nos separa de la superficie, así como de la densidad de puntos que interesa obtener en cada barrido<sup>7</sup>.

El resultado obtenido es un conjunto de nubes de puntos compuestas, cada una de ellas, por cientos de miles de mediciones individuales, según un sistema de coordenadas cartesiano (x, y, z) y una densidad de registros, determinada en función de la resolución previamente definida.

Como norma particular, la resolución utilizada para el escaneo de vistas generales es menor que en el caso de los detalles de elementos pues, como se ha comentado anteriormente, este ajuste se realiza en función del nivel de definición que se quiere obtener en cada caso. Habitualmente, en los casos de registro del Patrimonio Arquitectónico, se realizan varios barridos generales para obtener datos del máximo de la superficie del modelo, tanto del interior como del exterior, con el mínimo número de estacionamientos. Un aspecto importante para asegurar una buena relación entre las distintas nubes de puntos, es la colocación de puntos de control o dianas en lugares estratégicos y fácilmente localizables.

Las nubes de puntos resultantes servirán como marco de referencia para situar los elementos singulares que, al contrario de los barridos generales, son escaneados con una densidad de registros alta, priorizando la definición detallada sobre la extensión de la superficie escaneada, de forma que la pequeña distancia de separación entre los puntos de la nube resultante, permite representar sin ambigüedades las geometrías de estos elementos singulares.

Además, gracias a la cámara fotográfica de alta resolución que incorpora el escáner, las nubes de puntos se podrán apreciar en su conjunto como una representación virtual del elemento escaneado, después de relacionar cada punto registrado con el láser con el color del píxel correspondiente de la fotografía de referencia.

---

<sup>6</sup> ALMAGRO GORBEA, Antonio. *Levantamiento Arquitectónico*. Universidad de Granada. 2004

<sup>7</sup> ARAYICI, Y., 2007, *An approach for real world data modelling with the 3D terrestrial laser scanner for built environment*, Automation in Construction, nº 16 (6), pp. 816- 829

Todos estos datos deben ser trasladados al ordenador para poder ser procesados. Dependiendo de los resultados a los que se pretenda llegar, el procesamiento de la información obtenida a través de las nubes de puntos puede ser más o menos compleja. La primera y más importante fase del proceso consiste en obtener, a partir de estas nubes de puntos, un modelo poligonal o malla, generado como una Red Irregular Triangulada (TIN). Posteriormente, este modelo debe ser optimizado y corregido antes de aplicarle las correspondientes texturas superficiales que nos garantizan su fidelidad con el modelo original<sup>8</sup>.



Fig 3. Iglesia de San Mateo. Ortofoto de la planta cenital obtenida a partir del modelo poligonal (TIN), una vez asignadas a sus caras los datos lumínicos y cromáticos correspondientes a la textura de la superficie.

Este proceso se lleva a cabo mediante un software específico para el tratamiento de nubes de puntos que, por lo general, es el mismo que el utilizado para transformar los datos del escáner en las correspondientes nubes de puntos, que podrán ser fácilmente enlazadas gracias a la asociación de los puntos de control comunes. De esta manera, se consigue un primer modelo tridimensional que es posible visualizar, medir y editar.

Al asociar estos datos con las imágenes obtenidas por la cámara del escáner, podemos asignar a cada superficie del modelo tridimensional sus datos lumínicos y cromáticos. Se obtiene así un primer modelo virtual del que se podría extraer los primeros resultados realistas (Fig. 3) que ayudan y enriquecen el procesamiento completo de la información.

La siguiente fase consiste en exportar estos primeros resultados en distintos formatos, compatibles con los programas de creación de modelado 3D, con objeto de realizar el tratamiento de las superficies malladas.

<sup>8</sup> REMONDINO, Fabio. From point cloud to surface. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2003, vol. 34.

Para obtener un modelo tridimensional completo del elemento motivo de representación, además de enlazar las distintas nubes de puntos, es necesario completar las inevitables lagunas o sombras que produce este sistema de escaneo láser, utilizando para ello la información que aportan las fotografías.

En el segundo sistema, basado en la fotogrametría, el registro de datos viene determinado por la posición y número de fotografías, así como por la resolución de cada una de ellas. Por lo tanto, en esta ocasión, la correcta posición de la cámara y el adecuado número de fotografías será el factor determinante para asegurar la obtención completa del modelo a representar<sup>9</sup>. Para conseguirlo, entre foto y foto, la posición de la cámara se debe desplazar entre 0.15 - 0.25 veces la distancia que mantiene esta con la superficie a fotografiar. Por ejemplo, colocando la cámara a 3.50 m. de la superficie, debe haber entre 0.50 y 0.90 m entre una posición de la cámara y la siguiente. De esta forma, cuanto más corta es la distancia respecto al objeto, mayor número de fotografías se deben realizar y por tanto la forma de la superficie queda registrada con mayor detalle. A diferencia del sistema por escáner láser, en fotogrametría no es posible obtener los datos antes de procesar las fotografías, también mediante software específico. Gracias a esta característica, la precisión de los datos obtenidos aumenta cuanto más trabajemos en ellos, lo que no ocurre en el sistema con escáner láser. Esto se debe a que en fotogrametría, la cantidad de puntos la determinamos al procesar los datos, no al capturarlos, lo que permite generar diferentes modelos tridimensionales de distinta resolución del objeto analizado, sin necesidad de realizar nuevos registros.



Fig 4. Iglesia Arciprestal Santa María la Mayor de Morella. Modelo poligonal (TIN) texturizado de una capilla, obtenido por fotogrametría.

Igual que en el sistema anterior, la resolución de cada una de las tomas será un factor añadido

<sup>9</sup> LERMA GARCÍA, Jose Luís. *Fotogrametría moderna: analítica y digital*. Universidad Politécnica de Valencia. 2002

que en este caso va depender de los valores asignados a cada uno de los parámetros fotográficos, como son la apertura del diafragma, grado de sensibilidad ISO y la velocidad de disparo fundamentalmente.

Las posteriores fases de procesado coinciden en ambos sistemas, obteniendo las correspondientes superficies a partir de las nubes de puntos enlazadas (Fig. 4), utilizando una mayor densidad de puntos en aquellas zonas singulares que requieran de una mayor definición.

Este sistema también coincide con el anterior en la fase de obtención de resultados puesto que el software utilizado es el mismo, concluyendo ambos sistemas en la representación del modelo virtual en tres dimensiones.

## 2.2. El escenario

Una vez finalizado el proceso de creación del modelo virtual, la siguiente fase consiste en caracterizar la escena. Para ello, se aplican texturas a la superficie de los objetos, así como se identifican los materiales correspondientes y se matizan los distintos grados de iluminación. En nuestro caso, este acabado superficial ya está definido debido a que, como ya se ha comentado, gracias a la precisión y alto grado de definición que nos aportan los sistemas de toma de datos utilizados, las superficies resultantes no son abstractas definiciones geométricas de la realidad sino copia exacta del original.

Esta similitud con la realidad se consigue por la gran cantidad de polígonos con los que se ha definido el modelo virtual, pero a su vez, supone un inconveniente para su manejo fluido dentro del escenario del videojuego<sup>10</sup>. Por esta razón, es necesario optimizar el resultado, esto es, reducir el número de polígonos sin deteriorar la calidad y apariencia del modelo.

Se trata de un proceso cuya aplicación, aunque los distintos programas nos ofrecen diversas formas automáticas de realizarlo, debe realizarse de manera sectorizada en función de las necesidades de detalle requeridas.

La aplicación de texturas superficiales se realiza a partir de fotografías que, en el caso del tratamiento por fotogrametría, son las mismas con las que se ha generado el modelo, por lo que de nuevo, el resultado será totalmente fiel a la realidad. Además, gracias a las orto-fotos realizadas durante la fase de modelado, al aplicar a las superficies texturas procedurales (definidas matemáticamente), es posible redefinir aquellas zonas que se consideren necesarias para obtener los efectos deseados.

Hay que tener en cuenta que la representación final de la superficie viene determinada por el tipo de material y su comportamiento con la luz, por lo que los parámetros del material deben definirse junto con los de las fuentes de luz introducidas.

<sup>10</sup> *Manual de Unity*. Unity Technologies. Publication 5.3-Q. 2016

La iluminación junto con las cámaras son los dos únicos elementos nuevos que debemos introducir en el escenario, ya que como hemos visto, tanto la geometría como el acabado superficial de los objetos vienen determinados desde la fase inicial de toma de datos.

Este trabajo se realiza directamente desde los programas de modelado 3D, introduciendo el tipo de luminarias necesarias para conseguir los efectos que se persigan. En nuestro caso, el objetivo es dotar a la escena de la apariencia más realística posible, por lo que la iluminación utilizada debe responder a las condiciones ambientales del escenario arquitectónico representado; por tanto, además de introducir los tipos de fuentes de luz adecuados es preciso simular la reflexión y propagación de la luz que se producen en cada escena.

Para ello, los programas de modelado 3D disponen de su propio motor de renderizado, del cual depende en gran medida el realismo resultante. Por medio de él podemos establecer el límite de detalle de la escena que queremos simular, indicado por el número de interacciones máximas de la luz con las superficies (número de rebotes), la resolución espacial de la imagen, etc.<sup>11</sup> Como consecuencia, cuanta más precisión tenga el método de renderizado, mayor será el realismo conseguido en la escena simulada, pero también mayor será el tiempo necesario para generarla.

### **3. LOS ESCENARIOS VIRTUALES COMO HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y ESTUDIO DE DINÁMICAS URBANAS**

Cualquier área urbana, además de entenderse como conjunto de ámbitos interrelacionados en los que la población que lo habita desarrolla sus actividades, puede ser concebida a partir de la percepción que de ella tienen sus habitantes. Aunque en ambas lecturas la trama urbana queda ordenada por parámetros como sus distintas zonas conforme a usos o aspectos físicos predominantes, lugares principales, iconos arquitectónicos y caminos identificables, rara vez coinciden, pudiendo afirmarse que existen dos ciudades paralelas, la planificada desde los estamentos oficiales y aquella tal y como sus habitantes la conciben según el uso que de ella realizan.

En base a este segundo supuesto, cada vez son más frecuentes las denominadas políticas participativas para la planificación de la ciudad. Estos procesos intentan involucrar a los habitantes en aspectos organizativos, dotacionales y hasta constructivos de su ciudad, tomando en consideración el uso habitual que de los distintos espacios realizan, transformándolos en lugares concretos y únicos.

Estos planteamientos, si bien gozan en la actualidad de aceptación para casos concretos, de pequeña escala dentro de la ciudad, son centro de numerosas críticas cuando intentan extrapolarse a áreas más extensas o conceptos más abstractos como distritos, municipios, área metropolitana, etc. Estas críticas se sustentan con firmeza, en la dudosa validez que tiene la

---

<sup>11</sup>BRITO, Allan. *Blender 3D 2.49. Architecture Buildings and Scenering*. Pack Publishing. 2009

escasa información que es posible obtener y sus consiguientes extrapolaciones propositivas.

En este proceso de planificación urbana, la utilización de entornos virtuales se ha demostrado determinante para la obtención de resultados admisibles, tanto por la facilidad con la que es posible comunicar las propuestas a los futuros usuarios del espacio urbano, como para el propio desarrollo de la propuesta.

Como herramienta de comunicación, la apariencia realista del entorno representado, junto a otros aspectos como el sonido ambiente o la incorporación de elementos auxiliares que ayuden a reconocer la escala de los distintos espacios y objetos, garantizan el perfecto entendimiento de la realidad representada, condicionante fundamental para la obtención de los resultados<sup>12</sup>.

Una mejora sustancial para el acercamiento de este modelo de desarrollo a los usuarios, se obtendría con la incorporación de los modelos virtuales generados a partir del modelo original, según el proceso comentado anteriormente. Además, con la utilización de un adecuado motor de juegos quedaría garantizada una cómoda interacción con el escenario, con lo que la aproximación a la ciudad y el territorio sería idéntica a la experiencia real.

Se convierte así esta herramienta, en un laboratorio ideal para el análisis de la complejidad del sistema urbano, permitiendo extraer información masiva sobre el uso de la ciudad por parte de sus distintos agentes. Ejemplos de sistemas semejantes se aplican con éxito en el uso de medios de transporte colectivos, circuitos urbanos y densidades de uso conforme a género o edad poblacional y un largo etcétera dependientes únicamente de parámetros trabajosamente obtenidos de la realidad.

En este sentido, el videojuego se convierte en un modelo de simulación a partir del cual obtener patrones globales de comportamiento con los que enriquecer el entendimiento del ecosistema urbano y contribuir en los procesos de toma de decisiones con el objetivo de llegar a desarrollar los nuevos entornos urbanos.

La proximidad que transmite la recreación de los entornos urbanos por medio de los modelos virtuales comentados, se revela especialmente útil para el descubrimiento de los significados que los habitantes asignan a los distintas zonas que configuran su ciudad y que transforman los espacios planificados en lugares habitados y las arquitecturas construidas en señales que caracterizan la imagen de la ciudad<sup>13</sup>.

De esta forma, sí se realiza adecuadamente, no sólo es posible la recolección masiva de datos, sino su obtención en un formato adecuado para su tratamiento estadístico conforme a múltiples variantes que, en último lugar arrojaría la necesaria información sobre el uso real o deseado de la ciudad.

<sup>12</sup> DRETTAKIS, G.; ROUSSOU, M; RECHE, A; TSINGO, N. *Design and evaluation of a real-world virtual environment for architecture and urban planning*. En *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 2007, vol. 16, no 3, p. 318-332.

<sup>13</sup> LYNNCH, Kevin. *La imagen de la ciudad*. Gustavo Gili. 1964

En cuanto al desarrollo de las propuestas, la implementación de estos Entornos Virtuales con un sistema de trabajo colaborativo (CVR), permite una interacción fluida entre los distintos agentes que participan en la elaboración de las propuestas, no solo en la fase de construcción y definición de detalles, como actualmente ocurre con las metodologías BIM (Building Information Modeling), sino incluso desde las primeras fases de concepción del producto<sup>14</sup>.

Al igual que anteriormente, la utilización de modelos virtuales extraídos de la realidad como punto de partida para la elaboración de la propuesta de intervención en el medio urbano, optimiza el desarrollo del trabajo, puesto que al ser comprensible el ámbito de actuación para todos los agentes, no solo los técnicos, todos ellos podrían al poder intervenir desde el inicio, garantizando una retroalimentación desde las fases más tempranas del diseño del entorno que de otra manera solo se produciría al finalizar la propuesta.

#### 4. CONCLUSIONES

El uso de modelos tridimensionales, obtenidos por medio de las últimas tecnologías de toma de datos para el levantamiento arquitectónico, en la construcción de escenarios supone un gran avance para la industria de los videojuegos, puesto que el elevado detalle y precisión que ofrecen permiten representar la realidad con el más mínimo detalle, lo cual propicia un inmediato acercamiento del jugador a la dinámica del juego.

Una ventaja añadida es el ahorro considerable de tiempo y recursos, ya que las fases de creación, modelado y texturado de los objetos que componen el escenario son sustituidas por el trabajo de toma de datos y su posterior procesamiento, por lo que únicamente se ha de trabajar sobre la iluminación.

Por último, cabe destacar su posible utilización como herramienta que propicie y permita una real participación ciudadana de manera efectiva en todas las fases del planeamiento urbano, tanto en una fase inicial como en las sucesivas mejoras futuras, con sólo intervenir en los parámetros adecuados del juego para profundizar en aquellas casuísticas más complejas. Y todo ello, en un entorno agradable para el usuario que no se vería enfrentado a un cuestionario parcial y necesariamente impreciso, sino que volcaría multitud de datos sin esfuerzo, únicamente disfrutando de un juego.

#### 5. REFERENCIAS

ALMAGRO GORBEA, Antonio. *Levantamiento arquitectónico*. Universidad de Granada. 2004. 300 p. ISBN:

---

<sup>14</sup> MOLONEY, Jules. Videogame technology re-purposed: Towards interdisciplinary design environments for engineering and architecture. *Procedia Technology*, 2015, vol. 20, p. 212-218.

9788433831903

ARAYICI, Y., 2007, *An approach for real world data modelling with the 3D terrestrial laser scanner for built environment*, Automation in Construction, nº 16 (6), pp. 816- 829. ISSN: 0926-5805

BELLI, S; LÓPEZ RAVENTÓS, Cristian. 2008, *Breve historia de los videojuegos*. Athenea Digital 14, pp 159-179. ISSN: 1578-8946

BOULLÓN SABÍN, A. 2009, *Evolución tridimensional en la representación de los videojuegos y su repercusión en la jugabilidad*. Revista Comunicación 7, Vol 1 pp 116-133. 2009. ISSN: 1989-600X

BRITO, Allan. *Blender 3D 2.49. Architecture Buildings and Scenering*. Pack Publishing. 2009 ISBN: 1847193676

DEGGIM, S; KERSTEN, T.P.; TSCHIRSCHWITZ, F; HINRICHSEN, N. *Segeberg 1600–Reconstructing a Historic Town for Virtual Reality Visualisation as an Immersive Experience*. En *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2017, vol. 42, p. 87.

DRETTAKIS, G.; ROUSSOU, M; RECHE, A; TSINGO, N. *Design and evaluation of a real-world virtual environment for architecture and urban planning*. En *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 2007, vol. 16, no 3, p. 318-332.

LERMA GARCÍA, José Luís. *Fotogrametría moderna: analítica y digital*. Universidad Politécnica de Valencia. 2002. ISBN: 9788497052108

LYNCH, Kevin. *La imagen de la ciudad*. Gustavo Gili. 1964. 9788425228278

MOLONEY, Jules. *Videogame technology re-purposed: Towards interdisciplinary design environments for engineering and architecture*. *Procedia Technology*, 2015, vol. 20, p. 212-218.

PÉREZ Indaverea, M Aránzazu. 2012, *Espacios urbanos en el videojuego: París como escenario de tensión*. Ángulo recto: Revista de estudios sobre la ciudad como espacio plural, vol 4 n 1, pp 31-48. ISSN-e: 1989-4015

REMONDINO, Fabio. *From point cloud to surface*. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2003, vol. 34.

UNITY TECHNOLOGIES. 2017, *Manual de Unity*. Publication 5.3-Q.

YASTIKLI, N., 2007, *Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning*, Journal of Cultural Heritage, no 8 (4), pp. 423 – 427. ISSN: 1296-2074

## BIO

**Manuel Cabeza González.** Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia, en la especialidad de Edificación. En 2011 obtiene el doctorado en la Universidad Politécnica de Valencia y un año más tarde, amplía sus estudios en la Universidad de Alicante como Especialista Universitario en Virtualización de Patrimonio. Desde el año 2005 es Profesor del área de Expresión Gráfica Arquitectónica de la Universitat Jaume I de Castellón, donde ha impartido clases en Arquitectura Técnica y de Diseño y Desarrollo de Videojuegos.

**José Ramón López Yeste.** Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia, en la especialidad de Edificación. En 2015 obtiene el doctorado en la Universidad Politécnica de Valencia con un estudio sobre la obra del Mestre Valencià d'Arquitectura Juanjo Estellés. Ha ejercido como arquitecto desde la finalización de sus estudios, tanto en colaboración como individualmente. Actualmente es profesor titular de universidad del departamento de proyectos arquitectónicos en la Universidad Politécnica de Valencia.