

TFG

PROCESO COMPLETO DE MODELADO DE UN PERSONAJE PARA VIDEOJUEGO AAA.

Presentado por Daniel Alandete Piñero

Tutor: Elías Miguel Pérez García

Facultat de Belles Arts de Sant Carles
Grado en Diseño y Tecnologías Creativas
Curso 2019-2020



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

RESUMEN

Modelado, texturizado y renderizado de un personaje en tres dimensiones previamente diseñado.

En este trabajo se emula la figura del '3D Character Artist' dentro de la industria del videojuego, quien se encarga del desarrollo tridimensional de un personaje delineado por un equipo artístico previo. Entre estas fases, se encuentran además de la propia escultura digital, etapas como el texturizado, la realización del ropaje, e incluso el renderizado que presentará públicamente el trabajo previamente realizado.

En última instancia, este Trabajo Final de Grado tiene como finalidad servir como base de portafolio profesional en vistas al futuro laboral.

Palabras clave: escultura digital, modelado, videojuegos, portafolio

ABSTRACT

Modeling, texturing and rendering of a previously designed three-dimensional character.

This work emulates the professional figure of the '3D Character Artist' within the video game industry, who is in charge of the three-dimensional development of a character outlined by a previous artistic team. Among these phases, besides the digital sculpture itself, there are stages such as texturing, the making of clothing, and even the rendering that will publicly present the work previously done.

The purpose of this Final Degree Project is to create a professional portfolio piece that will serve as a professional presentation for future work.

Keywords: digital sculpture, modeling, videogames, portfolio.

CONTRATO DE ORIGINALIDAD

Este Trabajo Fin de Grado ha sido realizado íntegramente por el alumno Daniel Alandete Piñero. Este es el último trámite para la obtención del título de la promoción 2016/2020 del Grado en Diseño y Tecnologías Creativas de la Universitat Politècnica de Valencia.

El presente documento es original y no ha sido entregado como otro trabajo académico previo, y todo el material tomado de otras fuentes ha sido citado correctamente.

Firma:

Fecha:

AGRADECIMIENTOS

A ti Elías por no dudar en ejercer la figura de tutor de proyecto. Por acercarme el campo de la escultura más todavía a mi persona y por disponer siempre del tiempo necesario, un placer.

A Flama Studio porque este trabajo no implica otra cosa que la suma del conjunto de lo que llevamos aprendido, no es sino un paso más para terminar juntos, esto nunca hubiera sido posible sin vosotros. Gracias Jose, Miquel, Pablo y Toni.

A ti tete, porque, aunque no lo creas, no eres consciente de la dimensión de influencia que ejerces en mí, sigo siendo aquel niño que solamente ansiaba jugar con su hermano mayor.

A vosotros papá y mamá, porque no miento si se me ha hecho un nudo en la garganta mientras os pensaba y escribía esto, simplemente, sois mi mundo y vida. Os amo.

ÍNDICE

1. Introducción	7
1.1. Justificación.....	7
1.2. Objetivos.....	8
1.3. Metodología	8
2. Contexto y referentes	
2.1. Contexto.....	11
2.2. Referentes.....	14
2.2.1. Rafael Grasseti.....	14
2.2.2. Glauco Longhi	15
3. Producción	
3.1. Biblioteca de referencias	16
3.2. Modelado.....	17
3.2.1. Modelado orgánico	17
3.2.2. Modelado inorgánico	18
3.2.3. Modelado del pelo.....	19
3.3. Retopología.....	20
3.4. Mapeado y baking.....	21
3.4.1. Mapeado.....	21
3.4.2. Baking	22
3.5. Texturizado	23
3.6. Renderizado	24
3.7. Presupuesto	25
4. Conclusiones	26
5. Bibliografía	28
6. Anexos	32

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo práctico parte de una idea de hace cuatro años y se ve materializada hoy, en el curso 2019/2020.

La realización del presente proyecto se ha desarrollado en el ámbito plástico y concretamente escultórico, por lo que, algunas de las asignaturas ofertadas en el grado han servido de apoyo para la creación y evolución del proyecto.

Desde la postura personal, el enfoque desde el que se ha partido ha sido claro. Sin embargo, el proceso mediante el cual se quería alcanzar dicho trabajo sí que ha pasado por una serie de indecisiones debido, en gran parte, al desconocimiento.

El objetivo del trabajo ha sido sin duda, llegar a poder realizar un personaje en tres dimensiones con un fin: que éste llegara a ser una pieza de portafolio pensando ya en mi carrera profesional, la cual comienza una vez finalizan los estudios universitarios. Además, iba a ser la primera vez que me enfrentaba a todo este desarrollo, es decir, conocía perfectamente la teoría del proceso, qué programas utilizar, cómo y cuándo dividir los plazos; pero sin embargo, todo cambia cuando te sumerges en ello y realmente afrontas el problema de manera personal.

1.1. Justificación

Desarrollar un personaje desde cero, requiere de unos tiempos determinados que el Trabajo Final de Grado cumplía y podía abarcar. Para este, hemos implementado estudio anatómico, estudio de texturas, técnicas diferentes de modelado digital, aplicación de técnicas en softwares de programa 3D e incluso técnicas de fotografía una vez finalizada toda la parte más plástica.

El diseño del personaje ha sido seleccionado de ArtStation¹, una plataforma donde los artistas internacionales más destacados del sector comparten sus piezas más profesionales con tal de ser vistos y obtener un reconocimiento que puede culminar con la consecución de un trabajo profesional. Es la plataforma de mayor relevancia profesional en el sector fílmico y de los videojuegos.

¹ www.artstation.com

Con esto, aseguro que la elección tomada tenga unos fundamentos sólidos con los que trabajar, siendo lo más parecido así al *pipeline*² seguido en el ámbito profesional. En suma, estableciendo contacto con mi tutor en cuestión, Elías Pérez, se tomó la decisión de escoger el personaje que se ha desarrollado finalmente.

1.2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es la realización 3d de un personaje desde su inicio partiendo de un diseño bidimensional ya realizado. Un trabajo que sea susceptible de ser presentado en el entorno profesional.

Seguidamente, los objetivos de este son los siguientes:

Trabajar a partir de un personaje diseñado con la intención de representarlo de la manera más fiel posible.

Modelado, texturizado y renderizado de los diferentes accesorios y ropajes del personaje.

Integrar y desarrollar los conocimientos adquiridos tanto durante el periodo de formación en el grado en Diseño y Tecnologías Creativas, como por cuenta ajena. Dicha materialización de ambas.

Realizar el trasvase de toda la teoría aquí dispuesta, en práctica.

Evaluar de manera personal el nivel artístico actual, acercándome o alejándome así del mercado laboral.

1.3. Metodología

Para el modelado del personaje hemos seguido las pautas marcadas en relación con el estándar del mercado laboral. Empezando por los softwares utilizados hasta imitando de alguna manera los plazos de tiempo y entregas. En este caso se cuenta con una adversidad, el *feedback* inmediato del que se dispone en el mismo estudio; sin embargo, he podido contar con la ayuda de mi tutor.

² Ver Anexo I, Glosario de términos

Primeramente, he reunido una gran cantidad de imágenes como referencia, algo básico y extremadamente necesario a lo que los profesionales siempre apelan como esencial, sin embargo, no es algo que los estudiantes le demos la importancia que realmente tiene. En este caso, he tratado de buscar referencias anatómicas claras masculinas, donde los diferentes grupos musculares se encontraran definidos con un bajo nivel de grasa, pues se trata de buscar las referencias más afines al personaje. Saber cómo y dónde buscarlas es una tarea difícil y muchas veces lenta. Además, nuestro personaje tiene diferencias étnicas, pues se engloba en el marco maorí, una etnia polinésica procedente de Nueva Zelanda, lo que limita aún más si cabe, el mapa de búsqueda.

Después de esto, se procede a la parte del esculpido digital, crear la malla del personaje. En mi caso, he decidido partir de una malla poligonal básica, como es una esfera, ¿y por qué incido en esto? Debido a que en los grandes estudios se suele trabajar, en un alto porcentaje de los casos, con una malla predeterminada, la cual otorga una base anatómica para esculpir sobre ella con tal de agilizar tiempos.

Para ello, el software ZBrush permite un modelado de alto número de millones y millones de polígonos, un estándar dentro de la industria. Ello permite realizar una gran serie de detalles una vez establecida la forma base del personaje, además de refinarlo en profundidad dando lugar a un gran resultado.

Se ha de tener en cuenta que el protagonista cuenta con una serie de *props* o accesorios que alimentan la vitalidad de este. Dichos accesorios son los distintos amuletos que lleva colgando del cuello, la espada enfundada, la cesta que le acompaña a modo de bandolera y las distintas anillas que complementan su estética tanto en las piernas como en las muñecas.

El flujo de trabajo en este campo es bastante heterogéneo en cuanto a software se refiere, ya que se va alternando el programa dependiendo de la fase en la que nos encontremos. Cada fase nueva depende de un programa diferente, haciendo así más complejo todo este proceso.

Los ropajes del protagonista son realizados con el software Marvelous Designer, el cual aporta gran facilidad y sobre todo fluidez debido a la permisividad de poder realizar cada una de las costuras del ropaje, además de simularlas en tiempo real pudiendo adaptar y observar cómo funcionan las arrugas en estas. Lo más cercano a la costura en un entorno virtual.

Una vez estas piezas han sido modeladas con el respectivo detalle que le corresponde a cada una, se les debe de construir una malla limpia ya que seguramente no ha sido así en el proceso de esculpido. ¿A qué me refiero con malla limpia o *clean mesh*? Bien, un videojuego no deja de ser un proyecto de animación, lo cual quiere decir que al personaje se le va a dotar de movimiento en un proceso posterior a este. No se ha de olvidar que aquello que se está viendo y elaborando realmente es una combinación de polígonos dispuestos de una forma concreta. Pues estos polígonos son los que se irán desplazando en el espacio, y para que se muevan de la forma correcta haciendo posible infinitos movimientos y posturas, han de formar una disposición correcta, muchas veces siguiendo la ubicación de los músculos ya que van a imitar su movimiento. Cada uno de ellos ha de estar colocado correctamente, sin crear deformaciones ni solapamientos entre ellos para no restar o limitar su calidad y usabilidad.

A todo ello se le otorga el término *retopología*, realizada en Autodesk Maya, con una serie de técnicas que más adelante describiré.

Un videojuego no puede cargar millones y millones de polígonos en tiempo real, ya que el hardware del que disponemos hoy día no nos lo permite - todavía -. Por ello, en el siguiente paso, se ha de transferir los detalles de la malla detallada con un alto número de polígonos o *high poly* -el término con el que me voy a referir a ella a partir de ahora-, a la malla de bajo número de polígonos o *low poly*.

Este proceso es el llamado *baking* -puede sonar a término culinario en su traducción al español- que siempre remite curiosidad cuando lo escuchamos por primera vez, pero la verdad es que posiblemente sea uno de los procesos más relevantes en el trabajo. De nuevo volvemos a cambiar de software, esta vez Substance Painter.

Como conclusión a esta fase, se encuentra el texturizado del personaje, realizado con el mismo programa que el *baking* comentado, lo cual agiliza mucho los tiempos en este aspecto. Dicha etapa, puede ser crucial a la hora de presentar el resultado final, pues estamos añadiendo los distintos tonos además de una última 'capa de piel' que pueden determinar el carácter o la personalidad del personaje, otorgando o no el *acting* adecuado.

El texturizado me otorgará los mapas UV de la malla necesarios para poder llegar al último punto y apartado del desarrollo. Pues estos mapas no son sino la malla 3D dispuesta de una manera plana, a modo de despliegue, separadas en varios sets de textura para así conseguir un mayor control y una mayor calidad.

Por último, entra en acción la presentación del personaje, que requerirá de un motor de render específico. En este caso utilizo Marmoset Toolbag, el cual otorga el visualizado del render a tiempo real, pudiendo así observar los cambios de iluminación, de cámara y fotografía de una manera instantánea haciendo más ágil el trabajo.

2. CONTEXTO Y REFERENTES

2.1. Contexto

La figura profesional a la que trato de emular en este trabajo, haciéndola lo más verosímil posible, es prácticamente desconocida para cualquier ciudadano de a pie. Pues bien hace cuatro años atrás, ni siquiera conocía de su existencia pese a mi voluntad de querer dedicar mi vida profesional al sector de los videojuegos.

No fue hasta entonces cuando gracias a mis compañeros de clase, quienes me introdujeron al sector, decidí tomar un rumbo escogiendo el del artista de personajes 3D.

Actualmente el sector de los videojuegos en España está en constante crecimiento. Por el momento no tiene gran relevancia, pues los artistas españoles más destacados no trabajan para ninguna compañía del país, sino que se encuentran en países europeos o americanos e incluso trabajan como *freelance* para corporaciones extranjeras. Aquí disponemos de una lista de unas cinco u ocho empresas las cuales trabajan o han trabajado para proyectos reconocidos mundialmente, principalmente asentadas en Madrid o Barcelona. Algunas de ellas son Ubisoft Barcelona, MercurySteam o elite3D, la última de ellas con sede en Valencia.

La totalidad de los juegos presentes en la actualidad han sido creados en 3D o, si no es así, gozan de algún punto que ha sido desarrollado de manera tridimensional con tal de buscar un acabado determinado o simplemente para hacer más rápida la tarea, como bien puede ser buscar una perspectiva determinada. Es por esto, que ahondar en el estudio del 3D u optar por esta posibilidad de trabajo te habilita para producir en cualquier ámbito del desarrollo de un videojuego, incluso aún más, poder extrapolar este aspecto al sector fílmico.



Fig. 1. Personaje realizado por un Character Artist para el videojuego Uncharted 4, 2016. Frank Tzeng, ArtStation



Fig. 2. Logotipo de elite3d, firma valenciana de videojuegos. Fundación: 2005.

Para poder llegar a este punto, se requiere de una preparación cuanto menos específica y muy asentada, con unas bases más que sólidas, pero ¿cómo se llega al nivel requerido con tal de obtener un puesto dentro de la industria?

Primeramente, se ha de clarificar y definir perfectamente qué perfil se quiere adoptar dentro de la cadena de trabajo: *vehicle artist, character artist, texture artist, hair and grooming artist...* Como se puede observar, la gama es bastante amplia, pero específica y muy especializada. Dicha especialización tan solo será posible en estudios grandes que desarrollen proyectos ambiciosos; sin embargo, en estudios más humildes, la figura que más destaque será la del generalista 3D, quien gozará de conocimientos más amplios encargándose así de varias áreas simultáneamente en lugar de gozar de una tarea específica. Estas vacantes mencionadas dependen del presupuesto económico.

Se ha de tener presente que hablo de un sector que hace 50 años no existía. Por ello, el dinamismo y la adaptación son otras de las características que se ha de tener para optar al mercado laboral. Unos 10 años atrás no se disponía de los mismos medios de los que ahora sí, modificando así la manera de entender y trabajar dentro del sector, y que lo seguirá haciendo de manera constante y creciente con el objetivo de proveer al cliente de un mejor producto y experiencia final. Esto es debido gracias a los avances que se presentan en el campo de la informática, quienes influyen de manera directa en el desarrollo gráfico, permitiendo así que consolas y ordenadores puedan soportar un mayor número de polígonos -además de muchos otros aspectos como sonido, ambiente y ergonomía-, incrementando de manera directamente proporcional la calidad y experiencia de los videojuegos.

Es por esto por lo que la producción de estos videojuegos ha ido aumentando cada vez más, teniendo que relegar diversas tareas en empresas secundarias. Como bien se ha mencionado antes, esta empresa podría ser perfectamente elite3D, una empresa valenciana con pocos años de vida, pero con una alta reputación entre las compañías más importantes, y así lo demuestran sus clientes (EA, Blizzard, Activision...).

Elite3D presentaría una oferta como candidata al estudio que va a llevar a cabo la producción del videojuego con tal de poder desarrollar una parte del mismo. Si la propuesta fuera aceptada, dicha firma valenciana llevaría a cabo una fracción del total del producto. Aquí se hace presente la relevancia e importancia de tu currículum, donde las compañías más veteranas, además de contar con más años de experiencia, llevarían a cabo secciones más importantes del videojuego, dejando aquellos aspectos menos relevantes para las empresas más pequeñas. Es por esto, que trabajar en empresas de estas características puede llegar a ser más beneficioso debido a tener la



Fig. 3. Creación de pelo para videojuegos. Johan Lithvall, 2018.



Fig. 4. Clientes de elite3d.

oportunidad de participar en diferentes productos en un periodo de tiempo más corto, ya que los grandes estudios se dedican a desarrollar uno en particular que puede abarcar entre tres y cinco años.

Todo lo comentado se conoce como el *outsourcing*. También ocurre en el sector del cine, donde actualmente los CG lideran la mayoría de los fotogramas en cualquier secuencia incluyendo a los largometrajes de *live-action*. La mayor parte de todo lo que observamos en una pantalla de cine está modelado, texturizado y renderizado de manera virtual, donde los sets de rodaje han pasado de ser ubicaciones reales a ser pabellones cerrados protagonizados por el color verde en forma de croma. Tal es la relevancia, que en determinados casos como en la película de *Thor: Ragnarok*, tan solo veíamos la cara del actor Chris Hemsworth en la batalla final, simulando así sus articulaciones con tal de no entorpecer la escena.



Fig. 5. Fotograma de Thor: Ragnarok en escenas finales, 2017.

En el caso del cine, el *outsourcing* se hace mediante la selección de fotogramas. De esta manera, se vuelve a la jerarquía anterior donde las empresas más veteranas y con mayor experiencia tienen un plus de probabilidad para disponer a su haber de una cantidad mayor de estos, además de la posibilidad de poder desarrollar aquellos de más relevancia del largometraje.

En ambos casos, tanto en el campo cinematográfico como en el sector de los videojuegos, la figura a emular en este proyecto como *3D Character Artist* no se ve diferenciada en gran medida. La principal disimilitud entre ambos departamentos es la libertad a la hora de poder trabajar con unas mallas más densas en cuanto a polígonos, siendo mayor en el cine, sin límite alguno. Es por esto, que una cantidad innumerable de artistas que anteriormente podíamos observar en el gremio de los videojuegos, actualmente comparten sus últimos proyectos que acaban de ser estrenados en la gran pantalla. Asimismo, el nivel de gratificación puede ser mayor dado que el nombre del artista puede ser presenciado en los créditos finales de un largometraje.

Antes de comenzar con el apartado de los referentes, quería llevar a debate lo siguiente. El camino a seguir de todos los artistas para llegar a tener un reconocimiento o incluso tan solo poder vivir de aquello que más nos gusta, pasa en gran medida por el tiempo de dedicación, sacrificios y prioridades que le damos al arte. Esto enlaza directamente con una frase que he escuchado repetidamente en muchas ocasiones de artistas del mercado laboral: "Hard work always pays off"³, algo así como el trabajo duro siempre vale la pena, o más bien siempre te recompensará y hará que logres aquello que te has propuesto, tanto como objetivo profesional como personal. Esta firme

³ <https://www.youtube.com/watch?v=5Ooje80FSOc>

sentencia, aporta un valor adicional no tan solo al trabajo, sino a las diferentes experiencias cotidianas personales que estoy seguro de que muchos de nosotros nos hemos encontrado al decir que nuestro futuro encaraba un enfoque artístico.

Con esto me refiero a la facilidad de acuñar a cualquier artista que conozcamos en nuestro entorno más cercano el término talento o derivado de este. Si bien este concepto ya conlleva una dificultad de definición, la utilización del mismo normaliza y resta valor al esfuerzo desempeñado por todos y cada uno de nosotros, pues aquellos que lo utilizan hacen referencia a que no hemos necesitado ningún esfuerzo para desarrollar cualquier tarea artística, simplemente apelan a la biología diciendo que hemos nacido con tal habilidad. Esta afirmación no hace otra cosa que devaluar nuestro ámbito, ya que resta cualquier tipo de mérito personal evidenciando cualquier esfuerzo y sacrificio individual.



Fig. 6. Rafael Grassetti.

2.2. Referentes

En este subapartado, voy a comentar una serie de referentes cuya influencia ha sido y es, más que notable en todo este tiempo de dedicación y objetivos. En suma, todos ellos han marcado la estética y el campo artístico donde decidí enfocar mi carrera profesional, siendo así el hiperrealismo además del 3D.

2.2.1. Rafael Grassetti

Posiblemente Grassetti sea uno de los escultores digitales y tradicionales más conocidos, sin embargo, no quería obviar su mención.

Su contexto social fue algo duro, criado en Brasil en un barrio bastante humilde donde los recursos para poder desarrollar las técnicas más avanzadas en el sector por aquel entonces, eran bastante limitados. No por ello imposible, en el año 2012 junto con Glauco Longhi, decidieron pactar con un profesor cercano, Alex Oliver, un tipo de mentoría con tal de que este les trasladara todos los conocimientos de los que disponía sobre el arte escultórico de una manera práctica y no teórica.

Fue así como trasladando todos los conocimientos aprendidos del ámbito tradicional al digital ha conseguido ser el máximo exponente dentro de la industria de los videojuegos y una figura más que reconocida en el sector.

Rafael Grassetti empezó a guiarme el camino que debía de seguir con tal de poder llegar a su mismo objetivo profesional, ya que fue gracias a él cuando

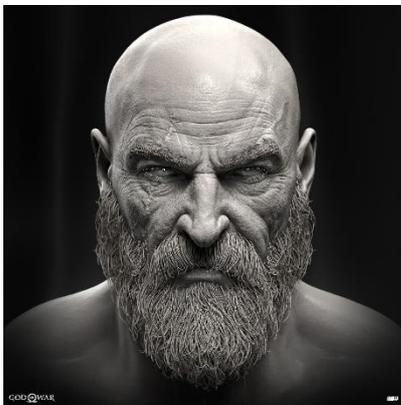


Fig. 7. Kratos, protagonista de God of War desarrollado por Grassetti y su equipo.



Fig. 8. Figura de coleccionista esculpida por Rafael Grassetti para Sideshow Collectibles.



Fig. 9. Trabajo en arcilla tradicional. Grasseti, 2012.

empecé a escuchar entrevistas de gente relacionada con el sector, cuyos protagonistas compartían sus experiencias personales de cómo habían llegado hasta allí. No había ninguna receta mágica más que el trabajo y consistencia. En suma, de alguna manera ha abanderado un movimiento de expansión de los videojuegos, estandarizando e incluyendo conocimientos dentro de la sociedad respecto a estos.

Grasseti ha abierto las puertas del mercado a gente que desconocía dicha labor. Ha dado a conocer los entresijos del proceso y, además, lo ha hecho atractivo pese a las dificultades y a lo tedioso que acaba siendo el proceso. Por otra parte, su figura ha dado a entender a la población mundial que, mediante mercado americano.



Fig. 10. Alex Oliver en su estudio con algunas de sus obras.

En cuanto a su trabajo, destaca cualquier obra a la cual se le quiera hacer referencia. Sin embargo, en este último año ha recibido un reconocimiento mayor a causa del galardón otorgado durante 2019 a Videojuego del Año, cuyo ganador no fue otro que el proyecto llevado a cabo por el estudio estadounidense Sony Santa Monica: *God of War*. La distinción fue merecida debido a la implementación gráfica de la que disponía, donde la calidad y riqueza visual eran totalmente equitativas tanto en las secuencias cinemáticas como en el propio *gameplay*⁴. Las composiciones durante la experiencia de juego del usuario atendían a todas las exigencias de planos cinematográficos, equilibrando pesos visuales, utilizando recursos cromáticos y valores de tonalidad con tal de guiar al ojo de la manera pretendida, combinando así calidad en la experiencia de juego y calidad en el apartado de secuencias. Dicho reconocimiento llegó en un momento bastante gratificante para su carrera, ya que comenzó el proyecto como figura de *Lead Character Artist* y la culminó como director de arte.

2.2.2. Glauco Longhi

Como bien se ha dicho anteriormente, es una persona de las más cercanas a Grasseti, cuyo interés y pasión de ambos en un mismo campo ha hecho que lleven el panorama escultórico brasileño a lo más alto. Además, ha llevado consigo el creciente interés de los más jóvenes compatriotas en el desarrollo artístico de los videojuegos, viendo esta posibilidad como una opción más cercana y probable, aunque siga enmarcada en un contexto americano.

Así es pues, que la figura de Glauco Longhi representa la reafirmación. Este concepto puede dar lugar a cualquier ambigüedad, es por esto que voy a clarificarlo. Mi referencia al término reafirmación, trata de demostrar la

⁴ Reproducción del juego cuando el jugador interactúa con el juego, y a la inversa.



Fig. 11. Glauco Longhi trabajando en una de sus piezas a tradicional, 2014.



Fig. 12. Obra profesional de Glauco durante el desarrollo de God of War. 2018.

veracidad del discurso que empieza a generalizarse dentro del gremio de los artistas de la industria. Dichos integrantes defienden el trabajo duro y constante, además de la paciencia como los requisitos básicos para poder hacerse un hueco dentro de este gran grupo. Asimismo, Glauco Longhi tuvo un peldaño adicional de dificultad pese al indudable talento que tiene, se encontraba en una comparación constante con Grassetti, quedando relegado en numerosas ocasiones a un segundo nivel habiendo de lidiar con ello.

Pese a todo ello, las comparaciones dentro del arte son constantes e incluso las más dañinas o perjudiciales son las de uno mismo, donde el ego protagoniza los pensamientos al ver obras artísticas de un calibre asombroso. Algo con lo que Glauco Longhi y Rafael Grassetti supieron convivir con ello, dejando dichos aspectos a un lado para dejar paso a la humildad y el trabajo en equipo, enriqueciéndose el uno del otro, estableciendo un objetivo común asignándose a ellos mismos el rol de aprendices, siendo conscientes de todo lo que esa designación comporta.

Resumiendo todo lo comentado, sus experiencias y vivencias validan el discurso que defienden, aportando gran valor y cercanía hacia los estudiantes y aspirantes que tratan de hacerse un hueco en la industria.

3. PRODUCCIÓN

3.1. Biblioteca de referencias

Entrando de lleno en el ámbito práctico del Trabajo Final de Grado, como se ha dicho, el personaje ya ha sido diseñado, y se ha seleccionado de la web Artstation con tal de emular el flujo de trabajo seguido en el campo profesional.

No solo basta con esta imagen, pues si algo se nutre y define a un artista son aquellos referentes de los que parte, haciendo partícipe y clave esta parte dentro del proceso. Así es como una vez clarificada la elección con mi tutor Elías, comencé mi búsqueda con tal de recopilar imágenes de referencia que me sirvieran como ayuda durante todo el trabajo.

Para esta parte del proceso utilicé el software PureRef, el cual permite realizar un acopio de fotografías y ordenarlas al gusto del usuario, ya que se trata de un tablón vacío donde las imágenes pueden ser desplazadas de un lado a otro, estando presente la aplicación en un primer plano sobre cualquier ventana abierta, pudiendo redimensionarla.



Fig. 13. Moodboard de referencias principal.



Fig. 14. Moodboard de referencia para el pelo.

Personalmente agrupé las imágenes según su factor diferencial, pues un grupo fue principalmente enfocado a la parte anatómica, otro sin embargo se centró en los rasgos neozelandeses, más concretamente en la raza polinesia, un grupo diferente para la retopología y, por último, uno más para los ropajes.

Lo dicho hasta aquí evidencia la relevancia de este epígrafe sobre el resultado final, algo que considero totalmente recalable debido a que esta etapa es, en numerables casos, omitida ya que no se le otorga la debida importancia en un primer momento.

3.2. Modelado

Tras la recapitulación de imágenes, es hora de lo que tradicionalmente sería empezar a tratar el barro, arcilla o el material con el que se trabaje. En este caso la arcilla, pero de manera totalmente digital.

ZBrush permite realizar esta fase de la mejor manera posible, emulando la escultura tradicional con un alto número de polígonos. Sin embargo, no tan solo se ha de tener en cuenta el modelado orgánico de la figura, es decir, la parte anatómica o de la que goza de vitalidad; sino que también se ha de contar con el modelado inorgánico, como ropajes o accesorios.

3.2.1. Modelado orgánico

En relación con el aspecto orgánico del trabajo, lo he llevado a cabo partiendo de una forma geométrica básica como la esfera con tal de recalcar y enfatizar aún más en la anatomía, construyendo un volumen humano desde cero.

Divido las fases del modelado en cuatro: formas primarias, secundarias, terciarias y, por último, los detalles. Las formas primarias engloban el *blockout*⁵ del personaje, estableciendo correctamente las proporciones y el flujo de la silueta. Seguidamente, las formas secundarias comienzan a definir los grupos musculares de una manera más específica, de forma relajada generalmente, ya que el personaje descansa sobre un posado en A. En tercer lugar, las formas terciarias refinan el sistema muscular, poniendo especial atención en aquellos más visibles y sobre todo comprobando la validez de los planos en la escultura, pues la pieza ha de funcionar desde cualquier perspectiva y con cualquier set de iluminación.

⁵ Constitución de las formas primarias.



Fig. 15. Primer modelado orgánico.

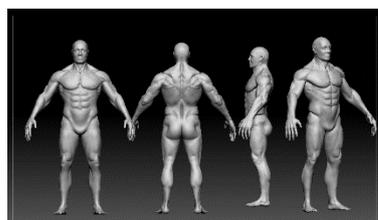


Fig. 16. Vistas primeras pruebas modelado.

Por último, la parte que abarca el detallado posiblemente sea la más tediosa y la más lenta de todas las demás, donde los cambios se aprecian muy pausadamente. Sin embargo, aquí se puede alcanzar un factor diferencial con los trabajos de la competencia. Para ello, utilizo unos pinceles que emulan la porosidad de la piel además de trabajar con capas para establecer un proceso de trabajo no destructivo.

3.2.2. Modelado inorgánico

El modelado inorgánico del personaje hace referencia, como bien hemos comentado antes, al ropaje y accesorios de vestuario del personaje.

En cuanto al vestuario he utilizado Marvelous Designer ya que agiliza la tarea del desarrollo emulando la tarea de costura de una manera virtual. Mediante los patrones de costura representados en dos dimensiones, los adapto directamente a la figura volumétrica pudiendo cambiar el material de fabricación, color o densidad de polígonos.

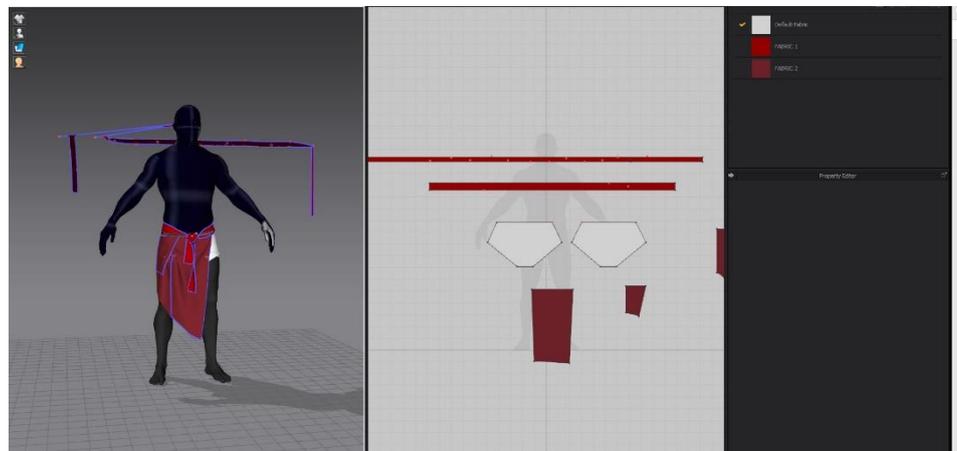


Fig. 17. Escena de Marvelous con el vestuario.

A la izquierda se observa la simulación 3D de los patrones creados en la ventana derecha.

Más tarde estos ropajes han sido exportados a ZBrush con tal de ahondar más aún en los detalles, pues aquí es posible retocar de manera manual y tener el control total de los cambios a realizar, marcando por ejemplo más una arruga o mover la geometría para optimizar el resultado final.



Fig. 18. Modelado inorgánico evidenciando el orgánico.

Por otro lado, el modelado de los accesorios y props del personaje han sido primeramente modelados en Maya ya que otorga unas herramientas para ello mucho más sencillas e intuitivas de usar debido a que es una de las principales funciones de este software, entre otras. Así pues, mediante extrusiones y retoques en la geometría, construí accesorios tales como la espada, los detalles de los collares e incluso el pelo, el cual voy a comentar a continuación.

3.2.3. Modelado del pelo

Pese a ser un paso que realicé mucho más tarde, conviene mencionarlo ahora.

En primer lugar, realicé en Photoshop un lienzo donde, tras el estudio del pelo del personaje y la reunión de imágenes de referencia, dibujé una serie de siete mechones de pelo teniendo en cuenta una jerarquía de densidad, de mayor a menor.

Seguidamente, importé dicha imagen a Maya y sobre un plano, seguí dichas guías que me daban los mechones mediante la herramienta Curve Tool, situándolos en diferentes alturas para dar sensación de profundidad. Asimismo, transformé por medio de la herramienta XGen⁶ dichas curvas a guías, las cuales permiten que generemos una densidad capilar gracias a la creación de descripciones. Una vez con esto conformado y tras la aplicación de modificadores a cada mechón con tal de aportar más naturalidad, procedo al *baking* de cada uno de ellos mediante el programa xNormal. Tan solo son necesarios los mapas de altura – o *height maps* – pero con diferentes escalas de grises para propiciar que la luz rebote de la manera adecuada generando la profundidad y efecto deseado.



Fig. 19. Diferentes mechones de pelo para conformar el peinado.

En tercer lugar, tras los bakes⁷ y tras los retoques en Photoshop, se importan a Maya las texturas que he generado y se dividen en planos de muy poca geometría. Más tarde, y con los mechones creados ya listos, antes de comenzar la disposición de estos en el personaje, combinamos varios de ellos para conseguir más variedad. Con ello volveremos a disponer de una nueva serie de mechones, en este caso, una combinación de los anteriores cuya mezcla es mucho más verosímil.

Ahora sí, comienzo a disponerlos de la manera adecuada y siguiendo el cuadro de referencias creado. Utilizo deformadores de Maya como *Bend* o *Twist* consiguiendo así un flujo de trabajo no destructivo donde la geometría no se ve dañada directamente, sino que, con tan solo eliminar el deformador, obtendríamos su estado por defecto sin alteración ninguna.

El flujo de trabajo es diferenciado por capas, donde la más densa sería la primera de ellas, seguida por una segunda y tercera, materializando con los llamados *flyaways*, los cuales son pelos singulares que se disponen de forma aleatoria alterando el patrón de peinado seguido. Para comprobar que el



Fig. 20. Prueba de pelo en Maya.

⁶ Ofrece un sistema de alto rendimiento para instanciar en Maya, permitiendo así la creación de pelaje, pelo y demás.

⁷ Resultados del baking.

trabajo se está realizando de la manera correcta, alterno entre Marmoset y Maya, viendo así el resultado final de este.

3.3. Retopología

Finalizar la parte del modelado es algo complicado ya que puede no tener fin. Se pueden observar zonas que funcionan menos que las demás o incluso que no acaban de funcionar del todo, pero muchas veces prima el trabajo acabado a la calidad cuando esta última es prácticamente imperceptible a la vista. Haciendo referencia al artista Jake Parker: 'Finished not perfect'⁸.

La retopología hace útil toda esta geometría de alta densidad que hemos creado anteriormente, pues no es otra cosa que la disposición de cada uno de estos polígonos de la manera correcta para que no sufra ninguna deformación extraña una vez los animadores comiencen a dotarlo de movimiento. Además, esta fase del proceso reduce el número de polígonos dejando de ser una carga pesada cuando se integre dentro del escenario del videojuego.

Para ello utilizo la herramienta *Quad Draw* de Maya. Previo a ello, importo el personaje de alta densidad poligonal a dicho espacio de trabajo y lo establezco como malla activa, así con la herramienta mencionada, puedo ir dibujando cuadrados de uno en uno directamente sobre el personaje.

En este proceso se trata de controlar los polígonos desde un primer momento, tratando de no caer en la tentación de la subdivisión lo más temprano posible ya que es más fácil realizar cambios significantes cuando la cantidad de polígonos todavía es prematura. En suma, esto nos permite poder establecer los *loops* y las combinaciones adecuadas entre diferentes zonas corporales siguiendo la estructura anatómica muscular y ósea de nuestro organismo.

Sobre todo, se trata de evitar la formación de triángulos siendo los cuadrados la figura geométrica que ha de prevalecer. Además, otra cosa a sortear han de ser los *n-Gons*, los cuales son polígonos de una cantidad *n* de lados, mayoritariamente haciendo referencia a cinco o más. Cabe añadir que esto ha sido realizado para la parte orgánica del modelo, la parte del cabello no precisa de una nueva topología y los ropajes los voy a comentar a continuación.

Marvelous Designer proporciona las coordenadas UV en nuestro panel de la derecha, donde dibujamos los patrones de la ropa a simular en el escenario

⁸ Vídeo completo: <https://www.youtube.com/watch?v=IRtV-ugIT0k>



Fig. 21. Retopología inicial del cuerpo. Más tarde se aplica el efecto espejo para completar el total del cuerpo.

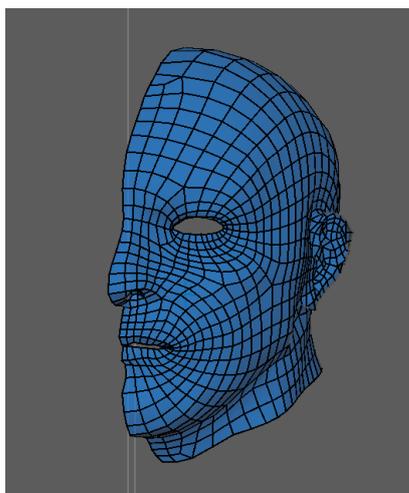


Fig. 22. Retopología facial.

tridimensional. Además, la geometría que crea este software no es nada útil para un proyecto de esta industria, con lo que exportamos tanto la malla simulada como los patrones dibujados en dos dimensiones que son importados en Maya.

En primer lugar, hago activa la malla plana de los patrones de costura con tal de dibujar con la herramienta *Quad Draw* sobre ella y hacer una retopología. Seguidamente, con la utilidad *Transfer Attributes*⁹ transfiero las UVs de la malla de alta densidad, a la malla que acabo de crear. Esto último es un paso esencial para, con esta misma herramienta, transferir la posición de los vértices en el espacio de la malla simulada de alta densidad, a la malla de baja que acabamos de engendrar, ya que atenderá a la igualdad de UVs de ambas para realizar una transferencia exitosa.

Con esto último, dispongo del modelo del personaje en low poly ya que los props han sido modelados directamente en Maya y he podido controlarlo de una mejor manera, la transferencia de atributos del vestuario ha sido un éxito, y la malla base del cuerpo ha funcionado a la perfección.

3.4. Mapeado y baking

3.4.1. Mapeado

El mapeado es el paso siguiente a la retopología, donde se ordena de una manera correcta y óptima el espacio de las coordenadas UV.

Este proyecto he decidido realizarlo en mapas 4K, es decir de 4096 x 4096 píxeles teniendo en consideración que el personaje engloba un Trabajo Final de Grado además del deseo que este termine siendo una pieza de portafolio, con lo que la calidad ha de ser la máxima posible. Las otras opciones pasaban por 512, 1024 o 2048, siempre en un formato cuadrado.

El modelado orgánico lo he diferenciado en diferentes *Texture Sets* cuya definición no es otra que el set de texturas de cada material, es decir, cada material tendrá un espacio UV, si a un mismo objeto se le aplican diferentes materiales, por extensión, este dispondrá de varios sets de UV, lo que provoca un incremento de calidad en sus texturas. Así pues, en lugar de tener todas las partes corporales en un mismo set de UV, están divididos en tres: cara, tren superior y tren inferior.

3D Cut and Sew Tool en Maya permite realizar cortes en la geometría de una manera más rápida en lugar de escoger las aristas de manera individual haciendo más visibles las *UV Shells* que se van creando. Los cortes han de

⁹ Transferir atributos.

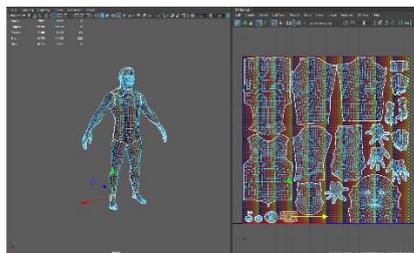


Fig. 23. Distribución de UVs en un mismo espacio.

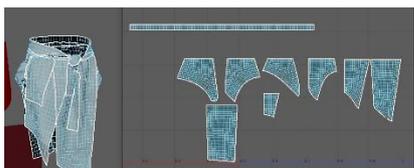


Fig. 24. UVs del vestuario directamente importadas de Marvelous.



Fig. 25. Distribución de las UVs según los sets de textura.

realizarse en lugares lo menos visibles posible ya que la textura que se disponga sobre la geometría comienza y termina aquí, pudiendo crear efectos no deseados como solapamiento o asimetría en las texturas. Más tarde, en la ventana de *UV Editor*, tras realizar los cortes adecuados y desplegar las UV, las dispongo en un orden adecuado, dejando un espacio entre las diferentes islas de UV tratando de aprovechar el mayor espacio posible.

Lo mismo ocurre con los props y la ropa. Una vez su topología es la adecuada, he realizado los cortes en la geometría en los sitios menos visibles para desplegar las UV en el *UV Editor*, retocando si es necesario diferentes vértices para optimizar el espacio.

3.4.2. Baking

Como se mencionó anteriormente, el baking hace referencia a la creación de los mapas que van a ser utilizados en el personaje, proyectando estos sobre el low poly. Lo he realizado en Marmoset, siendo más tarde el programa de renderizado a utilizar, que además permite ver el resultado del bake instantáneamente.

Realizo primeramente el mapa de Normales, el *Curvature Map*, *Ambient Occlusion*, *Position* y *Thickness Map*. Pese a esta numerosa cantidad de mapas, no son todos los necesarios para el render ya que faltaría el *Albedo* además del *Roughness* con tal de aportar color y definir las zonas de brillo, respectivamente.

Tanto la malla de low poly como la de high poly es importada en el espacio de trabajo de Marmoset y se integra cada una de ellas en su respectiva sección del *baker* desplegado en el menú desplegable de la izquierda. Aquí indico las propiedades con las que se va a realizar el proceso de bakeado y selecciono qué mapas quiero que se creen.

Estos mapas al ser creados pueden dar lugar a errores que tan solo son visibles una vez hemos finalizado el proceso. Es por esto que si los errores son mínimos pueden corregirse en Photoshop mediante herramientas como clonar o tampón en lugar de comenzar el proceso de nuevo ya que hay mapas cuya creación es bastante lenta y esta opción agiliza mucho más el proceso.

Toda esta parte del proceso se ejecuta tanto para la parte orgánica como para la inorgánica, a falta del texturizado posterior que proporcionará los mapas restantes comentados para la presentación final.



Fig. 26. Mapa de normales de la cara creado tras el baking.



Fig. 27. Propiedades para realizar el baking en Marmoset con la visualización instantánea de los resultados en el entorno de trabajo de la derecha.

3.5. Texturizado

Como bien he venido comentando con anterioridad, la parte de texturizado que además dota de color al personaje, la he realizado con Substance Painter. Este software supuso un gran avance para el flujo de trabajo en la industria debido a que permitía el texturizado directamente sobre la superficie tridimensional, donde antes se realizaba en Photoshop mediante las UV obligando al artista a gozar de una mayor visión espacial estableciendo la relación entre las coordenadas y el espacio 3D. Además de esto, los resultados son directamente visibles a la par que se realizan los cambios, algo inédito hasta la fecha.

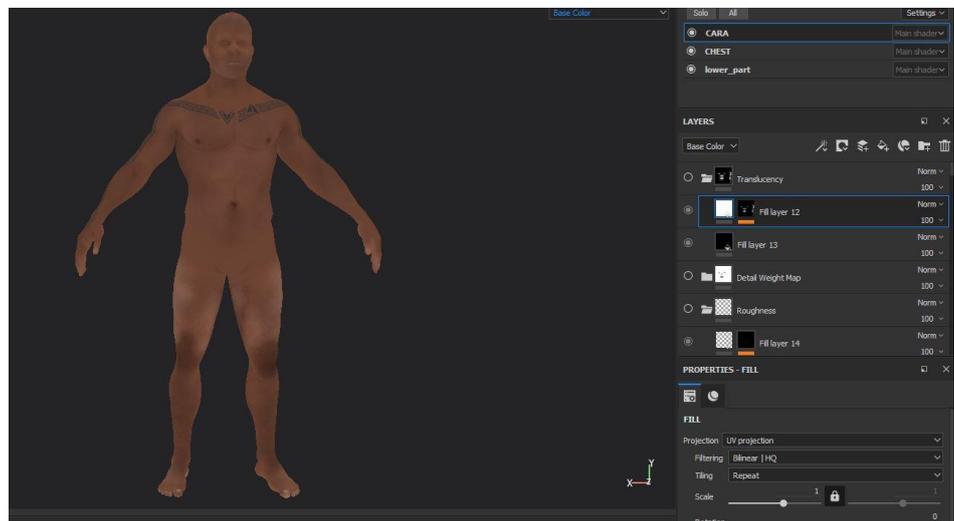


Fig. 28. Escena de Substance donde se refleja el mapa de color, sin ninguna incidencia lumínica con tal de ver el color original.

A la derecha, las diferentes capas y sets de textura utilizados en el mismo objeto.

Este software trabaja de manera individualizada con los objetos 3D, no permite la combinación de dos o más en la escena. Así pues, debo de texturizar de uno en uno pero sin embargo, puedo tener en el mismo objeto diferentes *Textures sets*. Por ejemplo, las cuerdas del personaje como pueden ser los collares o la que sujeta la bandolera, están combinadas en un mismo objeto pese a tener diferentes posiciones en el espacio, pero al ser diferentes sets de texturas, puedo trabajarlas de manera individual sin problema alguno.

Comienzo con la parte orgánica ya que gozo de una experiencia más sólida en comparación con el apartado inorgánico. La piel se organiza en diferentes capas, dando lugar a transiciones de color muy sutiles que terminan conformando el resultado final. Primeramente, he establecido una capa de base utilizando un material previo que otorga el programa, así es más sencillo y me aseguro de que no quede ninguna parte de la geometría por rellenar. Seguidamente, mediante la creación de capas, he ido pintando con diferentes pinceles y colores tratando de emular la superficie dermatológica.

Respecto a la parte inorgánica del personaje, cabe diferenciar entre el vestuario y accesorios, donde por ejemplo el brillo no es el mismo, o la sensación de desgaste es protagonizada de diferente manera; en resumen, hablo de diferentes materiales. Por tanto, traté de darle un toque desgastado a la indumentaria con tal de que contara también algo más del personaje, ya que la variación del vestuario influye de una manera enorme en cualquier persona.

Empecé de nuevo como base con un material que Substance Painter proporciona, pero daba un resultado muy basto y diferente del deseado. Sin embargo, este programa da la posibilidad de modificar el parámetro que se desee del material, construyendo así uno nuevo mucho más útil a partir de uno por defecto. Por consiguiente, adapté el color y brillo de uno de ellos, y tras la aplicación de varias capas, me acerqué al resultado que andaba buscando.

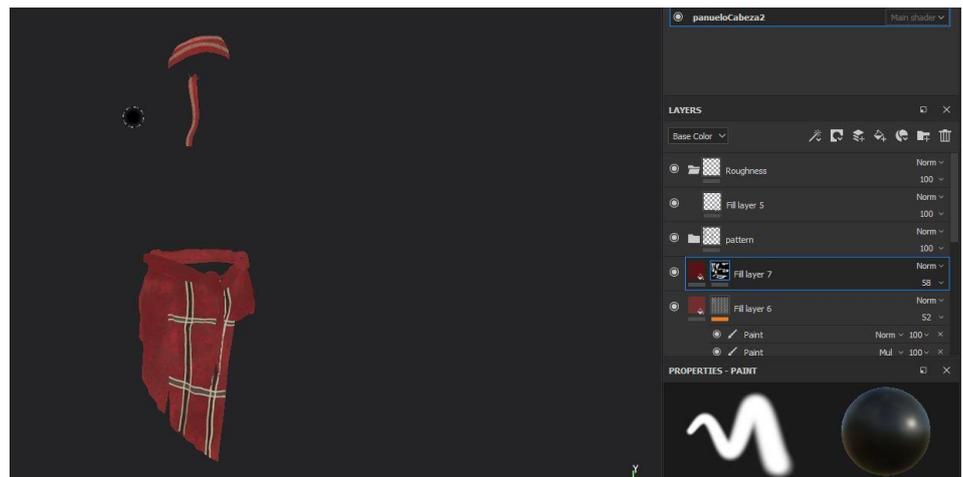


Fig. 29. Texturizado de la ropa.

Como se aprecia en este caso, dispongo de un único set de texturas pese a las diferentes partes del vestuario.

Para los demás accesorios, el flujo de trabajo fue bastante similar. Ha de quedar constancia que cada uno de ellos está construido de un material distinto y por ello, los parámetros también difieren.

3.6. Renderizado

Posiblemente la parte más relevante ya que se va a presentar el personaje al público en general, voy a vender el producto tras tanto tiempo de dedicación. Por ello se requiere un buen cuidado y una buena estética ya que el trabajo hasta aquí realizado no puede quedar atrás, se le ha de dar la relevancia que tiene y ha tenido, y en este apartado es donde todo cobra vida.

Realizado con el motor de renderizado a tiempo real Marmoset Toolbag y con la iluminación conocida como iluminación de tres puntos. Esta técnica es bastante conocida en el ámbito de la fotografía especialmente para los

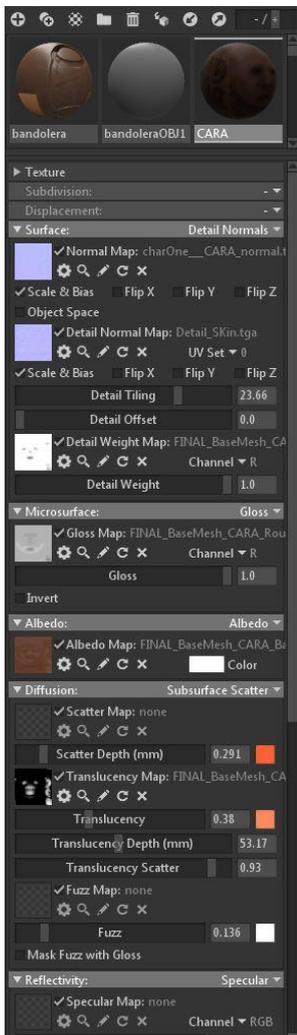


Fig. 30. Propiedades del material facial con la distinta aplicación de los mapas creados. Dentro de estos, se van modificando los parámetros.

retratos, la cual consiste en la disposición de una luz principal que crea la iluminación principal y define el ángulo predominante de la luz proyectando una sombra visible y densa; otra de relleno la cual complementa a la principal; y una última trasera con tal de leer toda la silueta del personaje, separando así la figura del fondo.

Seguidamente para establecer toda la escena, importé todos los objetos y mapas que previamente había texturizado con Substance Painter con tal de obtener todo el detalle de la geometría.

Así es como mediante la correcta disposición de cada uno de ellos y cambiando constantemente los parámetros, llegué al resultado final que se puede observar a continuación.

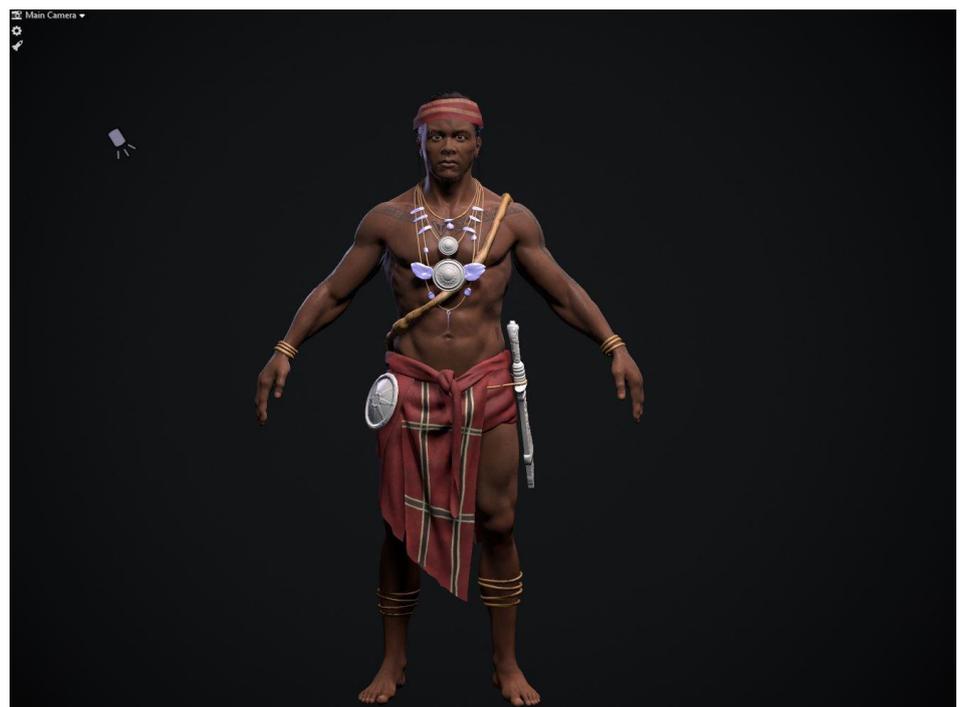


Fig. 31. Escena de render final.

3.7. Presupuesto

Licencias Software:

Ref.	Descripción	Ud.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
SOF1	Licencia ZBrush	Mes	1	39'95€	39'95€
SOF2	Licencia Maya	Mes	1	205€	205€
SOF3	Licencia Marvelous	Mes	1	50€	50€

SOF4	Licencia Substance	Mes	1	19'90€	19'90€
SOF5	Licencia Photoshop	Mes	1	30€	30€

Total: 344'85€

Mano de obra:

Ref.	Descripción	Ud.	Cant.	Precio unitario	Precio parcial
MOD1	Modelado	Día	14	200€/Día	2800€
UV1	Retopo + UVs	Día	10	200€/Día	2000€
ROP1	Ropa	Día	10	200€/Día	2000€
TXT1	Texturizado	Día	14	200€/Día	2800€
PEL1	Pelo	Día	10	200€/Día	2000€
RET1	Retoques	Día	2	200€/Día	400€

Total: 12.000€

Coste de fabricación: 12.344'85 €

Coste total: 12.344'85€

Nota: Estas tarifas y precios atienden a los precios establecidos en la fecha actual.

4. CONCLUSIONES

La elaboración de este proyecto ha significado un gran avance para mí. En primer lugar, he tenido la oportunidad de sentir la presión de los plazos de entrega, el cual ya estaba definido con anterioridad, pero sin embargo, no ha hecho que me libre de la tensión producida. Es por esto por lo que lo considero una buena experiencia para perfeccionar mis tiempos en proyectos futuros y optimizarlos según la producción lo requiera para mejorar las expectativas de integración en el sector profesional.

Entre las técnicas aprendidas no podría destacar ninguna en particular, pues teniendo en cuenta que esta era la primera vez que me enfrentaba al desarrollo completo de un personaje, también suponía la vez primera en realizar según que tareas: concretamente el pelo, la retopología y un renderizado en profundidad. Asimismo, cabe añadir que me he sentido fluido y cómodo en el desarrollo de estas pese a no saber en algunos momentos cómo

funcionaba alguna característica determinada, o solucionar un problema de facto.

Esto enlaza con la sensación de montaña rusa vivida durante todo el proceso. Si bien en ningún momento he dudado de mi voluntad por finalizarlo sin dejar que esto llegara a ser una presión añadida, sí que había de lidiar en numerosas ocasiones con días donde no terminaba del todo satisfecho con la jornada de trabajo que había realizado, llegando a sentir cierta frustración. Por otro lado, he disfrutado de jornadas señaladas donde el trabajo veía su fruto y los resultados lo reflejaban, creando en mí un sentimiento de autorrealización y satisfacción.

Por lo que respecta a los objetivos planteados al comienzo del Trabajo Final de Grado y enunciados en este documento, considero el cumplimiento de todos y cada uno de ellos, pues se ha logrado transmitir el diseño bidimensional a tridimensional siguiendo ciertas pautas y, sobre todo, está listo para ser implementado en cualquier motor de juego que haga posible la jugabilidad en plataformas medio-altas. Quizá difiero un poco con el primero de ellos donde aspiraba transmitir la máxima fidelización del diseño al modelo 3D y no se haya conseguido de una manera absoluta, pues cierto es que los rasgos, sobre todo faciales, no son fidedignos al cien por cien, sin embargo, esta aproximación ha sido conseguida mediante el texturizado y tono de piel.

Los conocimientos adquiridos durante la formación recibida en el grado en Diseño y Tecnologías Creativas han aportado valor al proyecto haciendo posible la maquetación de este documento, además de ayudar así a la composición creada en el set de renderizado, cuyos conocimientos en fotografía e iluminación han sido de especial relevancia.

Es difícil alcanzar un determinado nivel la primera vez que se realiza cualquier tarea, y más todavía si es en profundidad. Pese a todo ello, considero, además de un aprendizaje que no esperaba, que la totalidad del proyecto ha hecho darme cuenta como se trabaja, cuáles son los límites temporales que he de procurar cumplir y qué mejorar de cara a conseguir el objetivo mencionado: conseguir un puesto profesional en el sector 3D de la industria de los videojuegos.

5. BIBLIOGRAFÍA

ZARINS, U. (2017). *Anatomy of Facial Expressions*. Riga: Anatomy Next.

ZARINS, U. y KONDRATS, S. (2014). *Anatomy for Sculptors, Understanding the Human Figure*. Riga: Anatomy Next.

MOREAUX, A. (1997). *Anatomía Artística Del Hombre*. Madrid: Ediciones Norma.

SIMBLET, S. (2002). *Anatomía para el artista*. Barcelona: Blume.

SCHIDER, F. (1957). *An atlans of anatomy for artists*. New York: Dover Publications.

GORDON, L. (1982). *Dibujo anatómico de la figura humana*. Barcelona.

PLASENCIA CLEMENTE, C. (2007). *Las proporciones humanas y los cánones artísticos*. Valencia: UPV.

MARSCH, R. (1951). *Dibujo anatómico artístico según las obras de los grandes maestros*. Barcelona: Gustavo Gili.

SOLA, B.. *Main Game Character Concept Art: 1st Pass, Bryan Sola (real-time)*. Recuperado de: <https://www.artstation.com/artwork/r8DGE> [Consulta: 10 de enero de 2020]

ARTSTATION. *Feudal Japan: The Shogunate – Game Character Art (real-time)*. <<https://www.artstation.com/contests/feudal-japan/challenges/53>> [Consulta: 25 de enero de 2020]

ARTSTATION. *The Legend of King Arthur – Game Character Art (real-time)*. <<https://www.artstation.com/contests/the-legend-of-king-arthur/challenges/67>> [Consulta: 2 de febrero de 2020]

GRASSETTI, R. *ArtStation – Raf Grasseti*. Recuperado de: <https://www.artstation.com/grassetti> [Consulta: 2 de febrero de 2020]

LONGHI, G. *ArtStation – Glauco Longhi*. Recuperado de: <https://www.artstation.com/glaucolonghi> [Consulta: 2 de febrero de 2020]

DAS, D. *Retopology in maya from a scanned model*. [VÍdeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ippnghA3UHG>
[Consulta: 22 de febrero de 2020]

PIXOLOGIC. *Paul Gaboury – Did you know that? Halloween Edition – Episode 11* [VÍdeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=62W185IVQXM>
[Consulta: 4 de marzo de 2020]

FLIPPEDNORMALS. *Full 3D Character WorkFlow Explained – Sculpting, Retopo & Textures*. [VÍdeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=r8TiAjV2f8I>
[Consulta: 10 de marzo de 2020]

AUTODESK FORUMS. *XGen Guides*. <<https://forums.autodesk.com/t5/maya-forum/xgen-guides/td-p/6292057>> [Consulta: 15 de abril de 2020]

FLIPPEDNORMALS. *Retopology for Beginners in Maya* [VÍdeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=xDWta5O3n8>
[Consulta: 16 de febrero de 2020]

FLIPPEDNORMALS. *How to Get Good Topology for your Marvelous Designer Models*. [VÍdeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=VFafqW0Zlqk>
[Consulta: 16 de marzo de 2020]

FLIPPEDNORMALS. *How to Retopologize a Head in Maya*. [VÍdeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=9N4rG5qHWgk>
[Consulta: 20 de marzo de 2020]

POLYCOUNT. *Character UVs – Polycount*
<<https://polycount.com/discussion/218742/character-uv/p1?new=1>>
[Consulta: 3 de abril de 2020]

GAGARIN, I. *Shinobi | Game Character | Playlist*. [VÍdeo].

Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=0qpbouDe4gM&list=PLD04P2tHI8_FplxPcm4_Je9vr11OIP_zd
[Consulta: 5 de mayo de 2020]

3D SCAN STORE. *3D Head Models | from 3d scans by 3dscanstore.com*.
<<https://www.3dscanstore.com/3d-head-models>>

[Consulta: 19 de mayo de 2020]

MARMOSET. *Getting to Know Toolbag 3 | Ep. 4: Texture Baking*. [Video].

Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=9_2LlmbFBbc
[Consulta: 20 de mayo de 2020]

MARMOSET. *Baking Maps using Marmoset Toolbag 3.01 – Part 08*. [Video].

Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=9_2LlmbFBbc
[Consulta: 21 de mayo de 2020]

MARMOSET. *Getting to Know Toolbag 3 | Ep. 6: Subsurface Scattering*. [Video].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=30DJjxRagyk>
[Consulta: 21 de mayo de 2020]

MARMOSET. *Creating Real-Time Renders of a Goblin in Toolbag*.
<<https://marmoset.co/posts/creating-real-time-renders-of-a-goblin-in-toolbag/>>

[Consulta: 6 de junio de 2020]

MARMOSET. *Character and Material Setup in Marmoset Toolbag*.
<<https://marmoset.co/posts/character-and-material-setup-in-marmoset-toolbag/>>

[Consulta: 6 de junio de 2020]

LITHVALL, J. *Hair Creation for Games*.
<<https://www.cgmasteracademy.com/courses/48-hair-creation-for-games>> [Consulta: 2019]

JETHANI, S. *Character Texturing for Games in Substance*.
<<https://www.cgmasteracademy.com/courses/119-character-texturing-for-games-in-substance>> [Consulta: 2019]

SCOTT EATON. *Digital Figure Sculpture Course – ONLINE* < <http://www.scotteaton.com/digital-figure-sculpture>> [Consulta: 2019]

Charlas y referencias.

PIXOLOGIC. *Production Character & Environment Workflows in ZBrush with Santa Monica Studio*. [Video].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=hvTg61ExNf8>
[Consulta: 2019]

PIXOLOGIC. *The Art of Rafael Grasseti – 2019 ZBrush Summit*. [Vídeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=VmUikhiWu8c>
[Consulta: 2019]

ART CAFE. *Art Café #104 Raf Grasseti Art Direction, Artist Career and Social Media*. [Vídeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=258MwHvzmhA>
[Consulta: 2020]

PIXOLOGIC. *Official ZBrush Summit 2016 Presentation & Interview – Glauco Longhi*. [Vídeo].

Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=EYYw_sQPxyg
[Consulta: 2018]

PIXOLOGIC. *Official ZBrush Summit Presentation: Raphael Grasseti*. [Vídeo].

Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=8sCZ_36RgTY
[Consulta: 2017]

DIGITAL ARTCAST. *Staying motivated and gaining momentum – Glauco Longhi Interview*. [Vídeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Phx8oxyXWTK>
[Consulta: 2019]

PIXOLOGIC. *ZBrush Kaiju Creation for Pacific Rim: Uprising with DNEG – Zbrush Summit 2018*. [Vídeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=zmJWlibqNFE>
[Consulta: 2019]

PIXOLOGIC. *Blur Studio, Axis Studios, & Sideshow Collectibles Freelance 3D Character Artist Maria Panfilova*. [Vídeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=8U1KFjxPNd0>
[Consulta: 2020]

PIXOLOGIC. *Realistic Portraiture with Kris Costa*. [Vídeo].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Lfen-BSwWcE>
[Consulta: 2019]

6. ANEXOS

Complementando a la memoria aquí dispuesta, adjunto dos anexos que refuerzan a esta. El primero de ellos se trata de un glosario de términos que tratan de facilitar la comprensión del texto debido a los diferentes anglicismos y vocabulario técnico que se utiliza.

Por otro lado, el segundo anexo consta de una serie de imágenes que relatan, de una manera mucho más visual, todo el trabajo desarrollado hasta el resultado final.