

# TFG

---

## RIAD

MODELADO DE UN ENTORNO 3D PARA  
VIDEOJUEGOS EN REALIDAD VIRTUAL

Presentado por Héctor Santamaría Gárate  
Tutora: Maria Isabel Pleguezuelos Rodriguez

Facultat de Belles Arts de Sant Carles  
Grado en Bellas Artes  
Curso 2017-2018



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

# RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

## RESUMEN

En esta memoria se expone el Trabajo de Final de Grado, eminentemente práctico, que ha sido la creación de un patio árabe en 3D de aspecto realista, desarrollado en un motor de última generación y explorable en realidad virtual.

Para crear *Riad*, he realizado bocetos, planos y búsquedas de objetos, para luego modelar, texturizar e iluminar tres estancias de una misma casa, con mobiliario de época, prestando gran atención a los detalles para que finalmente pudiese ser explorada con gafas de realidad virtual. Desde la realización de bocetos de muebles hasta el ensamblaje del nivel entero, pasando por fases tan dispares como la creación de plantas o la edición de sonido, todo ello está documentado y explicado en esta memoria.

La historia que da cuerpo y justificación a este trabajo bebe directamente de mis raíces e inquietudes. Por una parte, mi origen como nacido en Cantabria, con su mitología presente hasta en las escuelas desde bien pequeños, y por otra parte, mi fascinación por el mundo hispano-musulmán del Reino de Granada. Se crea un vínculo entre ambos mundos con un personaje figurado que vive en dicho patio, y es gracias a los muebles y objetos que podemos conocer a qué se dedicaba y de donde venía.

## PALABRAS CLAVE

Arquitectura - Modelado - Realidad Virtual - Videojuegos - Procedural

# ABSTRACT AND KEYWORDS

## ABSTRACT

In this paper it is explained how this final assignment, which is the development of an arabic courtyard in a realistic-look 3D, is made in a current-generation engine and explorable in virtual reality.

To make Riad come true, I have crafted sketches, plans and I have actively searched objects, in order to later model, texturize and light up three rooms in the same house, with period furniture, paying attention to the detail so it could be finally explored in virtual reality. From making sketches to the assembly of the final level, everything is well documented in this paper, even subjects like modeling or sound editing.

The story that gives meaning to this project is taken both from my roots and my concerns. On one hand, my childhood in Cantabria, with its mythology present even in schools since early stages. On the other hand, my fascination for the hispanic-muslim world from the nazari kingdom of Granada. As a joint we have a Cantabrian mercenary who lives in said courtyard, and it is thanks to the furniture and personal belongings that we know what he did for a living and where he came from.

## KEYWORDS

Architecture - Modelling - Virtual reality - Videogames - Procedural

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por su inacabable apoyo y cariño, que nunca me ha faltado.

A Maribel, por empujarme siempre un poquito más allá.

A Raúl, por estar siempre ahí para animarme.

A Edu, por ser el mejor crítico que podría tener.

A Josema, por haber sido siempre un ejemplo a seguir.

A Lidia, por dar siempre más de lo que recibe.

A Esther, Marina, Siria, Álvaro, Miguel, Mehdi y Toni, por acompañarme todo este tiempo.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍAS</b>	<b>7</b>
2.1. Objetivos	7
2.2. Metodologías	8
<b>3. CUERPO DE LA MEMORIA</b>	<b>9</b>
3.1. Contexto	9
3.2. Referentes	10
3.2.1. Arquitectura andalusí	10
3.2.2. Mitología cántabra	11
3.2.3. Videojuegos	11
3.2.3.1. The Witcher 3	11
3.2.3.2. Dishonored - Yannick Gombart	12
3.2.4. Pintores orientalistas	13
3.2.5. Literatura	14
3.2.5.1. Leyendas de la Alhambra - Washington Irving	14
3.2.5.2. El Médico - Noah Gordon	14
3.3. Marco técnico	15
3.3.1. Software usado	15
3.3.2. Mapas de imágenes para modelado 3D	16
3.4. Preproducción	16
3.4.1. Moodboards	16
3.4.2. Plano cenital	17
3.4.3. Concept art	18
3.4.4. Placeholders	18
3.5. Producción	20
3.5.1. Texturas procedurales	20
3.5.2. Modelado arquitectónico	21
3.5.3. Modelado de baja poligonización	22
3.5.4. Modelado de alta poligonización	24
3.5.5. Modelado de mobiliario	26
3.5.6. Modelado de tejidos	27
3.5.7. Modelado de vegetación	28
3.5.8. Iluminación	29
3.5.9. Sonido	31
3.5.10. Partículas	32
3.5.11. Realidad virtual	33
3.5.12. Resultado final	34
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>36</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>37</b>
<b>6. ANEXOS</b>	<b>39</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El tema de este trabajo de final de grado es la investigación, diseño y desarrollo de un nivel, o entorno digital para videojuegos de última generación que pueda ser explorado con gafas de realidad virtual.

El proyecto nace de dos puntos distintos de la historia de España acentuados por el interés personal. Por una parte, de la cultura andalusí del reino de Granada. La invasión árabe en la península ibérica se aprovecha en este trabajo en el entorno, la arquitectura y el mobiliario. Y por otro lado, de los mitos y leyendas de la cultura cántabra, haciendo especial hincapié en los monstruos que plagan sus relatos compartidos por la tradición oral.

También se han tenido de referentes ya sea estéticos como formales a algunos videojuegos de acción y aventura de esta generación, así como de películas que narran la travesía de sus protagonistas a tierras árabes. Otras numerosas influencias para este trabajo son tomadas de los románticos orientalistas del siglo XIX así como de escritores como Washington Irving.

Todo esto se concreta en la realización de un patio andaluz de mediados del siglo XIV dividido entre la habitación principal y el patio, este a su vez, dividido entre la planta baja y la primera planta. Dicho patio es de planta cuadrada, con pilares y arcos de herradura que sujetan la balaustrada de la primera planta. Este patio cuenta con un aljibe y una habitación contigua que contiene las escaleras para pasar de la planta baja a la primera planta. La habitación principal cuenta con una cama, una mesa, algunos arcones y una cantidad considerable de objetos personales, ayudándonos en la recreación de un entorno virtual totalmente inmersivo.

El proceso para desarrollar este trabajo de final de grado ha comenzado con la evidente preproducción. Se ha llevado un proceso sistemático de investigación de arquitectura andalusí, así como de patios marroquíes o *riads* que han sobrevivido hasta nuestros días. Tras ello se ha procedido a la elaboración de bocetos y *moodboards* que servirían de ayuda para el modelado de las diferentes estancias. Terminada esta fase de recopilación de información se ha procedido al modelado de los diferentes elementos arquitectónicos necesarios, así como del mobiliario y utillería personal necesarios para dotar de historia al entorno. En la última fase se ha elaborado una iluminación y sonido realista y se ha creado mediante un sistema de programación sencillo dentro del motor del juego los diferentes componentes necesarios para poder experimentar este nivel en realidad virtual.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍAS

### 2.1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto ha sido elaborar un entorno en tres dimensiones de corte realista y verosímil que pueda ser explorado en realidad virtual. Es muy importante prestar atención al detalle, pues el jugador tendrá la posibilidad de acercarse mucho al modelado e incluso interactuar con él.

La realización del proyecto requería, por su propia naturaleza, de un alto nivel de especialización en materias propiamente tecnológicas que se debían adquirir de una manera autónoma; era necesario introducirme en el uso de nuevas herramientas de *software* que posibilitasen la realización del objetivo demarcado, generar un entorno virtual e inmersivo. Es obvio, que todo lo aprendido en la Facultad de Bellas Artes de San Carlos (Universitat Politècnica de Valencia) me ayudó mucho para afrontar el proyecto desde una perspectiva metodológica, artística y de futuro.

No obstante, también he querido demostrar cómo muchas de las asignaturas a las que he asistido en este grado han sido de ayuda, ya sea directa o indirectamente. Desde la elección de una determinada gama cromática para todo el entorno hasta el modelado en 3D del detalle de un escudo. Este proyecto habría sido no imposible, pero sí mucho más laborioso sin asignaturas como Pintura o Modelado de un Personaje en 3D.

Además, he querido tomar algunas pinceladas de la mitología cántabra porque poco o nada se conoce de esta fuera de la región. Considero que tiene un gran valor tanto a nivel estético como personal y que es importante para mí transmitir este conocimiento de alguna forma.

Como aditamento final, he querido seguir los pasos que lleva el desarrollo de un entorno de videojuegos a nivel laboral para crecer como persona y profesional. Este proyecto ha de ser una pieza protagonista de mi portfolio personal.

## 2.2. METODOLOGÍAS

La metodología llevada a cabo en un proyecto de este calibre es la propia de un trabajo práctico y está dividida en tres fases claramente diferenciadas: la búsqueda de referentes y desarrollo de la historia, la preproducción y la producción del proyecto.

La búsqueda de referentes fue realizada intentando encontrar elementos que, ya fuese por su estética o su narrativa, pudiesen relacionarse de alguna manera tanto con el mundo andalusí como con la mitología cántabra. Cuando se tuvieron suficientes referentes literarios, pictóricos y audiovisuales, se comenzó con la elaboración de la historia que englobaría al proyecto.

Para la preproducción se recopilaron cientos de imágenes de referencia, con las cuales se elaboraron algunas piezas de *concept art*. Se estudiaron diferentes alternativas para hacer un patio árabe y se realizó un plano de la casa. Posteriormente se hubo que documentar ampliamente sobre algunos de los programas con los que se elaboraría el proyecto. Una vez dominados se procedió a la elaboración de unos modelos *placeholder* para ensamblar el escenario por primera vez.

En la producción del trabajo se elaboraron texturas procedurales en primer lugar, aplicándolas a las tareas de modelado arquitectónico paulatinamente. Finalizado el marco arquitectónico se procedió a modelar el mobiliario, para lo cual se utilizaron diferentes programas atendiendo a sus necesidades y características. Se produjo también un desarrollo de luces y sonidos para darle mayor verosimilitud al proyecto. Finalmente se importó un sistema para poder visualizar el proyecto en realidad virtual.

Ha sido fundamental durante todo el proceso la constante documentación del desarrollo, así como mantenerse informado de las diferentes características de los programas usados.



## 3. CUERPO DE LA MEMORIA

### 3.1. CONTEXTO

En el mundo del desarrollo de entornos o niveles siempre se ha de tener en cuenta la historia del lugar. Intentar hacer una habitación sin conocer la narración que la acompañará acabará dando lugar a una visualización arquitectónica estéril.

Hacer, por ejemplo, una fábrica abandonada para un juego de zombies requiere investigación previa y algo de imaginación. Se ha de conocer, por ejemplo, el país en el que está emplazada dicha fábrica, qué fabricaba y cuánto tiempo lleva abandonada. Como se puede imaginar, responder a todas esas preguntas puede dar lugar a configuraciones de espacios muy diferentes entre sí. Es por esto por lo que antes de comenzar a prototipar el nivel del *riad* se produjo una historia previa que engarzase todos los elementos arquitectónicos y el mobiliario para que en conjunto tuviese un porqué.

La historia estará ambientada en el siglo XIV, y más concretamente, en la década de 1370. El lugar es el Reino de Granada durante el sultanato de Muhammad V. Laro, un antiguo soldado cántabro, convertido en mercenario tras la desaparición de su hijo, es pagado una cuantiosa suma por cruzar la península Ibérica de punta a punta para personarse ante el sultán. Este deberá explicarle que recientemente se han producido avistamientos de monstruos de la mitología cántabra en el Reino de Granada. Ojáncanos, guajonas y cúlebres campan a sus anchas y no son fáciles de erradicar, por lo que los consejeros del sultán le han recomendado que contratase a Laro, conocido por su habilidad con la espada. El *riad* será la hacienda que Muhammad V le dejará mientras dure su estancia en Granada a su servicio. Se ha buscado, por tanto, que se entienda esta historia a través de los muebles y objetos del entorno, a pesar de que Laro no aparezca en él.

Adicionalmente, se ha escogido esa fecha en concreto por ser la segunda etapa del reinado de Muhammad V, pues se ha buscado la coincidencia con ese momento de esplendoroso desarrollo artístico y social del Reino de Granada.

“[El palacio de los Leones de la Alhambra] fue construido en la segunda mitad del siglo XIV, cuando el reino nazarí de Granada estaba viviendo sus momentos más felices”<sup>1</sup>



Fig. 1. Patio de los Leones, La Alhambra (C. 1362)

1 AA.VV. *Descubrir el patrimonio español, El mundo andalusí*, p. 62.

## 3.2. REFERENTES

Este proyecto tiene como referentes diferentes elementos tanto del arte más tradicional y académico como de las producciones audiovisuales más modernas. En algunos casos la referencia es meramente estética, puede ser de la gama cromática, del país en el que se ambienta o de un sencillo mueble que por sus características merece ser incluido, en otros casos se puede haber tomado como inspiración la idea que transmite, la metodología con que se ha realizado o incluso las sensaciones que evoca recordarlo.

### 3.2.1. Arquitectura andalusí

La arquitectura andalusí es una parte muy importante dentro del arte de la península ibérica. En este trabajo se ha centrado la mirada sobre todo en la arquitectura civil, y más concretamente, en las casas.

“La proverbial importancia concedida a los espacios abiertos, al jardín y al agua, en la arquitectura islámica hizo que esa incorporación de la naturaleza fuera consustancial a cualquier residencia de alcurnia.[...] La contribución de la vegetación y el agua a la sensación de lujo y refinamiento se convirtió en seña de identidad en estas arquitecturas.”<sup>2</sup>

Se han tomado de esta elementos tan clásicos como el arco de herradura o las típicas fuentes dentro de los patios. Otro elemento a tener en cuenta es la búsqueda por parte de la cultura musulmana de la intimidad mediante rejas, celosías o entradas en codo para impedir que los transeuntes vean el interior de la casa. Todo esto se intentará representar con fidelidad en el trabajo final.

“Son muchos los factores que distinguieron el arte islámico de España. [...] En la decoración de edificios se evolucionó hasta conseguir combinaciones de materiales exclusivas, en particular el trío característico formado por estuco, madera y cerámica. La circulación de personas y mercancías trajo asimismo nuevas técnicas a al-Ándalus.”<sup>3</sup>

El propio proyecto toma su nombre del término árabe para “jardín”, que también sirve para determinar un tipo de casa típica marroquí con patio andaluz de dos o más plantas que solía estar destinado a una familia de 4 personas más o menos.



Fig. 2. Detalle del Mihrab de la mezquita de Córdoba (784)



Fig. 3. Típico riad marroquí.

2 MOMPLET MINGUEZ, A. Arte islámico. Espacios, naturaleza y geometría, p. 52.

3 ROSSER-OWEN, M. Arte islámico de España, p. 15.



Fig. 4. Estela de Barros (C. s. IV a. C.)

### 3.2.2. Mitología cántabra

Es imposible determinar en qué momento exacto surge la mitología cántabra pues la tradición oral de sus historias hace imposible una datación concreta. Esta mitología fue mezclándose en un primer lugar con mitos celtas y romanos, relacionándose más tarde con los mitos de otras zonas de la cornisa cantábrica. Con el cristianismo muchos de sus ritos fueron considerados paganos y se alcanzó un sincretismo en muchos de ellos. Su significado más profundo se pierde al ser transmitido oralmente. No gozará de mucho reconocimiento hasta que Manuel Llano (1898-1938) dedique parte de su obra a recopilar por escrito muchas de estas leyendas, publicándolas después.

### 3.2.3. Videojuegos

Dentro del apartado de videojuegos se han seleccionado sobre todo aquellos dentro de los géneros de acción o aventura de los últimos cinco años. Esto es debido a que, por lo general, cuanto más modernas son estas obras, mayor verosimilitud gráfica habrán conseguido.

#### 3.2.3.1. The Witcher 3

The Witcher 3 (2015) es un juego desarrollado por CDProjektRed que continúa la historia de Geralt de Rivia escrita por Andrzej Sapkowski (Polonia, 1948). El mundo de The Witcher está basado en la Europa medieval, centrándose en Polonia, Bulgaria y Rumanía y su mitología. Este fue invadido hace años por monstruos de manera casi inexplicable. En este mundo Geralt de Rivia toma el papel de un brujo, un mercenario que siendo niño es amaestrado en el arte de la espada y la magia menor. Los brujos se dedican a viajar por el mundo ofreciendo sus habilidades para cazar monstruos que atormentan a los aldeanos, siempre a cambio de dinero. Geralt en concreto se embarca en una cruzada para buscar a su hija adoptiva, Ciri, en una tierra consumida por la guerra entre dos grandes reinos.



Fig. 5. Detalle de captura de The Witcher 3 (2015)

Es un juego aclamado por la crítica tanto por una historia épica con personajes ricos y vivos como por su calidad gráfica. En el mundo de The Witcher las aldeas y ciudades respiran como si estuviesen completamente vivas, a pesar de ser una mera simulación de inteligencia artificial. Todo está cuidado al detalle, pues se pueden encontrar aldeas de leñadores cerca de bosques, así como alfareros o artesanos en otras zonas más propensas para sus trabajos. Por otro lado, los efectos climáticos son realmente creíbles. Cuando llueve, se forman charcos de agua y barro en el suelo, la ropa de los personajes se moja y si tienen casa, corren a resguardarse de la lluvia. Es la constante dualidad entre la miseria humana propia de una guerra cruenta y horrible y la belleza

de un paraje natural generado por ordenador, lleno de matices, de colores y, obviamente, de luces y sombras.



Fig. 6. Detalle de captura de The Witcher 3 (2015)

De esta obra de arte a todos los niveles creada por CDProjektRed se han tomado muchas ideas que más tarde han dado forma a *riad*. Por una parte, la historia del protagonista es muy parecida. Ambos son mercenarios en tierras extrañas que matan monstruos de la mitología por dinero. Así mismo, ambos pueden preparar pociones con elementos de la naturaleza. Por otra parte, el cuidado y esmero con el que los desarrolladores de esta empresa polaca decoran los interiores de las casas. Esto ha influido en los modelos finales realizados para el trabajo de manera directa, añadiendo estanterías, libros y papeles para vestir la alcoba de Laro.

### 3.2.3.2. Dishonored - Yannick Gombart

Dishonored (2012) desarrollado por Arkane Studios y dirigido por Harvey Smith cuenta la historia de Corvo Attano, escolta de la emperatriz de Dunwall, una ciudad ficticia al estilo del Londres victoriano. Cuando dicha emperatriz es asesinada, el protagonista se une a un grupo de conspiradores que busca derrocar a los nuevos gobernantes para devolver la estabilidad al reino. Es un juego de acción rápida y frenética, aunque cuenta con elementos de sigilo si el jugador así lo desea.

No es un juego que se asemeje a *riad* ni por ambientación ni por jugabilidad. No obstante, la inspiración que aporta a este proyecto es otra. El cuidado que ponen los desarrolladores en cada nivel, en cada esquina y en cada mueble es algo digno de mención. Todo es gracias al diseño artístico pero también al modelado de Yannick Gombart, quien es capaz de recrear todo tipo de artilugios y modelos con ese estilizamiento propio de este juego.



Fig. 7. Captura de Dishonored (2012)

Hay un nivel en concreto, la Mansión Boyle, que, representando una fiesta de la alta sociedad, hace gala de todo un lujo de detalles difícilmente observables en otros videojuegos. Hay confeti por todas partes, la sala de fumadores tiene humo flotando en el techo y hay todo un banquete con diversas clases de animales fantásticos.



Fig. 9. *La recepción* de John Frederick Lewis, (1873)



Fig. 10. *Boda judía* de Eugène Delacroix, (c. 1839)



Fig. 11. *Viejos edificios del Darro* de David Roberts, (1834)

### 3.2.4. Pintores orientalistas

Los pintores como David Roberts (1796 - 1864), John Frederick Lewis (1804 - 1876) o Eugène Delacroix (1798 - 1863) pertenecientes todos al siglo XIX, y más concretamente al orientalismo dentro del Romanticismo, han contribuido en mayor o menor medida al acercamiento por parte de occidente a sus colonias. Acostumbrados a la sociedad burguesa de occidente, este grupo de pintores buscaban en el mundo islámico una civilización completamente diferente a la suya, todavía por explorar. Buscaban en este mundo una forma de vivir peligrosa, aventurera y pasional. Era, sobre todo, un regalo a los sentidos. No obstante, todo esto que ellos buscaban no era sino puro artificio. Con una visión sumamente edulcorada y artificial, veían una pureza de costumbres y una aventura que no era tal, si no fruto en algunos casos de la pobreza de esas regiones. Tildado en múltiples ocasiones de fomentar prejuicios raciales y no investigar lo suficiente en las culturas representadas, bien puede servir como imagen referencial o *concept art* para conseguir un ambiente visualmente complaciente.

Los pintores orientalistas han servido de referente esencialmente estético. Su forma de representar los ambientes orientales de manera idílica aunque artificial, ha inspirado la producción de este proyecto. En algunos casos ha servido la representación entera de una escena, pues se representa un escenario parecido al que se desea construir, como en *Boda Judía*, de Eugène Delacroix (c. 1839). En otros, tan solo el tratamiento de la luz, como en *La recepción* de John Frederick Lewis (1873), o la representación de una tela basta para tomarlo como referente de peso.

Es digno de mención el cuadro *Viejos edificios del Darro*, de David Roberts (1834) pues ha ayudado a formar la idea del edificio buscado, tanto por dentro como por fuera. Las ventanas enrejadas, los balcones volados recordando en algunos casos a aljimeces o las cubiertas de tejas plasmadas en su obra han constituido una imagen fundamental para el desarrollo general de *Riad*.



Fig. 12. Daguerrotipo de Washington Irving por John Plumbe

### 3.2.5. Literatura

#### 3.2.5.1. Leyendas de la Alhambra – Washington Irving

Washington Irving fue uno de los primeros historiadores de la Alhambra, pues estuvo viviendo en ella durante unos años, mientras escribía su obra *Leyendas de la Alhambra*. En este libro narra, con claros toques del romanticismo orientalista de la época, diferentes historias que asegura haber recogido tal como se las contaban los habitantes de la zona. Siendo adornadas hasta convertirse en tópicos estereotipados, sirven para elaborar una descripción estética de lo que podría ser un escenario para un videojuego.

“Seguí vagando por la ciudad, hasta que llegué a un suntuoso palacio, con su jardín, adornado de fuentes y estanques, de umbrías y flores y cargado de apetitosa fruta el huerto.”<sup>4</sup>

#### 3.2.5.2. El Médico - Noah Gordon

*El Médico* (1986), de Noah Gordon (Massachusetts, 1926), narra la historia de un joven, Rob J. Cole, quien, perdiendo a sus padres, descubre ser portador de un don que le permite saber si alguien está próximo a la muerte o no. Es adoptado por un cirujano-barbero y juntos recorren la Inglaterra de la baja edad media hasta que su maestro muere. Pasado un tiempo, se encuentra con un médico judío que le anima a seguir sus pasos. Para convertirse en médico decide ir hasta Ispahán, Persia, donde enseña el mejor médico de la historia, Avicena. Como en Persia no aceptan cristianos, ha de pasarse por judío para estudiar allí.

De esta novela de de Noah Gordon se extrae para este trabajo la idea del viaje de una tierra cristiana a una musulmana, de recorrer el mundo buscando un propósito. La diferencia radicaría en que Laro podría ser perfectamente el protegido del sultán Muhammad V, pues en sus dominios, aunque se practicara el islam, otras religiones eran aceptadas con total libertad.

### 3.3. MARCO TÉCNICO

#### 3.3.1. Software usado

Para realizar este proyecto se ha utilizado un abanico de *software* bastante amplio que permite un desarrollo más profesional del trabajo. Para entender el proceso de trabajo es necesario conocer de antemano los programas utilizados.

- Photoshop CS: Photoshop es un programa centrado, sobre todo, en la edición de imágenes de mapas de bits. Ha sido usado durante todo el proceso de trabajo, ya sea para elaborar los *moodboards*, como para trazar los planos del complejo. En algún caso ha sido usado para elaborar o editar el material de algún modelo en concreto que necesitaba especial concreción.
- Substance Designer: Substance Designer es un *software* que permite la creación, partiendo de la nada, de texturas procedurales con un nivel de detalle asombroso. Permite combinar mapas de ruido y generadores de polígonos para conseguir materiales procedurales.

“Las texturas generativas van camino de convertirse en el primero de los recursos procedurales en llegar a los juegos *mainstream*”<sup>5</sup>

- Modo: Es un programa de modelado 3D especializado en modelos de superficie dura (*hard surface*) debido a sus múltiples herramientas para editar polígonos, vértices o aristas.
- Zbrush: Es el programa de modelado orgánico 3D más conocido. Permite esculpir un modelo de manera muy parecida a como se haría con barro, utilizado en este proyecto para añadir detalles para modelos de alta poligonización.
- Substance Painter: Si Zbrush permite esculpir como se haría en barro, Substance Painter permite pintar las texturas de un modelo por encima como si se tratase de un taller de pintura tradicional. Usado para texturizar casi todo el modelado.
- Unreal Engine: Es uno de los motores de videojuegos más potentes del mercado. Es en este *software* en el que se importará todo el material creado en los programas anteriormente nombrados para conseguir que el proyecto sea explorable e interactivo para el usuario.

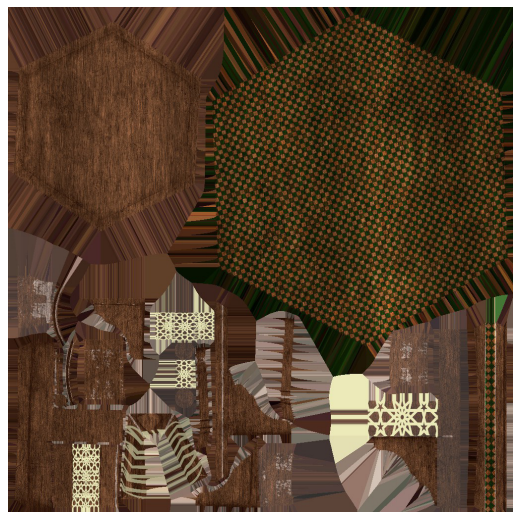


Fig. 13. Mapa de base color

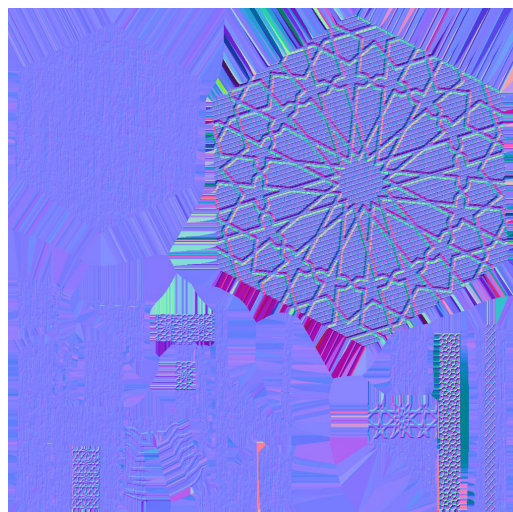


Fig. 14. Mapa de normales



Fig. 15. Mapa de oclusión ambiental

- Speedtree for Unreal Engine: Idóneo para la generación procedural de plantas. Permite generar árboles mediante nodos. Este *software* ha sido utilizado para crear todas las plantas del entorno.
- Marvelous Designer: Se utiliza dentro del mundo del videojuego para el diseño de ropa para personajes, ya que tiene un simulador de telas sorprendente. Ha sido utilizado para diseñar casi todas las telas colgantes del nivel, así como múltiples cojines.

### 3.3.2. Mapas de imágenes para modelado 3D

Hay varios tipos de mapas de imágenes a la hora de texturizar un modelo, y no todos tienen las mismas funcionalidades o características. Es un paso importante en el tipo de texturizado PBR o *Physically-Based Rendering*, un tipo de renderizado de última generación que aumenta la calidad de la textura.

- Base color: Dictamina el color natural del material en RGB, sin tener en cuenta otros factores como la luz que incide sobre él (Fig. 13).
- Normal map: Los valores RGB de este mapa corresponden con las coordenadas X, Y y Z de un objeto 3D, creando concavidades y convexidades (Fig. 14).
- Metallic map: Como el nombre indica, determina si una textura es más o menos metálica, afectando a su reflectividad.
- Roughness map: Indica el nivel de porosidad o pulido de la textura en sus diferentes partes afectando al brillo de la textura.
- Ambient Occlusion map: Es un mapa usado para calcular cuan expuesta a la luz ambiental está un determinado modelo (Fig. 15).
- Curvature map: Solo es utilizado en Substance Painter, e indica, sencillamente, el grado de inclinación que tienen unas aristas sobre otras.

## 3.4. PREPRODUCCIÓN

### 3.4.1. Moodboards

Aprovechando la lista de referentes usados para este proyecto se procedió a una búsqueda intensiva en diferentes medios de imágenes que pudieran evocar el acabado del trabajo ya fuese por la arquitectura, la iluminación o el color. Primero se buscó en diferentes webs y libros imágenes de *riads*,





Fig. 16. Moodboard de elementos del patio.

*courtyards*, casas marroquíes y arquitectura árabe. A su vez, se buscaron también muebles con estilo árabe o medieval: mesas, camas, libros, lámparas de aceite...

Cuando se hubo recopilado suficiente material durante unas semanas, se procedió a componer dos *moodboards*, o tableros de imágenes, uno para la arquitectura y otro para el mobiliario. Las imágenes más representativas de cada tipo fueron compuestas en Photoshop para poder ver todas las imágenes escogidas de un solo vistazo y tenerlas de referencia para todo el desarrollo posterior del proyecto.

### 3.4.2. Plano cenital

La primera fase de producción del proyecto pasa, irremediamente, por organizar las diferentes estancias y elementos arquitectónicos básicos en un plano de vista cenital de ambos pisos. Para la elaboración de este se tomaron referencias de diferentes *riads* ya existentes en Marruecos.

De esta forma, el escenario se dividiría en tres estancias claramente diferenciadas. El patio es la estancia principal, en torno a la cual gira todo el desarrollo del nivel. En la planta baja se encuentra una fuente en el centro, una pequeña estancia con sofás a la izquierda de la fuente y una puerta hacia la siguiente estancia. En la primera planta de esta estancia hay una balconada que da al patio de la planta baja en tres de las cuatro caras del edificio. Esta balconada está sustentada por los pilares y arcos de herradura tan icónicos de la arquitectura andalusí. La segunda estancia a destacar son las escaleras que permiten acceder a la primera planta desde la planta baja y viceversa. La tercera estancia y no por ello menos importante es la habitación principal, en la que se alojaría el protagonista. Con una planta irregular, consta de una galería de madera, o *ajimez*, que actúa de ventana y da también al patio de la planta baja. Normalmente un *riad* cuenta con muchas más habitaciones, no obstante, para este proyecto no interesaba, pues es el cuarto del protagonista el único que importa para la narrativa. Aun así, se colocaron puertas y ventanas falsas para vestir el plano cenital y dar una mayor sensación de verosimilitud.

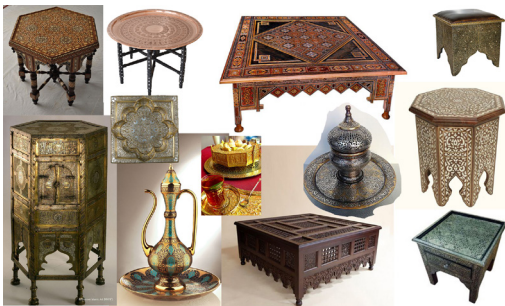


Fig. 17. Moodboard de mesas y superficies.

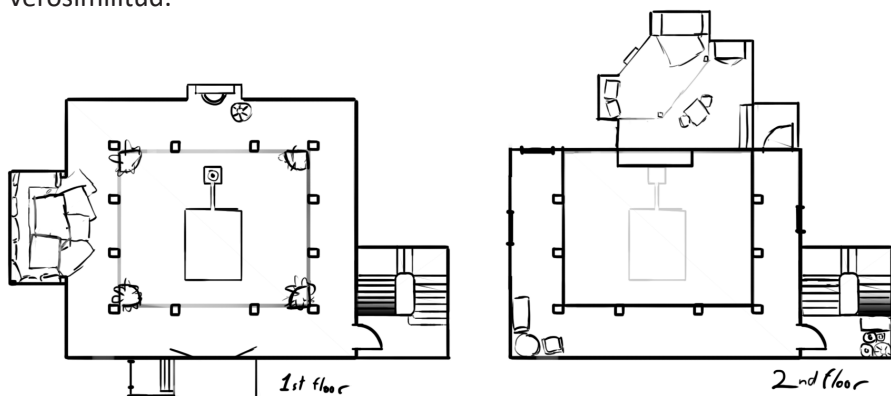


Fig. 18. Plano cenital de ambos pisos.

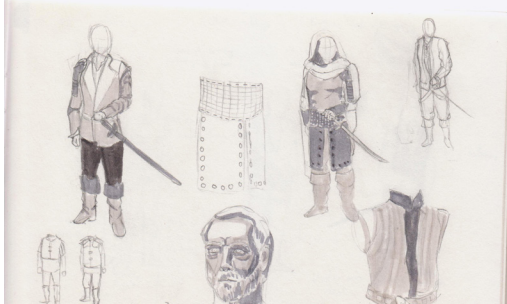


Fig. 19. Diseño de personaje previo de Laro

### 3.4.3. Concept art

El arte de concepto o *concept art* realizado para este trabajo ha sido algo que siempre ha ocupado un segundo plano, pues gracias a los *moodboards*, los referentes y los planos dibujados, el concepto general del escenario ha estado siempre bastante claro. No obstante, sí se han realizado algunos dibujos de algunas partes del entorno, como la habitación principal, a la que se buscó dar una forma interesante y más dinámica (Fig. 23). También se prototipó al personaje de Laro, aunque finalmente se optase por no implementarlo. (Fig. 19)

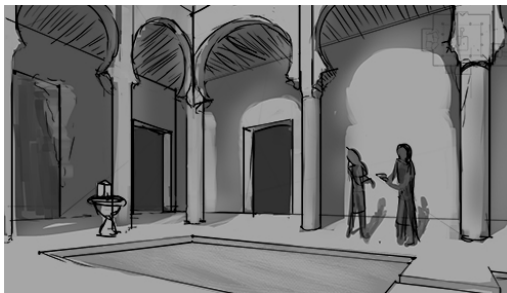


Fig. 20. Boceto previo del patio



Fig. 21. Estudios de mesas octogonales



Fig. 22. Boceto de efectos personales

### 3.4.4. Placeholders

Los modelos temporales, también llamados *placeholders*, se realizan sin ningún tipo de detalle y con un modelado de muy baja poligonización, siendo incluso meros prismas y cilindros.

Es importante destacar que durante toda la producción se mantiene una máxima que es importantísima en el desarrollo de videojuegos, y es que todo modelo debe ser modular. Es decir, las paredes, los suelos, los arcos, todo debe estar hecho por módulos de manera que pueda cambiarse la arquitectura a voluntad del artista en cualquier momento sin que se necesiten nuevos modelos para ello, ahorrándose así dinero en producción al poder incluso reutilizar esos modelos en otros mapas completamente diferentes.

Se procedió a modelar un suelo básico de 3x0,4x3m con la herramienta de crear prisma en *Modo*. Es importante trabajar con medidas exactas ya que es lo que usa el motor de *Unreal* para crear la rejilla del editor, lo cual permite hacer que los modelos casen entre sí con una exactitud milimétrica.

Tras esto se procedió al despliegado de UVs. “Los mapas de textura, UV, almacenan la información de colocación de la misma dentro del objeto [...]



Fig. 23. Boceto de la habitación de Laro

sobre el que, sencillamente, puede pintarse una textura”<sup>6</sup>. Al ser un suelo del que interesan solo la cara superior y la inferior, estas fueron seleccionadas con la herramienta de selección de polígonos y fueron desplegadas en el mapa de UVs al máximo de su capacidad, para luego colocar las caras de los lados en una esquina. Se realizó otro modelo de 3x4,5x0,4m que sería utilizado para las paredes. Se tuvo el cuidado de asignar un material diferente a cada uno de los dos lados de la pared para que, en el editor, cada cara de esta pueda tener un material diferente.

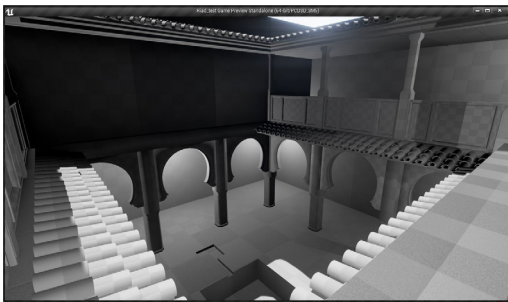


Fig. 24. Captura de escenario con modelos placeholder

Terminados los modelos de pared y suelo, se importan al editor del motor *Unreal*. Es recomendable ir separando los distintos tipos de objetos en diferentes carpetas, separando los materiales procedurales de los que no lo son, y los modelos temporales de los que son arquitectura definitiva, y estos a su vez, de los que son directamente mobiliario.

Cabe destacar que, para lograr una mayor semejanza con el resultado final, se elaboraron también algunos modelos extra, como columnas, arcos de herradura para el patio y el suelo con el depósito de agua incluido y fueron también debidamente importados.

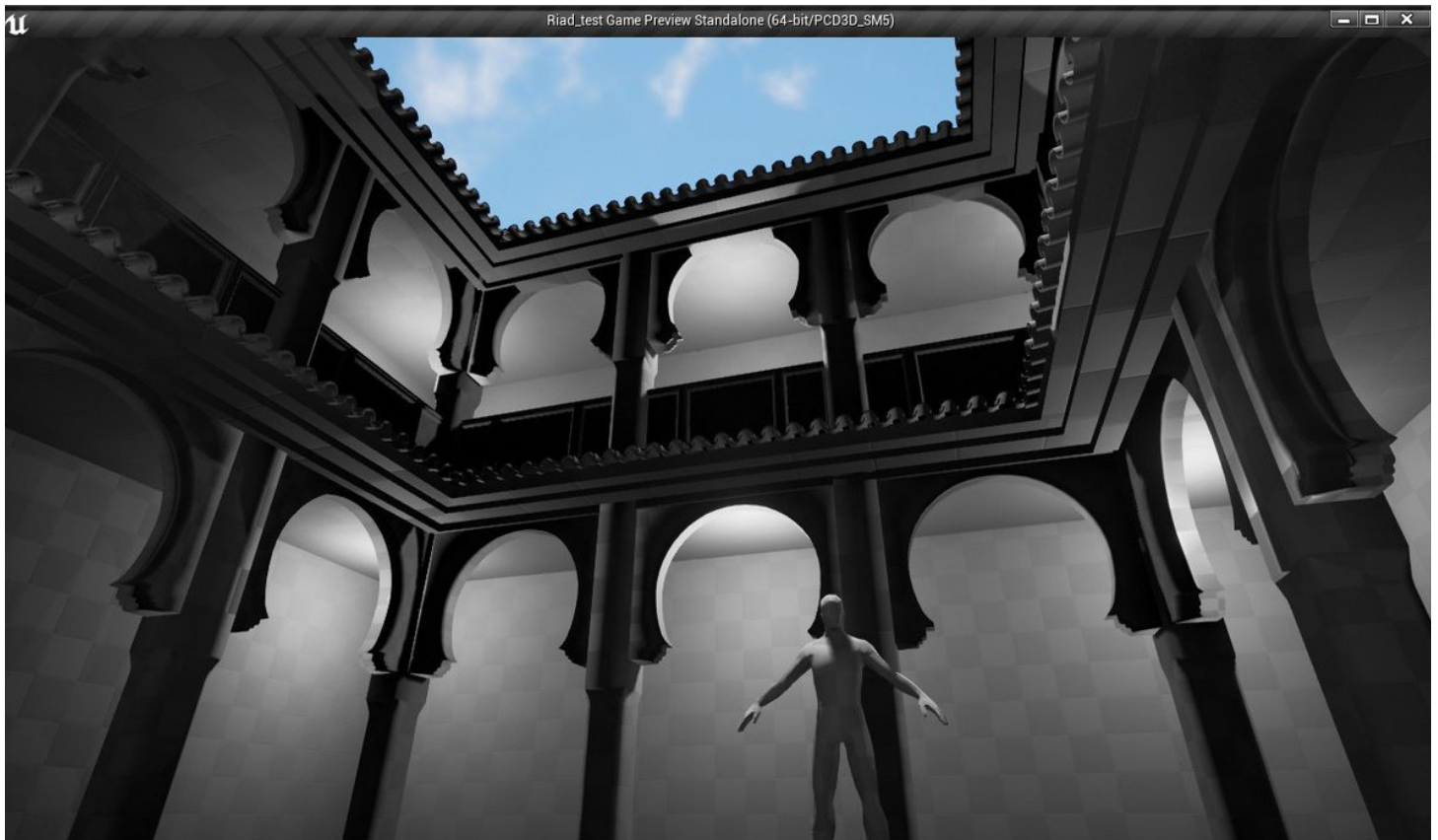


Fig. 25. Captura de escenario con modelos placeholder

Dado que todo funcionaba perfectamente, se llevó el proyecto al siguiente paso, la producción de *assets*.

## 3.5. PRODUCCIÓN

### 3.5.1. Texturas procedurales

Antes de colocar las paredes y el suelo definitivos es de vital importancia tener un set de texturas variadas. Con este motivo, se elaboró una lista de seis o siete texturas que podría necesitar de base (suelo de azulejos, planchas de madera, madera sin cortar, azulejos y paredes de distintos colores). Para utilizar *Substance Designer* primero se dedicó una semana intensiva a entender su funcionamiento y posteriormente se fueron realizando las texturas de la lista una a una.

Este programa cuenta con numerosos generadores de formas y ruidos que, combinados mediante nodos, permiten crear texturas procedurales, esto es, texturas que se generan automáticamente con las mismas características aunque no exactamente iguales y que pueden repetirse tanto en horizontal como en vertical sin que se note ningún corte entre los elementos a repetir.

Como ejemplo del proceso llevado a cabo para la elaboración de una textura procedural de estas características, se describirá la manera en la que se elaboraron los azulejos de terracota.

Como se puede observar, la creación de los azulejos de terracota comienza por la implantación de un nodo que genera un polígono de cuatro lados con un ligero bisel. Este, al duplicarse en horizontal y vertical, dará la impresión de ser un azulejo. Esto es exactamente lo que se hace a continuación. Se crea otro tipo de teselas más pequeñas pero con el mismo bisel, aunque estas están giradas 45 grados sobre su eje para dar variedad al conjunto. Los dos azulejos creados se superponen uno sobre otro para combinarlos (Fig. 26). Una vez se tiene la forma deseada, se procede a aplicarles diferentes nodos de ruido procedural para darles efectos como roturas o arañazos (Fig. 27). Finalmente se unen los azulejos desgastados a los diferentes mapas de normales, metálico y dureza, ajustando los niveles de tono, luminosidad y saturación allí donde se crea conveniente.

Crear el mapa de color base es más complejo ya que requiere separar de nuevo los azulejos entre sí para aplicarles colores distintos. Esto se hizo combinando un gradiente de color con cada una de las partes, haciendo que cada azulejo de todos ellos tuviese un tono diferente dentro del abanico de color del gradiente (Fig. 28). Terminada la elección de los colores deseados,

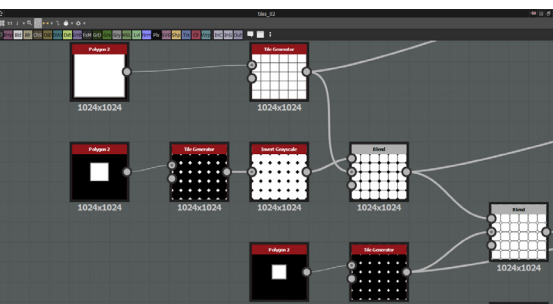


Fig. 26.

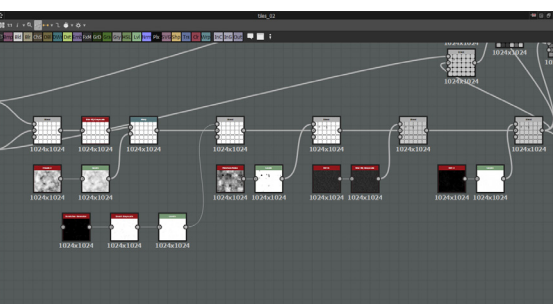


Fig. 27.

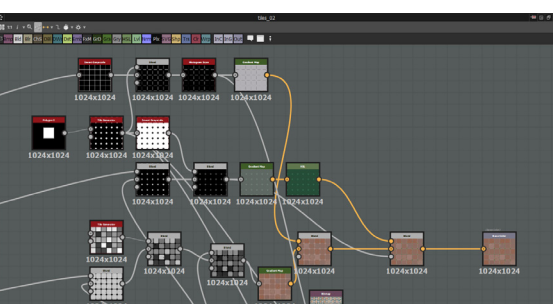


Fig. 28.

se enlazan al nodo final que convierte todas las operaciones anteriormente nombradas en una sola imagen final (Fig. 29). Se procede a guardar el archivo en formato *.sbsar*, el cual permite la compatibilidad con el motor *Unreal* gracias a una extensión creada por la misma empresa *Allegorithmic*. No obstante, antes de empezar un proyecto se ha de instalar dicha extensión desde la tienda en la propia aplicación de *Unreal*.

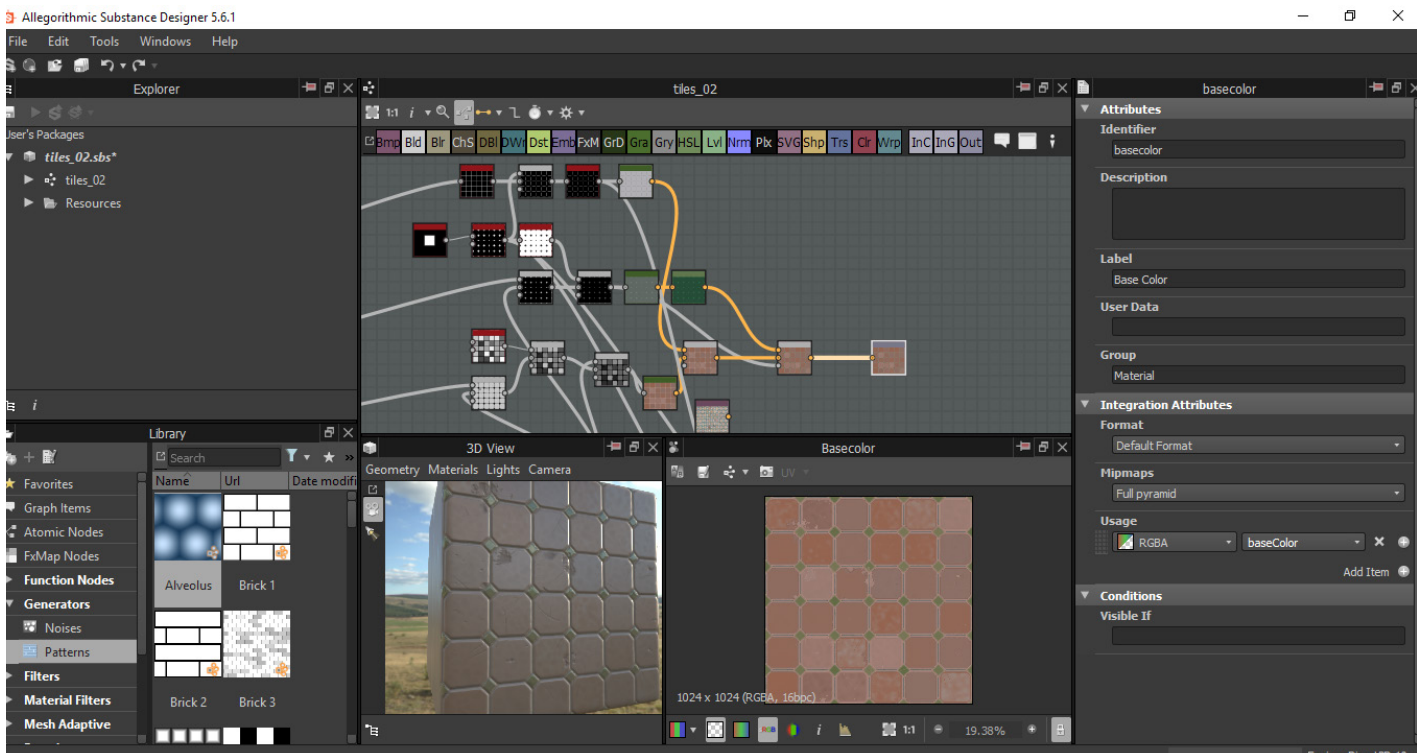


Fig. 29.

Concluido este segmento de la preproducción, se pueden ir importando las diferentes texturas al motor sin ningún tipo de problema y con la mayor sencillez posible, esto es, arrastrándolos desde la carpeta en la que se han guardado hasta el gestor de *assets* del propio motor.

Gracias a la extensión desarrollada por *Allegorithmic*, el archivo *.sbsar* crea por sí solo un material con todas las texturas aplicadas en él, ya que si no tendría que realizarse a mano, un laborioso proceso que se mostrará después aplicado a otro tipo de materiales.

### 3.5.2. Modelado arquitectónico

El modelo arquitectónico puede parecer muy similar al proceso creación de *placeholders*, no obstante, este segundo tiene mucho más detalle y se añaden elementos que no tienen cabida en una primera previsualización. Los suelos y paredes han sido lo único que se ha mantenido durante toda la producción, pues tanto el suelo con el depósito de agua como las columnas y

arcos han sido rediseñados, dando más detalles en la forma de las columnas, la cantidad de polígonos de los arcos y el bordillo del depósito. Se llevó a cabo un exhaustivo estudio de diferentes *riads* marroquíes, centrando la atención en cada elemento gracias a los *moodboards* previamente realizados.

Una vez rediseñados los elementos básicos que ya se habían colocado en la primera parte del proceso, se procede a desarrollar los elementos que faltan de los que no se había realizado ni siquiera un modelado previo.

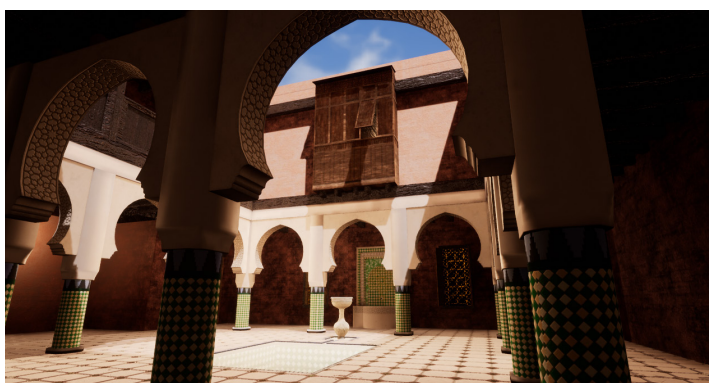


Fig. 30.



Fig. 31.

Se elaboraron, por ejemplo, unas vigas que ocupan todo el techo del patio, o balaustres para el primer piso del patio. Se incluyeron también unas barandillas para las escaleras, puertas de madera tanto para las estancias como para la entrada principal y ventanas con reja y contraventana (Fig. 30 y 31).

En esta parte del proceso se elabora la habitación principal, incluyendo suelo a doble altura, paredes y techo, y se empieza a usar *Substance Painter* para decorar los elementos arquitectónicos de manera más detallada.

Se explicará a continuación todo el proceso de modelado de un *ajimez* hecho a medida para la habitación principal, con modelo de alta poligonización y texturizado incluidos.

“Un ajimez es en realidad la celosía de madera que [...] contribuye a la intimidad que quiere para sí la casa musulmana: deja pasar el aire y tamiza la luz, permite la visión de la calle desde el interior de la vivienda y al mismo tiempo impide que los espacios domésticos sean observados desde fuera”<sup>7</sup>

### 3.5.3. Modelado de baja poligonización

Teniendo en cuenta que, al ser modular, el modelo a realizar ha de ocupar todo el espacio de un módulo de pared, lo primero que se realiza es una importación del modelo de pared realizado en preproducción para tener de



Fig. 32. Ajimez

primera mano las medidas. Se importará, a su vez, el modelo del suelo de la habitación del protagonista para saber a qué altura se debe situar el suelo del balcón.

Se creó un nuevo modelo que ocupase toda la altura de la pared y se extruyó para darle profundidad. A continuación se crearon, dentro de ese modelo, dos pilares de madera con la anchura de la pared que funcionarían tanto como sujeción ficticia del tejado como para tapar las caras de los laterales de las paredes. Tomando como referencia una imagen de un patio marroquí, se creó una plancha frontal que ocupase toda la cara exterior del balcón y se dividió horizontalmente en tantas secciones como paneles de madera diferentes había en el balcón de la imagen de referencia.

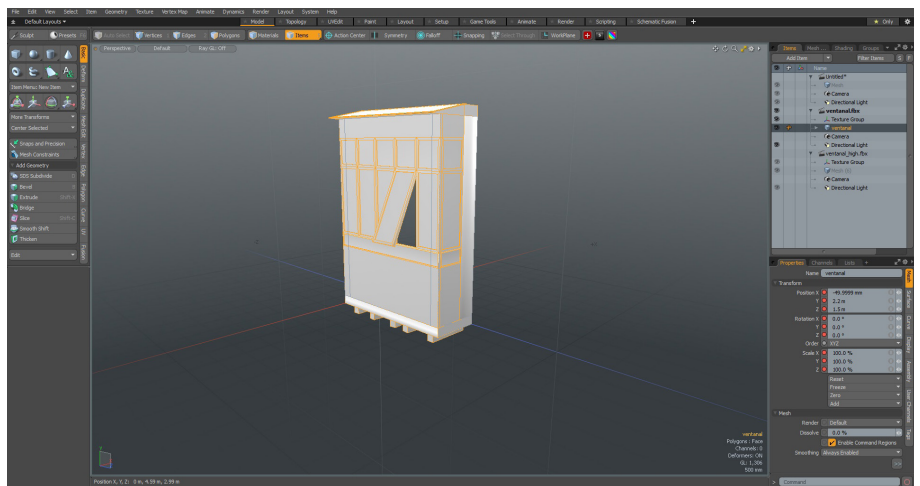


Fig. 33.

A continuación se seleccionaron dos de los segmentos previamente divididos y se dividieron otra vez, en esta ocasión, en cinco segmentos verticales del mismo tamaño, que serían las ventanas de dicho balcón. Posteriormente, los 10 polígonos resultantes de dividir esos dos segmentos en cinco cada uno, fueron extruidos hacia adentro con el objetivo de realizar los marcos de las ventanas de madera. El segmento que se encontraba inmediatamente debajo de las ventanas se extruyó hacia adentro, creando un marco para las formas que se insertarían en el modelado de alta poligonización en esa misma sección.

Una vez se finalizó esta parte, se duplicó toda la plancha frontal en los dos laterales, siendo cortado en vertical para que cupiese entre los primeros pilares de madera. Se finalizó el modelo de baja poligonización abatiendo hacia arriba una de las ventanas, añadiendo varias vigas debajo de todo el modelo para dar una sensación de sujeción y un tejadillo de madera (Fig. 33).

El desplegado de UVs se debe hacer siempre antes de crear el modelo de alta poligonización, por eso, una vez finalizado el modelo con menos polígo-

nos, se procedió al despliegue, poco a poco, de cada uno de los polígonos, eliminando aquellos que no se fuesen a ver en el modelo final y colocando el resto de manera estratégica para que entren de la mejor manera posible en la cuadrícula de UVs (Fig. 34).

Delimitar las colisiones de un modelo es muy importante, si el personaje

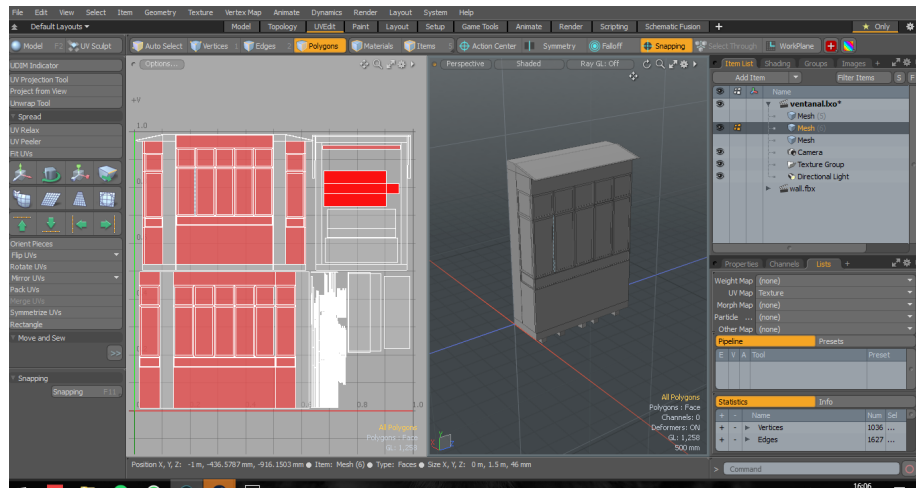


Fig. 34.

va a chocar contra el modelo en algún momento, para impedir que lo atraviese. Crear estas colisiones es tan sencillo como delimitar las paredes de este balcón con modelos creados por separado. Es muy importante que sean prismas sencillos, ya que este sistema no soporta colisiones convexas y deberán delimitarse correctamente, siendo cada uno nombrado “UBX\_nombre\_n” donde “nombre” es el nombre del modelo padre y “n” el número de modelo. Estos modelos usados para las colisiones deben ser todos emparentados al modelo de balcón original y no serán visibles dentro del juego.

### 3.5.4. Modelado de alta poligonización

En el caso de este modelo, la alta poligonización solo se aplica en las ventanas y en los paneles de madera inferiores, ya que en el resto del modelo es innecesario. Para ello, se duplicará el modelo de baja poligonización para poder aplicarle los diferentes cambios. Se realiza una rejilla de pequeños prismas cruzados entre sí tanto horizontal como verticalmente y se aplican a todas las ventanas del modelo de baja poligonización. Se crea también un pequeño cilindro y se le da forma añadiéndole bucles de aristas que servirá de ornamento en el panel de madera que se encuentra debajo de las ventanas. También se dará un poco de forma al panel más inferior (Fig. 35).

Cuando se ha terminado de dar forma a todo el modelo, es el momento de crear la proyección del modelo de alta poligonización sobre el modelo de baja. Para ello se utilizó Substance Painter, ya que permite calcular mapas de normales, oclusión ambiental y curvatura automáticamente.



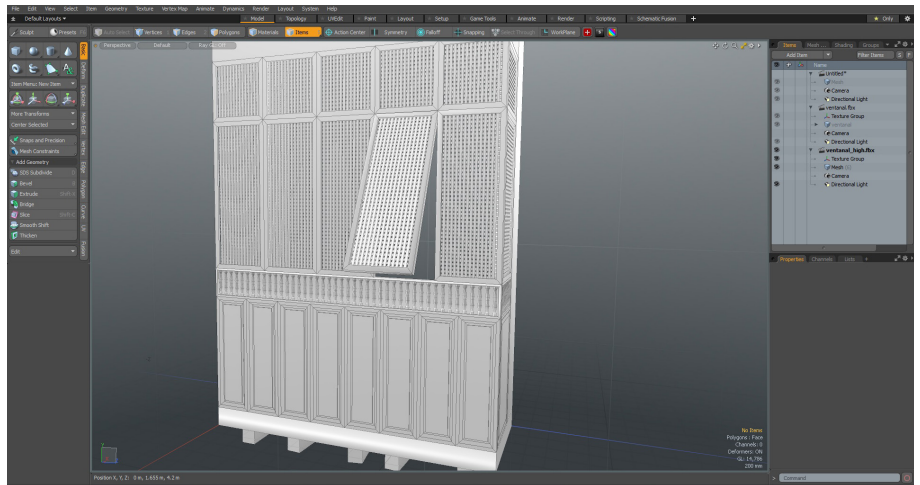


Fig. 35.

Es tan sencillo como crear un proyecto nuevo e importar el modelo de baja poligonización. A continuación, en la pestaña “bake” o “compilar”, se permite escoger un modelo de alta poligonización sobre el que se crearán los mapas de normales, oclusión ambiental y curvatura. Esto hará que la gran mayoría del detalle del modelo de alta poligonización pase al modelo de baja poligonización sin aumentar sus polígonos, lo que permite una mayor optimización del espacio de juego. Es crucial optimizar los modelos usados en un juego para que no haya pérdida de *frames* por segundo o problemas de procesamiento.

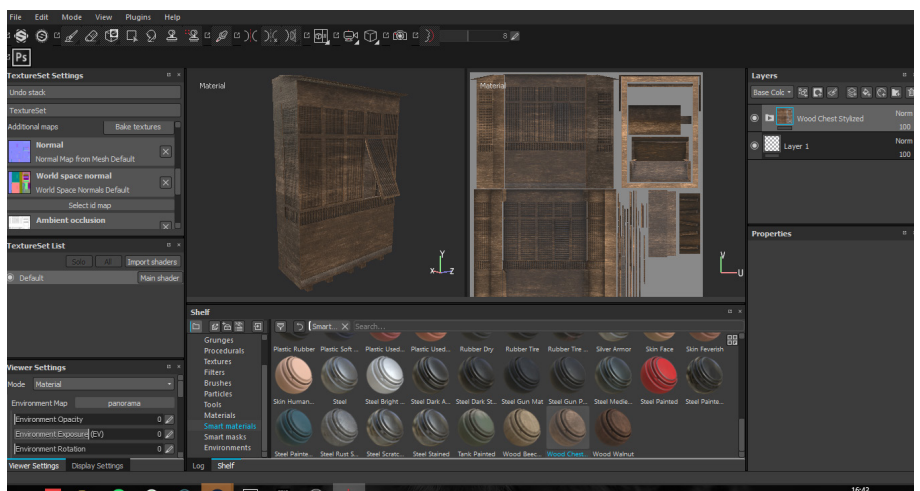


Fig. 36.

Una vez se tiene el modelo de baja poligonización con los mapas de texturas básicas se puede empezar a aplicarle materiales, máscaras y efectos para decorar y texturizar el modelo. Se aplicó una textura procedural de madera a todo el modelo para partir de una base. Se creó una máscara de luminosidad que afectase a las ventanas y a alguno de los módulos inferiores, lo

cual dio una variación de color. También se añadieron algunos detalles sobre las ventanas con un pincel de formas árabes que previamente se elaboró en Photoshop, el cual crea detalles solo en el mapa de normales, haciendo que resalten cuando la luz incide sobre ellos, dando a entender que la madera ha sido tallada. Para terminar y darle un aspecto envejecido, se aprovechó el mapa de curvatura para aplicarle una máscara de polvo. Combinar una máscara de polvo con un mapa de curvatura crea el efecto de que el polvo se ha ido acumulando a lo largo de los años en algunas zonas en concreto (Fig. 36).

Para finalizar, se importan a mano las texturas creadas al motor de Unreal junto con el modelo. Se crea un material nuevo por cada modelo y se le añaden las texturas, uniéndolas una a una por nodos a cada mapa del material correspondiente. Se coloca el modelo en el entorno y se le aplica el material creado (Fig. 37).

### 3.5.5. Modelado de mobiliario



Fig. 37.

El proceso de modelado del mobiliario es muy similar al de arquitectura. Se parte de una lista de objetos necesarios que se irán modelando en orden de importancia para entender la escena, es decir, primero elementos más básicos, como sillas o mesas, para luego proceder con objetos más específicos, como lamparas de aceite o teteras. A continuación se procede a observar los detalles en el *moodboard* de mobiliario o en imágenes de referencia y se modela partiendo de cero, o tomando como referencia un modelo anterior, como es el caso de las alfombras colgadas en los balaustres del patio interior. Las referencias fotográficas en algunos casos han sido seguidas al pie de la letra, como en la espada que está colocada en la mesa de la habitación. Otras en cambio son una síntesis de diferentes fotografías que no acababan de cuadrar por separado pero sí cogiendo diferentes elementos de unas u otras. Fue este el caso de la estantería o el escritorio.

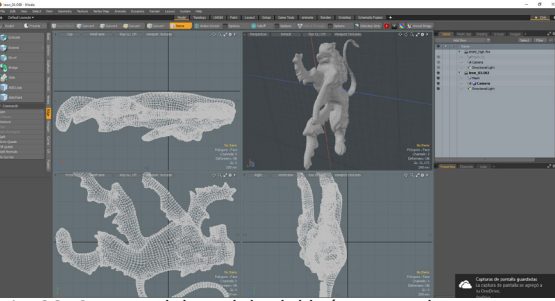


Fig. 38. Captura del modelo del león en Modo.

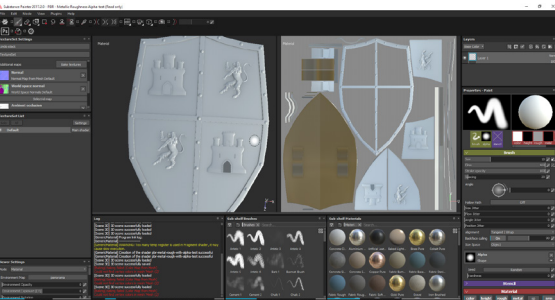


Fig. 39. Captura del escudo con el bake de normales.

Algunos de los modelos de este grupo han necesitado una versión *high poly*, pero son muchos más los que no la han necesitado, y a los que se ha podido exportar a Substance Painter sin más preparativos. En esta ocasión, y al contrario que en la inmensa mayoría del modelado arquitectónico, se han añadido elementos que diferencien a unos muebles de otros por el uso que se les ha dado a lo largo de los años. Algunos están desgastados o rallados por los bordes, como es el caso de la mesa hexagonal, y otros tienen derrames de líquidos, como el escritorio, buscando siempre contar una historia con cada modelo.

El caso del escudo colgado en la pared de la habitación es el prototipo de útil personal modelado partiendo de referencias y en el que se puede apreciar el uso de un modelo de alta poligonización sobre éste. Esto se entiende al observar que los leones del emblema de castilla son modelados en Zbrush y mas tarde aplicados al modelo para hacer una reproyección.

### 3.5.6. Modelado de tejidos

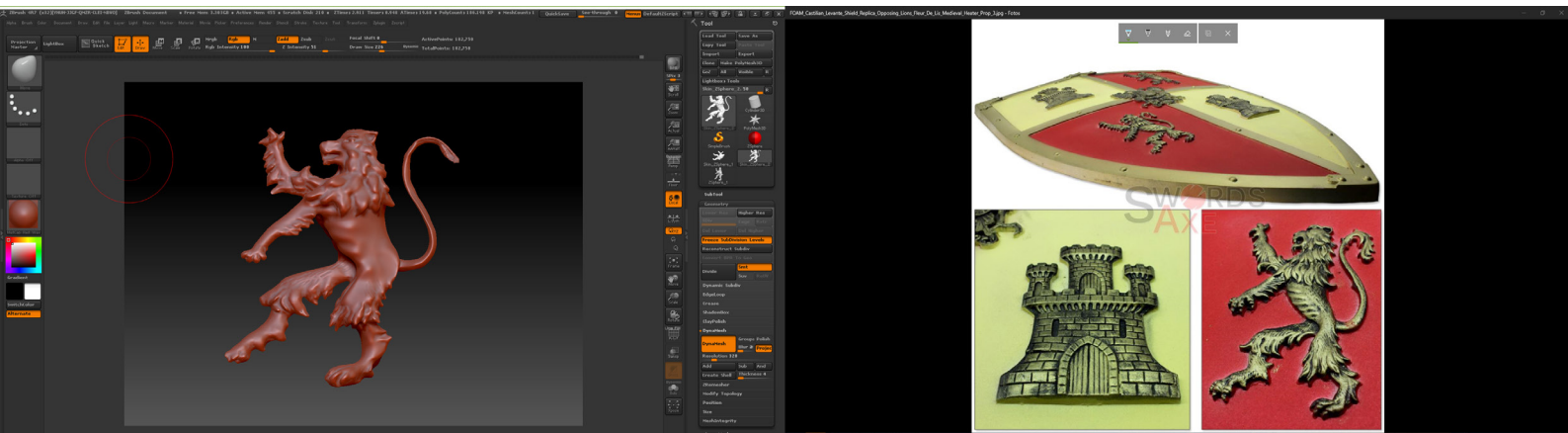


Fig. 40. Captura de doble pantalla con el león en Zbrush en un lado y la imagen de referencia al otro.

Todas las telas de la salita del té del patio han sido creadas en Marvelous Designer. Este programa tiene dos visores, el de 3D, que es en el que se activa la renderización de ropa y físicas, y el visor 2D, que sirve para crear los patrones de ropa. Para hacer una de las telas colgantes, por ejemplo, primero se exportó el modelo con las paredes de ese rincón al formato *.obj*, que es uno de los pocos que Marvelous Designer reconoce al importar. Finalizada la importación, se crea un rectángulo de dos dimensiones con la longitud de una de las paredes del rincón y se coloca en la parte más alta de esta, pues la tela caerá del techo hacia abajo. Con un clic derecho sobre este rectángulo, que servirá de guía, se selecciona la opción *freeze*, o congelar, que hará que esta pieza no se vea afectada por la gravedad al activar la renderización. Se crea un segundo rectángulo, que será la tela colgante, siendo siempre bastante

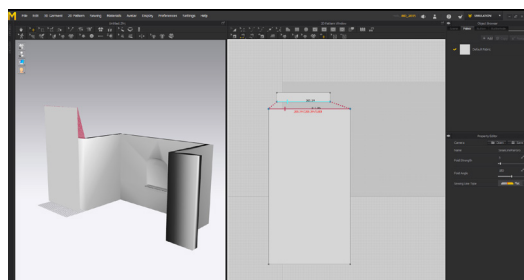


Fig. 41. Captura del cosido en Marvelous Designer.

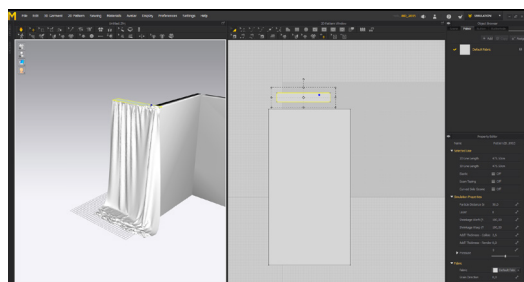


Fig. 42. Captura de la tela siendo renderizada.

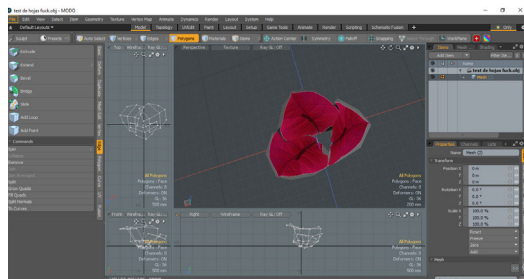


Fig. 43. Modelado de la flor de la buganvilla.

más grande que el rectángulo guía. Una vez colocado este segundo rectángulo en el entorno 3D, se activa la herramienta de cosido en la vista 2D (Fig. 41). Se seleccionan las aristas en las que se desea efectuar la costura, en este caso, uno de los bordes del rectángulo guía y el borde superior del rectángulo de tela. Al ser la tela mucho más larga que el rectángulo guía, al simular el cosido, la tela intentará ocupar toda la longitud del rectángulo guía, y al ser este mucho más pequeño, se generarán arrugas como si se tratase de una cortina de verdad. Solo resta un paso más previo a la renderización, aumentar la distancia entre los puntos que compondrán la tela. Es importante tener en cuenta que estos puntos se convertirán en vértices al ser exportados, por lo que cuanto mayor distancia haya entre dichos puntos, más grandes serán los vértices del modelado final. Esto causará una menor resolución de la tela, pero una mayor optimización del modelo (Fig. 42).

### 3.5.7. Modelado de vegetación

Para toda la vegetación se ha utilizado SpeedTree for Unreal. Este programa es realmente versátil pues permite crear todo tipo de plantas mediante nodos. Como ejemplo, se relatará la creación de la buganvilla que trepa por toda la pared del patio interior. Se comienza haciendo un estudio de la planta en cuestión, recabando información sobre ella: su tallo, sus hojas, sus flores... Entonces se realiza una primera textura de color base con unas cuantas hojas superpuestas en Photoshop para dar efecto de arbusto, creando con un pincel algo de sombra entre las hojas superpuestas. A continuación se elabora un modelo que será la flor de la buganvilla doblando tres planos sobre sí mismos. Se hace el despliegado de UVs de ese modelo simple y el mapa de UVs se exporta a Photoshop con una sencilla opción de Modo. Una vez allí se repite el mismo proceso que con las hojas. Solo hay que tener en cuenta que hay que colocar cada pétalo de la flor en su isla de UVs correspondiente y guardar el progreso. También se realizará en Modo una pirámide sencilla de cuatro polígonos que servirá para aplicar sobre esta la textura de hojas para dar voluptuosidad. Para los mapas de normales tanto de las hojas como de los pétalos se utilizó una herramienta *online*<sup>8</sup> que genera dichos mapas automáticamente a partir de imágenes de color.

Se crea un nuevo proyecto en Speedtree, y, dando al botón *Add*, se añadirán hojas directamente, sin ningún árbol que las sostenga, pues irán como arbusto para colocar en la pared. Estas hojas aparecerán en un primer momento como polígonos cuadrados sin textura. A estas hojas se les debe ajustar la distancia mínima del centro del proyecto para que sean frondosas y no se dispersen, y la distancia máxima para que el arbusto en cuestión no sea demasiado grande. Se configurará también la cantidad de hojas, el tamaño

de estas y la dirección que tomarán, mirando siempre hacia el sol.

Llegado el momento de importar las texturas y modelos creados, se importará el modelo piramidal sencillo previamente creado desde la pestaña *Mesh* de Speedtree y se arrastrará de manera sencilla a cualquiera de los planos de las hojas. Estas tomarán la forma piramidal deseada. Tras esto se accede a la pestaña *textures* y en *base color* se añade la textura de hojas superpuestas anteriormente mencionada. Se arrastrará esta textura hasta las hojas, las cuales adquirirán ahora la textura.

Para las flores rojas de la buganvilla se ha de repetir el proceso anterior creando otro grupo de hojas, pues apenas se ha de cambiar el número de elementos generados dependiendo de la cantidad de flores deseadas. Algunos ajustes más son necesarios, como la altura a la que se situarán las flores sobre las hojas. Se importan tanto el modelo como las texturas de las flores de idéntica manera a como se crearon las hojas. Una vez se tiene el modelo de buganvilla terminado, se procede a añadirle animaciones de viento gracias al simulador que viene incluido dentro del propio programa. Se generó una pequeña brisa con ligeros repuntes más fuertes. Posteriormente se han realizado otras iteraciones del mismo modelo, variando en tamaño o diámetro del arbusto, para generar más variedad a la hora de colocar dicho modelo en el escenario (Fig. 44).

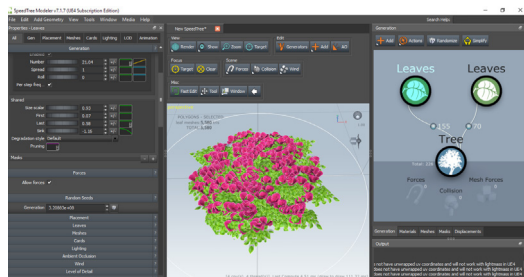


Fig. 44. Aspecto final de la buganvilla

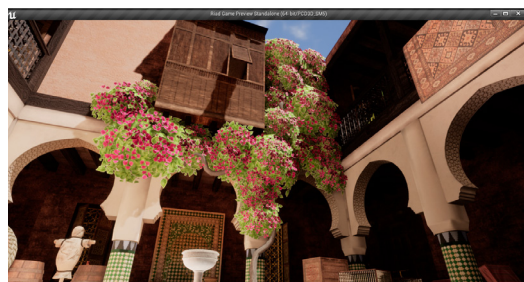


Fig. 45. Modelos de buganvilla colocados en el nivel.

Dado por finalizado el modelo, es la hora de importarlo al motor. Afortunadamente, Speedtree ha sido desarrollado pensando sobre todo en los desarrolladores de videojuegos, por tanto, es muy sencillo importar dicho modelo en Unreal. Solo se debe cambiar un pequeño parámetro del material para activar la animación del viento (Fig. 45).

### 3.5.8. Iluminación

La iluminación en un proyecto que aspira a ser verosímil es crucial para una correcta inmersión del jugador, cuyo ojo puede diferenciar a primera vista un juego estilizado o incluso *cartoon* de uno de corte realista. Precisamente este ha sido el punto característico de Unreal que ha inclinado la balanza a su favor a la hora de escoger un motor para realizar este proyecto, pues este motor es conocido por la calidad de la iluminación que ofrece.

Se ha escogido en todo momento una iluminación de tonos cálidos para transmitir tranquilidad, calma y paz, pues este escenario es la casa del protagonista, y eso significa en muchos videojuegos un respiro frente a la constante acción o las misiones que pueden alargarse durante horas. Es un escenario en el que el personaje puede relajarse, entrenar con las armas y guardar la partida sin sentirse amenazado.

En este ambiente hay dos tipos de luces claramente diferenciadas, la luz natural, que entra por el patio y el tragaluz de las escaleras, y la artificial, que proviene de las diferentes lámparas de aceite y velas.

La luz natural (Fig. 46) es generada de manera automática con una entidad *LightSource*, que indica la dirección del sol, así como su color e intensidad. El color escogido es casi blanco, pero con una ligera inclinación a rojo anaranjado para dar esa sensación de mediodía, lo cual se acrecenta al escoger que el ángulo del sol sea muy picado.

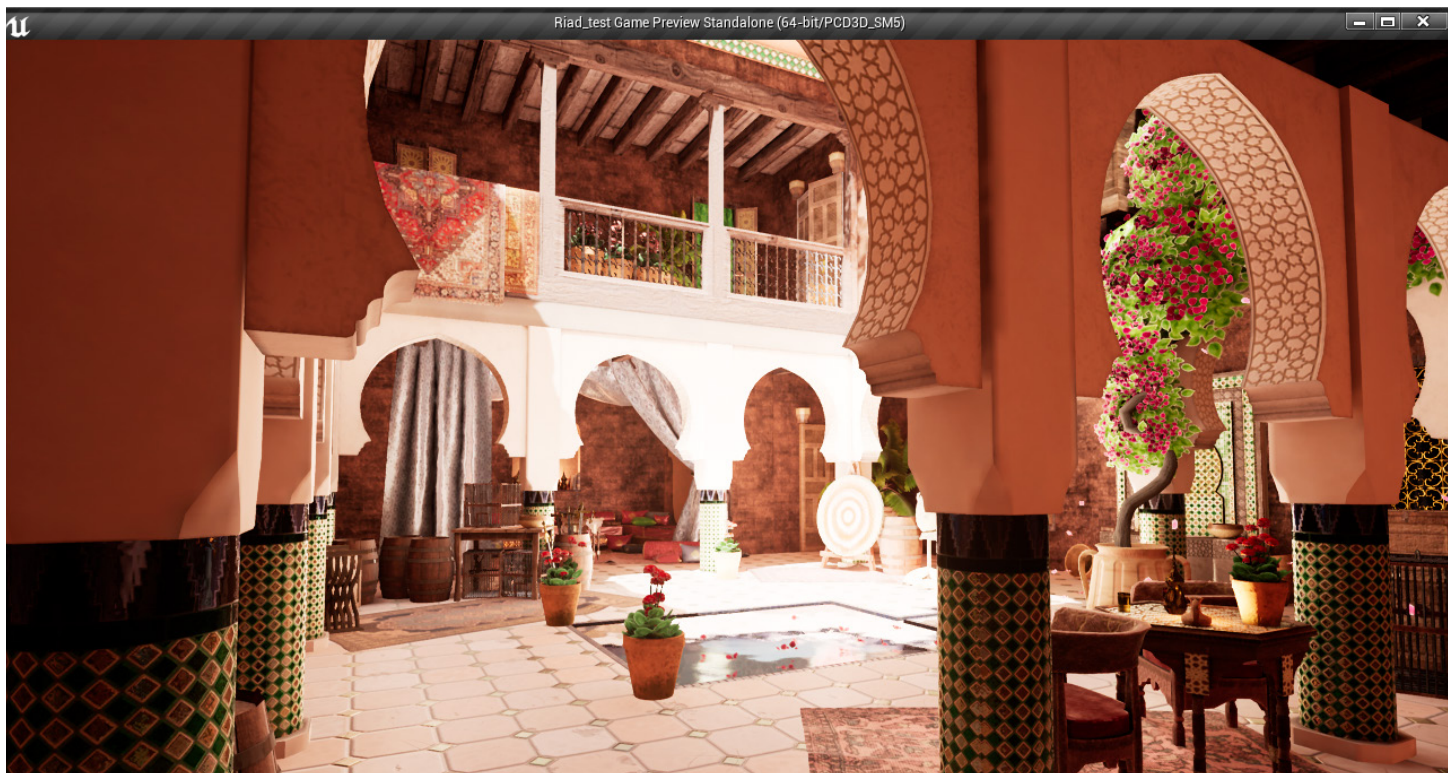


Fig. 46. Ejemplo de iluminación natural.



Fig. 47. Ejemplo de iluminación artificial.

La luz artificial (Fig. 47), generada por entidades *PointLight*, está colocada en casi todas las velas y lámparas de aceite, dejando algunas apagadas para dar algo más de variedad al entorno. Son todas de un claro tono anaranjado y de muy poca potencia y radio, buscando la semejanza con la iluminación que procede de una vela. No obstante, hay dos *PointLight* diferentes que cumplen una función de iluminación más ambiental y están colocadas en la ventana de madera de la habitación para dar la ilusión de que entra mucha luz por ahí y en el centro de la habitación, ya que de otro modo quedaría muy oscura al estar solo iluminada por velas. Estas dos entidades tienen una potencia mucho mayor y un color más cercano al blanco, ya que deberían actuar como la luz natural.

Además, se han aplicado efectos a la cámara del jugador con la entidad *PostProcessVolume* para matizar luces, sombras y otras características. Las

sombras se han hecho mucho menos oscuras para que el jugador pueda ver todo el entorno sin problemas y las luces se han saturado ligeramente para dotar de mayor color al entorno. Además, se ha desactivado, en casi todo el entorno, la autoexposición que sufre el ojo humano al pasar de una zona muy iluminada a una muy oscura o viceversa. Esta autoexposición solo afecta al jugador cuando se sitúa en la zona de luz del patio, la cual hace que las sombras sean más oscuras cuando se dirige la mirada a una zona muy iluminada para dar mayor realismo. Este efecto se ha conseguido creando una entidad *PostProcessVolume* que ocupa exactamente el espacio del patio en el que incide el sol.

### 3.5.9. Sonido

El sonido en este proyecto es importantísimo porque ayuda en gran medida a la inmersión del jugador. Se hizo una lista de sonidos que se podrían escuchar en un entorno así y se procedió a buscar archivos semejantes en un repositorio *online*<sup>9</sup> con licencia Creative Commons, que permitiese siempre el uso de estos sonidos mientras no se usasen de forma comercial. En primer lugar se buscó dar sonido a aquellos elementos que lo generasen de manera natural. Por supuesto, se aplicó en primer lugar un sonido de agua corriendo para la fuente central y su aljibe. Se añadió posteriormente audio de pájaros, música de un percusionista callejero y una llamada al rezo.

Todos estos sonidos se importaron en formato *wav* en 16 bits. En el caso de la llamada a la oración, se tuvo que abrir en Audacity, un programa de edición de sonido, para cambiar el muestreo de 8 bits a 16 pues Unreal no acepta la importación de sonidos del primer tipo.

Se debieron crear entidades nuevas para reproducir estos sonidos dentro del entorno. Dichas entidades son llamadas *sound Cue* y permiten añadir efectos a los sonidos, así como hacer que suenen desde un punto del entorno y tengan radio de acción. Todos los *sound cue* están puestos en modo repetición para que nunca dejen de sonar, a excepción de la llamada a la oración, que podía llegar a ser incluso cargante tras dos minutos de juego, por lo que se añadió un retraso aleatorio de entre un minuto y tres minutos y medio entre cada reproducción (Fig. 48).

Se colocaron los *sound cues* en posiciones estratégicas para que parezca que provengan de un punto determinado gracias al sonido estéreo. Se colocó el *sound cue* de la fuente encima del plano de agua en el centro exacto del aljibe, el de los pájaros y el de la llamada a la oración se colocaron a nivel del tejado del *riad* y la música con percusión se colocó detrás de la puerta prin-

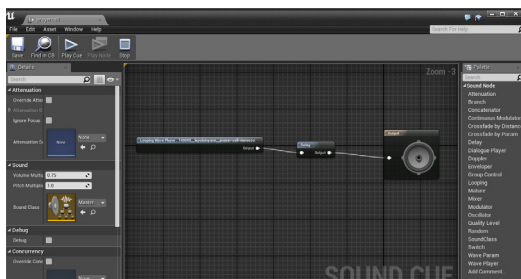


Fig. 48. Ventana de edición de sonido

cial para dar la sensación de que fuera puede haber un mercado con gente viviendo sus vidas.

### 3.5.10. Partículas

Debido a sus características estéticas, algunos efectos dentro del *riad* no han podido ser creados de otro modo que mediante el editor de partículas de Unreal Engine, siendo estos el humo del incensario, las hojas que caen de la buganvilla o la llama de las lámparas y velas. Para crear una partícula como el humo del incienso, primero, se debe crear un emisor de partículas, o *particle emitter*, dentro del navegador de contenido del motor. Se le debe poner un nombre y hacer doble click para abrir su pantalla de edición especial. En esta pantalla hay una previsualización en 3D de la partícula, a su derecha las diferentes propiedades a editar, abajo a la izquierda las propiedades de cada opción y a su izquierda las curvas de cada opción en caso de necesitar editar una propiedad a lo largo del tiempo.

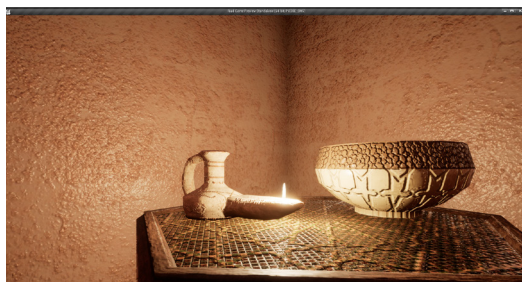


Fig. 49. Partícula de llama

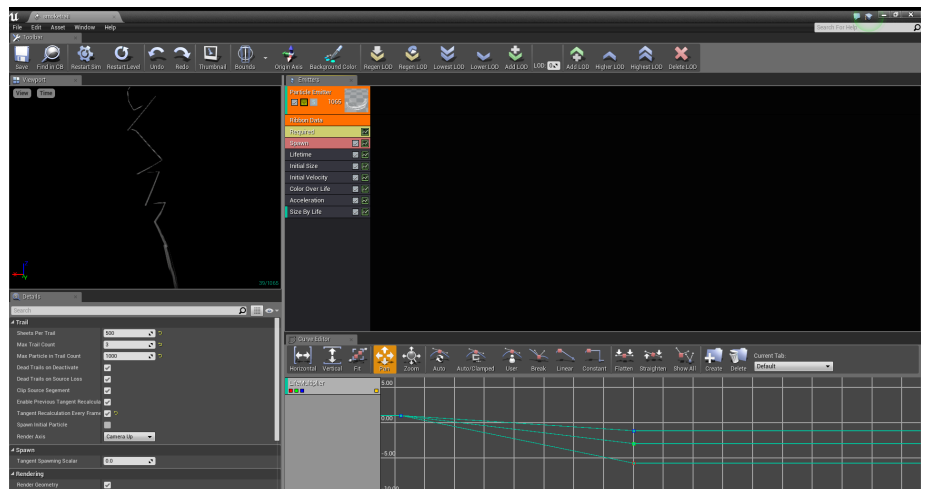


Fig. 50. Ventana de edición de partículas



Fig. 51. Partícula de pétalos

Primero se ha de colocar la textura que tendrá el emisor de partículas, siendo en este caso humo blanco transparente. Se deseaba que se asemejase al humo blanco que sale del incienso cuando éste es quemado. Es importante apreciar que suele ascender en línea recta para luego desvanecerse en el aire con una ligera agitación y esto es lo que se tratará de replicar en este emisor. De entre sus propiedades como emisor de partículas, se ha modificado la velocidad a la que asciende en el aire, el color, la aceleración o el tiempo que tarda desde que aparece hasta que muere. Se le han añadido, además, dos propiedades más, una llamada *Ribbon data* que le da forma de cinta continua para conseguir ese aspecto de humo ascendente, y otra que cambia el tamaño de esta partícula a medida que se acaba, llamada *Size by life*. Cuando se ha comprobado en el visor en 3D que la partícula funciona tal y como se desea, se guarda el progreso y se pasa a la ventana del editor de nivel, donde se colocará este emisor dentro del modelo de incensario creado.

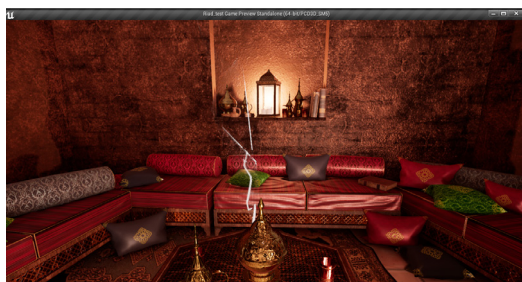


Fig. 52. Partícula de incienso



### 3.5.11. Realidad virtual

Si bien se podría dar por terminado el proyecto llegados a este punto, ya que podría funcionar en un ordenador de gama media actual, se quiso complementar con la adición del soporte para gafas de realidad virtual, porque, buscando siempre la mayor inmersión en el mundo creado, poco más se puede avanzar sin contar con esta tecnología de última generación.

Para crear el sistema por el cual se permitiese visionar el proyecto en realidad virtual, así como moverse dentro del entorno, se importó todo el contenido de otro proyecto predefinido por los desarrolladores de Unreal. Este es un proyecto de prueba que permite hacer pruebas con elementos de realidad virtual, pero que, al proporcionar un peón de jugador ya configurado para dos mandos y unas gafas de realidad virtual, permite ahorrar mucho trabajo de programación. Al colocar este elemento en el entorno y comenzar la previsualización del juego mediante realidad virtual, este permite el reconocimiento de los mandos de realidad virtual, que, convertidos en manos, convierten un apuntado con el gatillo en un teletransporte a la zona a la que se apuntaba.

Un sistema de teletransporte que funcione correctamente es crucial para un juego de realidad virtual que permita la exploración. Se ha de tener en cuenta que el espacio físico de juego puede ser en ocasiones muy reducido y que es el propio usuario el que delimita ese espacio en su casa o su oficina. Por lo tanto, el jugador no puede moverse libremente por el espacio físico de su casa pretendiendo abarcar así todo el espacio de juego, es sencillamente imposible. Es por esto por lo que se necesita que el jugador pueda teletransportarse de un punto a otro del nivel sin moverse físicamente.

Además, este peón de juego permite agarrar algunos objetos en concreto y jugar con ellos experimentando las físicas tan realistas que ofrece Unreal. Entre los objetos con esta función disponible está la espada del patio o el libro colocado sobre la fuente grande.

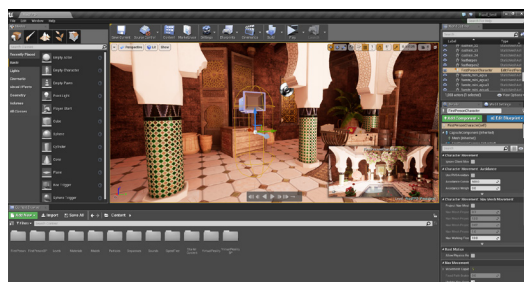


Fig. 53. Aspecto del peón de realidad virtual

### 3.5.12. Resultado final

Para este resultado final se han tomado algunas instantáneas con el sistema cinematográfico de Unreal llamado *Sequencer*. En estas capturas se puede apreciar el trabajo en su estado final.



Fig. 54.



Fig. 54.

## 4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos han cumplido todas las expectativas marcadas desde su inicio resolviendo todas las problemáticas e incertidumbres que acontecían. Los sonidos y el ambiente tranquilo evocan sentimientos de calma y paz y hacen que el proyecto realmente recuerde una época pasada, a la del reino nazarí de Granada, y, si el jugador es suficientemente observador, apreciará ligeros guiños a la mitología cántabra en papeles y emblemas.

Apreciar de cerca todas las funciones en el desarrollo artístico de un videojuego ha sido enriquecedor y me ha ayudado mucho a entender mejor el proceso de creación de un entorno similar en la industria a la que quiero acceder. Enfrentarse a un proyecto tan grande como es un entorno en 3D con visualización en realidad virtual puede ser desmoralizante, no obstante, considero a este mi reto personal más exitoso.

Se ha realizado un texto, según las rúbricas, que profundiza tanto en el uso de estos programas así como en los contenidos referenciados, y sobre todo, explica como se ha realizado todo el proyecto en este lapso de un año.

Los problemas que se han encontrado a lo largo del trabajo han sido siempre de corte técnico siendo los más numerosos los de iluminación. Al ser Unreal un motor tan efectivo en estos términos, es muy fácil equivocarse en alguna configuración y que se creen artefactos luminosos extraños. Sin embargo, las soluciones encontradas durante el proceso enriquecen el proyecto buscando nuevas propuestas que solventen los problemas con éxito.

Se han integrado los conocimientos adquiridos en Bellas Artes en temas tan importantes como el color o la composición, así como en la organización proyectual de un trabajo tan grande por amplio y complicado.

Finalmente he tenido la oportunidad de trabajar con una tecnología tan puntera como es la realidad virtual, algo increíblemente novedoso para mí. Ponerse las gafas de realidad virtual y entrar en un mundo que tú mismo has creado, en el que has puesto todo tu empeño, es una sensación indescriptiblemente satisfactoria.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. *Descubrir el patrimonio español, El mundo andalusí*. España: Art Duomo Global, 2014

AA. VV. *Mundo Pixel, Vol 1*. España: Tébar, 2008.

ASINS FERRANDIZ, J. *Desarrollo 3D de un nivel de videojuego* [trabajo fin de grado]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2014. [consulta: 2017-11-11]. Disponible en: <<https://riunet.upv.es/handle/10251/45846>>

BAHILLO, M & RUBIO, M. *Seres de la mitología cántabra*. España: Cantabria Tradicional, 2013.

EPIC GAMES. *Unreal Engine 4 Documentation*. [consulta: 2017-04-27]. Disponible en: <<https://docs.unrealengine.com/latest/INT/>>

FAHRENHEIT MAGAZINE. *El orientalismo, la fascinación romántica por Medio Oriente*. [consulta: 2017-07-13]. Disponible en: <<http://fahrenheitmagazine.com/arte/el-orientalismo-la-fascinacion-romantica-medio-orient/>>

FREESOUND.ORG. *Freesound.org*. [consulta: 2017-10-05]. Disponible en: <<https://freesound.org>>

GARCÍA ALFARO, A. *“Exalth, la Leyenda de Chang Jiang”: Diseño y entorno gráfico de un videojuego 3D de aventuras en modo FPC* [trabajo fin de grado]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2015. [consulta: 2017-11-13]. Disponible en: <<https://riunet.upv.es/handle/10251/60588>>

GRABAR, O. *La Alhambra*. España: Alianza Forma, 2006.

HATTSTEIN, M & DELIUS, P. *Islam, arte y arquitectura*. España: Könemann, 2004.

IRVING, W. *Leyendas de la Alhambra*. España: Edimat Libros, 2009.

JONES, W. *Cómo leer casas. Una guía sobre arquitectura doméstica*. España: H. Blume, 2014.

METROPOLIS. *The Art Of The Moroccan Riad*. [consulta: 2017-07-19]. Disponible en: <<http://www.metropolismag.com/architecture/the-art-of-the-moroccan-riad/>>

MOMPLET MINGUEZ, A. *Arte islámico. Espacios, naturaleza y geometría*. España: Art Duomo Global, 2016.

MOORE, R. J. *Unreal Development Kit*. Reino Unido: 2011.

NORMALMAPONLINE. *NormalMapOnline* [consulta: 2017-11-10]. Disponible en: <<http://cpetry.github.io/NormalMap-Online/>>

ORTEGA REDONDO, C. *Ancient temple: diseño conceptual y modelado de un escenario para un nivel de videojuego 3D* [trabajo fin de grado]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2014. [consulta: 2017-11-10]. Disponible en: <<https://riunet.upv.es/handle/10251/47338>>

O’KANE, B. *Tesoros del islam. Maravillas artísticas del mundo musulmán*. España: Blume, 2008.

PALENZUELA CRIADO, J. M. *“Shalott” - Cortometraje de efectos especiales* [trabajo fin de grado]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2017.

ROSSER-OWEN, M. *Arte islámico de España*. España: Turner, 2010.

SDELBIOMBO. *El orientalismo romántico*. [consulta: 2017-06-13]. Disponible en: <<http://sdelbiombo.blogia.com/2013/120101-el-orientalismo-romantico.php>>

TOTTEN, C. *Game character creation with Blender and Unity*. EEUU: John Wiley & Sons, 2012.

VAUGHAN, W. *Modelado digital*. España: Anaya Multimedia, 2012.

## 6. ANEXOS

Como parte fundamental del trabajo y apoyo a esta memoria se han creado varios anexos que asistirán en la comprensión de este proyecto.

El primero consta de un documento en PDF con más imágenes del trabajo final, así como algunas adicionales del proceso de desarrollo que por problemas de extensión no han podido ser incluidas en el cuerpo de la memoria.

El segundo anexo es un ejecutable comprimido del nivel terminado para que pueda apreciarse de manera pragmática el cumplimiento de los objetivos y el nivel de detalle del resultado final. Tan solo se ha de ejecutar el archivo adjunto. Una vez abierto, se podrá caminar por el escenario en vista de primera persona sin requerir de unas gafas de realidad virtual. Los controles son W, A, S, y D para moverse hacia delante, hacia la izquierda, hacia atrás o hacia la derecha respectivamente. La dirección de la cámara se controla con el ratón. Para salir de la demostración se han de pulsar a la vez las teclas ALT y F4.

El tercer anexo es un ejecutable del mismo proyecto, con la salvedad de que este sí está construido para funcionar en realidad virtual. El proceso para abrirlo es exactamente el mismo. Las gafas de realidad virtual deberían reconocer el proyecto nada más se ejecute. A partir de ahí, los gatillos de los mandos son para agarrar determinados elementos y los botones principales para teletransportarse por el entorno.