



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Bellas Artes

Diseño, modelado y texturización de un personaje para un videojuego de acción-aventura.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Bellas Artes

AUTOR/A: Serrano Mateu, José María

Tutor/a: Martí Ferrer, Francisco

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

TFG

DISEÑO, MODELADO Y TEXTURIZACIÓN DE UN PERSONAJE PARA UN VIDEOJUEGO DE ACCIÓN-AVENTURA.

Presentado por Jose Maria Serrano Mateu
Tutor: Francisco Martí Ferrer

Facultat de Belles Arts de Sant Carles
Grado en Bellas Artes
Curso 2021-2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

RESUMEN

En esta memoria se expone el proceso de diseño y creación de un personaje original, con los requisitos técnicos necesarios para poder introducirlo en motores para videojuegos. El personaje creado es un pirata y se implementaría en un videojuego de acción/aventura ubicado temporalmente en el ocaso de la época dorada de la piratería.

En la fase de preproducción, se realizaron tareas de documentación y referencia para la creación de un *background* y un *concept art* coherentes con el contexto histórico mencionado. Además, se analizaron técnicamente otros personajes de videojuegos con características similares y se realizaron una serie de pruebas técnicas antes de proceder a la producción del personaje. Durante la fase de producción se utilizaron diversas técnicas y softwares dedicados al modelado y texturizado digital, con el fin de dotar al personaje del aspecto deseado.

Finalmente, se exportó el resultado final de todos los objetos que componen al personaje, para implementarlo en el motor de juego Unity con el fin de preparar la iluminación de la escena y así poder realizar el renderizado final.

Palabras clave: modelado, 3d, videojuego, personaje.

ABSTRACT

This document presents the process of design and creation of an original character, with the necessary technical requirements to be able to introduce it in videogame engines. The character created is a pirate and would be implemented in an action/adventure videogame set in the twilight of the golden age of piracy.

In the pre-production phase, documentation and reference tasks were carried out for the creation of a background and concept art consistent with the historical context mentioned. In addition, other video game characters with similar characteristics were technically analyzed and a series of technical tests were carried out before proceeding with the production of the character. During the production phase, various techniques and software dedicated to digital modeling and texturing were used in order to give the character the desired appearance.

Finally, the result of all the objects that make up the character was exported, to implement it in the Unity game engine in order to prepare the lighting of the scene and thus be able to perform the final rendering.

Key words: modelling, 3d, video game, character.

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Objetivos y metodología	5
2.1 Objetivos	5
2.2 Metodología	6
3. Contexto y referentes	8
3.1 Contexto profesional	8
3.2 Referentes	9
3.2.1 Videojuegos	10
3.2.2 Character Artists	11
4. Desarrollo	12
4.1 Preproducción	12
4.1.1 Concept	12
4.1.2 Background	13
4.2 Producción	15
4.2.1 Modelado del cuerpo	15
4.2.2 Modelado de la ropa	16
4.2.2.1 Camisa	17
4.2.2.2 Chaleco	17
4.2.2.3 Pantalón	18
4.2.2.4 Botas	18
4.2.2.5 Cinta de la cabeza	18
4.2.2.6 Faja	19
4.2.3 Modelado de accesorios	19
4.2.3.1 Arma	19
4.2.3.2 Brazaletes	20
4.2.3.3 Daga	21
4.2.3.4 Bolsa	21
4.2.4 Creación del pelo	22
4.2.5 Topología y UVs	23
4.2.6 Materiales y texturas	25
4.2.6.1 Texturizado de la ropa	26
4.2.6.2 Texturizado de accesorios	27
4.2.6.3 Texturizado de la piel	28
4.2.7 Implementación en un motor de juegos	30
5. Conclusiones	35
6. Anexo	36
6.1 Anexo I: Glosario de términos	36
6.2 Anexo II: Concept art	39
7. Bibliografía	42
8. Índice de figuras	45

1. INTRODUCCION

El motivo por el cual he realizado este trabajo se debe al interés por adquirir conocimientos y habilidades en el ámbito del modelado digital de personajes para videojuegos 3D, y de esta forma tener un perfil profesional de *Character Artist*.¹

Debido a mi interés por las historias de aventuras, tanto en el medio del videojuego como del cine, el personaje que decidí crear se trata de un pirata llamado John Pargo, cuyas características están inspiradas en otros personajes de videojuegos. También se ha tenido en cuenta los trabajos de otros artistas que han trabajado en grandes producciones como *Uncharted*, *God of War* o *Assassin's Creed*.

En cuanto al flujo de trabajo, se han seguido métodos estándar en la creación de personajes para videojuegos 3D. Durante este proceso he podido ampliar mis conocimientos y experiencia en el campo del modelado 3D como *Character Artist*.

Esta memoria, tras la introducción, se compone de 7 capítulos, correspondientes a los objetivos y metodología, el contexto y los referentes, el desarrollo del trabajo, y las conclusiones. Posteriormente se adjuntan unos anexos correspondientes a un glosario de términos y el concept art del personaje, la bibliografía y un índice de figuras.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS

El principal objetivo de este proyecto es diseñar, modelar digitalmente y texturizar un personaje original para videojuegos, adecuado para una producción del género acción/aventuras, en consonancia con características técnicas (cuenta de polígonos, despiece, mapas) de las últimas entregas de las sagas *Uncharted*, *Tomb Raider* o *Assassin's Creed*.

Para alcanzar este objetivo, es necesario adquirir ciertas competencias propias del perfil profesional de *Character Artist*², lo que implica el estudio de una serie de referentes de la industria y la documentación técnica a través de diversas fuentes, para determinar un flujo de trabajo eficiente, empleando

¹ Ver Anexo I. Glosario de términos.

² Ver Anexo I. Glosario de términos.

herramientas ampliamente utilizadas en el contexto profesional para este tipo de producciones, ajustando el modelo a un número de polígonos adecuado para un videojuego de estas características.

2.2 METODOLOGÍA

Inicialmente se realizó un proceso de búsqueda de estilo y temática del personaje a realizar. Primero se hicieron bocetos e ilustraciones para dar con el aspecto general del personaje. Después se pensó cómo interactuaría este personaje en el hipotético videojuego en el que aparecería como protagonista. Para ello se tomaron en cuenta mecánicas de otros juegos de acción que pudiesen encajar con el diseño del personaje.

El siguiente paso fue la documentación sobre el apartado técnico y estético de videojuegos AAA³ como *Uncharted 4* (Naughty Dog, 2016), *Assassins Creed IV: Black Flag* (Ubisoft, 2013), *God of War* (Santa Monica, 2018) o *Bloodborne* (From Software, 2015), entre otros. Entre otras fuentes, se han consultado conferencias⁴ de los artistas que trabajaron en estos y otros juegos de características similares, para obtener más conocimientos sobre ciertas técnicas y procedimientos.

Como últimas tareas de la de preproducción, se realizaron unas pruebas iniciales para decidir cómo se podría llevar a cabo la producción del personaje. Además de profundizar en el aprendizaje de los distintos softwares utilizados para proceder correctamente con las herramientas que ofrecen estos programas.

Una vez realizadas estas pruebas iniciales se consideró un cronograma para determinar el tiempo de producción de las distintas fases del proyecto. El periodo de producción abarca 5 meses, desde febrero a junio de 2022. Durante el mes de febrero, se comenzaron a crear las mallas base de los distintos objetos que componen al personaje. La fase de detallado en *highpoly*⁵ de esos objetos se realizó durante el mes de marzo. Durante abril, se llevó a cabo la siguiente fase de creación de coordenadas UV para permitir la transferencia de detalle. Una vez hecho esto, en el mes de mayo, se comenzaron a pintar las texturas de los objetos. Finalmente, el mes de junio se dedicó a las correcciones puntuales que necesitaba el proyecto, y a la implementación del personaje en el motor de juego.

³ Ver Anexo I. Glosario de términos.

⁴ Official ZBrush Summit 2016 Presentation - Naughty Dog. (2016, 29 octubre). [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=aHmWZey9r9g&t=959s>

⁵ Ver Anexo I. Glosario de términos.

Hay que destacar que algunas partes han sido más laboriosas que otras, y que han surgido problemas que hubo que corregir a posteriori, por lo que no todas las fases han seguido estrictamente el tiempo de producción planeado inicialmente.

La primera de las fases de la producción fue el modelado del cuerpo y de algunos accesorios principales. Para el cuerpo se ha seguido un método clásico en la elaboración de personajes para videojuegos 3D, consistente en la creación de las mallas base en un software apropiado para ello, como es en este caso *3ds Max*, y después exportarlo a un software especializado en modelado *Highpoly*, como es ZBrush. Después, se exportaron estas mallas a ZBrush y se procedió a subdividir cada una para agregar una mayor cantidad de detalle y así obtener un modelo *high poly* de cada pieza. Sin embargo, la indumentaria y accesorios se crearon a partir de un *extract* de zonas de la malla del cuerpo en Zbrush, un procedimiento habitual que optimiza el modelado de estos elementos, al partir de una geometría ya definida.

Tras la subdivisión y definición de estas nuevas mallas en *high poly*, se les aplicó una *retopología*⁶ para reducir el número y ordenar la distribución de los polígonos en la superficie y obtener la versión *low poly* necesaria para su implementación en el motor de juego.

Otros elementos de la indumentaria, que se debían adaptar a la figura del personaje se realizaron de forma modular mediante la repetición de una geometría creada a propósito, utilizando un pincel *IMM*.

Una vez obtenidas todas las mallas con una topología y densidad adecuadas, se procedió a la creación de las coordenadas UV, para, a continuación, elaborar los distintos mapas que se aplicarían sobre el modelo en baja resolución que se utilizaría *in game*⁷. Algunos de estos mapas se generaron por proyección de la geometría *high poly* sobre la *low poly*, mientras que otros, como los de albedo, se elaboraron en el Substance Painter.

Finalmente se importaron en Unity todos los objetos resultantes, a los que se asignaron sus correspondientes materiales, para realizar los renders finales, utilizando las posibilidades de iluminación del motor.

⁶ Ver Anexo I. Glosario de términos.

⁷ Ver Anexo I. Glosario de términos.

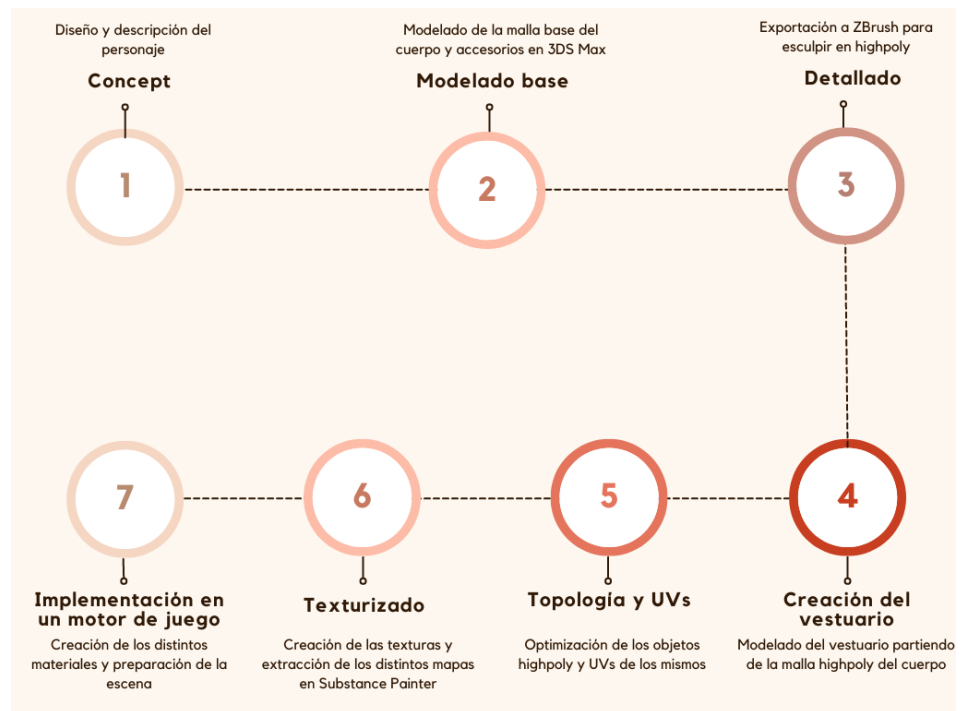


Fig.1 Diagrama de flujo de trabajo durante las fases de preproducción y producción del proyecto.

3. CONTEXTO Y REFERENTES

3.1 CONTEXTO PROFESIONAL

Los videojuegos son productos culturales cuya industria experimenta un constante crecimiento y evolución. En los últimos años, ésta ha crecido notablemente, y actualmente “esta industria supera ampliamente la facturación del sector audiovisual y musical conjuntamente” (Mainer, 2020).

En España, este sector facturó más de 1.700 millones de euros en el año 2021, lo que “supone un crecimiento del 2,75% frente a la cifra de 2020” (Delgado, 2022). En cuanto a empleo también está aumentando el índice de inserción laboral, con más de 30 mil trabajadores, de diferente índole, dedicándose a esta industria. Además, el número de estudios desarrolladores de videojuegos en nuestro país se estima por encima de los 600, aumento relativo que viene acompañado de una creciente inversión internacional.

“Se buscan programadores, diseñadores, dibujantes y jugadores para un sector que, según los expertos, tiene una inserción laboral por encima del 85 %” (Sánchez y Hernández, 2022).

Además, la demanda de productos del sector propicia la aparición de pequeñas empresas e implica una necesidad de formación para el sector.

“El objetivo siempre debe ser la creación de un ecosistema sano con pequeños y grandes estudios, proveedores de servicios y una red educativa que se encargue de la formación de los trabajadores del mañana” (Falk, 2021).

Para el desarrollo de videojuegos, son necesarios profesionales en los ámbitos del diseño, la programación y el apartado artístico. La comunicación y entendimiento entre los miembros de diferentes campos del desarrollo es fundamental para facilitar el flujo de producción y garantizar un buen acabado del producto final.

El rol dentro del equipo artístico que corresponde al enfoque de este trabajo es el de *Character Artist*, quien se encarga de diseñar los personajes de los videojuegos, que realiza la traslación del estilo de las ilustraciones creadas por los *Concept Artist* a los modelos digitales de los personajes diseñados, basándose en las indicaciones y supervisión del *Art Director*. Para ello se utilizan una serie de softwares complementarios, integrados en un flujo de trabajo adecuado para completar el trabajo con los requisitos particulares del proyecto.

3.2 REFERENTES

En este apartado se expondrán los principales referentes para la realización de este proyecto, tanto técnicos como estéticos.

Debido a que este proyecto aborda la creación de un personaje para videojuegos de acción y aventuras, mis referencias han ido directamente hacia producciones del género, tanto en el campo de los videojuegos como en el del audiovisual no interactivo (cine y series).

Desde el inicio del proyecto se han tenido presentes características de algunos de los protagonistas más icónicos del cine y los videojuegos de aventuras como los de las sagas de Indiana Jones, *Uncharted* y *Tomb Raider*.

Estas franquicias están protagonizadas por exploradores que se ven envueltos en situaciones de riesgo con el fin de encontrar reliquias históricas. Dado que el personaje realizado es un pirata, por cuestiones relativas al contexto y la historia deseados, también se tomaron como referentes la serie de filmes *Piratas del Caribe* y la serie de animación japonesa *One Piece*. En estas dos obras, sus personajes también viven una serie de eventos peligrosos con el fin de encontrar tesoros procedentes de las leyendas piratas, en lugar de reliquias históricas.

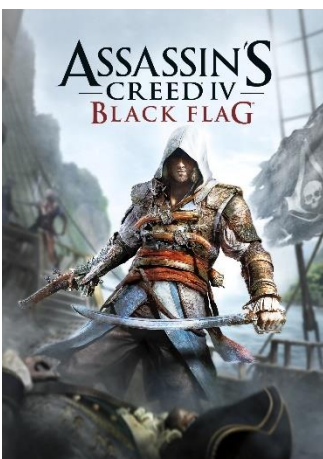


Fig. 2 Carátula del videojuego *Assassin's Creed Black Flag* (2013).

3.2.1 Videojuegos

El videojuego que ha servido como principal referente en cuanto a temática ha sido *Assassin's Creed IV: Black Flag*. La historia de este juego ubicado en el Caribe comienza en 1715, narra la historia de Edward Kenway, un pirata que forma su propia tripulación y se rodea de figuras históricas -como es habitual en la franquicia- de la piratería internacional del siglo XVIII en el Caribe, como Barbanegra, Anne Bonny o Jack Rackham.

Otro aspecto a tener en cuenta fue la complexión del personaje. En este aspecto se buscaba crear un personaje con una constitución delgada. Es por ello por lo que se acudió a otros videojuegos de este género o similares. Las principales referencias fueron la saga de acción y sigilo *Metal Gear Solid* desarrollada por Konami, y el videojuego *Bloodborne* de From Software.

Inicialmente la saga *Metal Gear Solid* iba a tener un protagonista con un cuerpo más musculoso y robusto, pero fue idea del diseñador de personajes Yoji Shinkawa, apoyado por su estilo de dibujo, crear un personaje entre delgado y atlético, que permitiese diferenciar a la franquicia del resto de videojuegos bélicos.⁸ El resultado fue un soldado que encajaba perfectamente con las mecánicas de sigilo de la saga.

En cuanto a *Bloodborne*, es un videojuego de *Rol* y *RPG*, en cual el jugador puede crear su propio personaje gracias a las posibilidades que ofrece el editor de avatares. Pero hay una cierta limitación, debido de nuevo a una decisión artística en consonancia con la estética del juego, ya que los ajustes del editor no permiten crear personajes gruesos y musculados.

Por otra parte, se buscaba un personaje cuya identidad se apoyase en una herramienta/arma que definiese su personalidad dentro del mundo del juego que protagonizaría. En este aspecto, los principales referentes fueron las sagas *Assassin's Creed* y *God of War*. En estas dos franquicias, los protagonistas portan un objeto que no solo define el aspecto de los personajes, sino también las mecánicas principales de los juegos.

En el caso de *Assassin's Creed*, la hoja oculta, y sus variaciones, se han convertido en un icono de la identidad de la saga. Estas dagas que portan sus protagonistas en un brazalete permiten al jugador accionar un ataque que



Fig.3 Ilustración de Yoji Shinkawa. Solid Snake, protagonista del videojuego *Metal Gear Solid*.



Fig. 4 Concept art del videojuego *Bloodborne*.

⁸ De Las Cuevas, Rafael. Scanliner (2017). *METAL GEAR SOLID: EL autor. Historia, inspiración y mecánicas*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=pwa690wtu7o>

incapacita a los enemigos, y así completar las secciones del juego sin ser vistos por los *NPCs* (non playable character).

En la saga *God of War* encontramos las espadas del caos, una especie de cuchillas unidas por unas cadenas a los brazos del protagonista. Estas espadas permiten encadenar toda una serie de ataques a corta y larga distancia, lo cual ha convertido a la saga en uno de los principales referentes del subgénero de acción *Hack and Slash*⁹.

Por otra parte, también se ha tomado como referencia el gancho, que ofrece al jugador la posibilidad de moverse con mayor libertad por el escenario utilizando mecánicas que se han popularizado recientemente en los videojuegos de acción¹⁰. Algunos videojuegos actuales que poseen estas mecánicas son *Sekiro: Shadow die twice*, la saga *Batman Arkham*, *Marvel's Spiderman* o *Assassin's Creed Syndicate*, entre otros.

3.2.2 Character Artists

Los artistas que más sirvieron de inspiración durante la realización de este trabajo han trabajado en empresas desarrolladoras que han realizado algunos de los títulos más populares de la industria en los últimos años, como *Naughty Dog*, un estudio cuyas obras son la principal fuente de inspiración en este proyecto, *Santa Monica Studio* o *Ubisoft*.

En estos estudios trabajan una gran cantidad de talentosos artistas reconocidos en toda la industria, pero de entre ellos, aquellos cuyo trabajo se ha tomado como referencia en este proyecto son:

- Frank Tzeng¹¹ y Soa Lee¹², artistas digitales que actualmente trabajan como *Lead Character artist* en *Naughty Dog*, y han sido responsables de la creación de los personajes principales de los últimos títulos de este estudio, como *Uncharted 4*, *Uncharted: El legado perdido* y el aclamado *The last of us: part II*.
- Raf Grasseti¹³, quien trabaja como *Art Director y Principal Artist* en *Santa Monica Studio*, y en ocasiones como *freelance*. Sus trabajos

⁹ Subgénero del beat'em up, juegos de acción los cuales se centran en el combate con armas.

¹⁰ Figares, D (2016). *Videojuegos con mucho gancho*.

https://as.com/meristation/2016/08/10/reportajes/1470816480_157387.html

¹¹ Frank Tzeng [frank_tzeng]. Recuperado el 22 de junio de 2022.

<https://www.artstation.com/artwork/L3gJr>

¹² Soa Lee [soalee]. Recuperado el 22 de junio de 2022.

<https://www.artstation.com/artwork/L3gJr>

¹³ Raf Grasseti [grasseti]. Recuperado el 22 de junio de 2022.

<https://www.artstation.com/grasseti>



Fig. 5 Modelado de la hoja oculta de *Assassin's Creed Valhalla*. Realizado por el artista Diego Sain.



Fig. 6 Modelado de la cabeza de Nathan Drake (*Uncharted 4*). Realizado por el artista Frank Tzeng.



Fig. 7 Modelado de Eivor (*Assassin's Creed Vallhalla*). Realizado por Michel Randriamiandriay.

ofrecen un alto nivel de detalle y realismo en toda una variedad de personajes de diferentes estilos.

- Yibing Jiang¹⁴, cuyo trabajo como *Creative and Art Director* en *Naughty Dog*, ha servido como inspiración en cuanto al apartado de texturizado y tratamiento de materiales.
- Michel Randriamiandriay¹⁵, quien ha trabajado como *3D Artist* en la creación de personajes para los videojuegos *Assassin's Creed Valhalla* y *Ghost of Tsushima*.

4. DESARROLLO

4.1 PREPRODUCCION

4.1.1 Concept

Para la conceptualización del personaje, primero se decidió en qué tipo de juego se introduciría este, luego se determinó si estaría ambientado en el presente, en el pasado o en un hipotético futuro. A continuación, se elaboró una breve historia para dotar de mayor personalidad e identidad al personaje. Finalmente se diseñó el aspecto definitivo del personaje con relación a los aspectos tratados anteriormente.

El resultado fue el diseño de un pirata con un vestuario inspirado en las prendas de ropa propias de este tipo de personajes, como resultado de la búsqueda de referentes.

Con una figura esbelta, piel tostada y cabello castaño claro, este personaje viste con ropas ligeras: una blusa sujeta a unos pantalones bombachos mediante una faja, botas altas, una cinta en la cabeza que le cubre gran parte de la frente, y una bandera pirata del revés a modo de chaleco.

Además de estas piezas de ropa, el personaje porta consigo una bolsa, una daga colgada de la correa de dicha bolsa y un cañón/arpón de elaboración propia sujeto al antebrazo. El diseño de este arpón surgió de los referentes mencionados anteriormente y se trata de una herramienta que permite a este



Fig. 8 Concept art de John Pargo.

¹⁴ Yibing Jiang [yibingjiang]. Recuperado el 22 de junio de 2022.

<https://www.artstation.com/yibingjiang>

¹⁵ Michael Randriamiandriay [mikart3d]. Recuperado el 22 de junio de 2022.

<https://www.artstation.com/mikart3d>

personaje moverse con agilidad por el escenario de juego, así como incapacitar a los enemigos guardando las distancias.

Como detalles finales, este pirata lleva grabados una serie de tatuajes por todo el cuerpo, y su rostro está cubierto por pintura negra alrededor de los ojos.



Fi. 9 Concept art del rostro de John Pargo.



Fig.10 Diseño final del aspecto de John Pargo.

4.1.2 Background

Durante el siglo XVII, la piratería, aunque ilegal, había sido tolerada por distintos gobiernos y poderosos comerciantes, si esta práctica les beneficiaba política y económicamente. Pero a principios del siglo siguiente, empezó a convertirse en un movimiento descontrolado, en el que estos merodeadores del mar comenzaron a saquear embarcaciones y bases coloniales de los distintos gobiernos de forma extendida. Estos experimentados marineros, llamados corsarios, ya no actuaban bajo el permiso de un gobierno u otro, si no que vivían bajo las “democracias” que habían establecido tanto en sus barcos como en diferentes refugios en tierra firme.

Estos merodeadores anarquistas eran piratas que no tenían una base de operaciones regular. Vagaron por los mares, dividiéndose y uniéndose como amebas. Vivían en pequeñas democracias autosuficientes que generalmente operaban por el voto de la mayoría, y a la minoría se le pedía (u obligaba) a marcharse. (Rediker, 1988) (p. 354).

En este contexto, aparece este personaje. Un marinero inglés de ascendencia española llamado John Pargo, quien comenzó siendo un pirata como otros, pero acabó convirtiéndose en un cazador de piratas.

Este personaje creció viendo como estos corsarios volvían a los puertos ingleses tras haber llevado a cabo sus actos criminales en el Nuevo Mundo sin que las autoridades les castigasen¹⁶. Bajo sus ojos, esos marineros eran libres. Fascinado por lo que para él representaban los corsarios, decidió colarse como polizón en un barco pirata, con la esperanza de ser aceptado como miembro de la tripulación.

Los primeros años como pirata fueron cómo él esperaba, navegar con sus camaradas saqueando todo aquello que querían, viviendo al margen de las normas de la sociedad, viviendo peligrosas pero emocionantes aventuras. Debido a su agilidad y composición delgada y atlética era capaz de moverse con facilidad por zonas en las que otros tenían dificultades, y escapaba de las autoridades sin demasiados problemas. De este modo, poco a poco, fue adquiriendo renombre en las costas caribeñas, bajo el apodo "El Mono".

Aunque a medida que fue ganando fama con el paso del tiempo, su percepción sobre la piratería fue cambiando. Tras al aumento de presencia de las embarcaciones británicas, como respuesta a los masivos ataques y saqueos producidos, los piratas fueron perdiendo territorio y capacidad de actuación. Es por ello que, en este contexto, el sentimiento de desconfianza aumentaba dentro de su tripulación.

"El gobierno también estaba muy preocupado porque la piratería estaba tan extendida que estaba expulsando a los colonos honestos de sus colonias y dejándolas tan despobladas que se estaban convirtiendo en una gran tentación para que las potencias extranjeras se apoderaran de ellas". (Cartwright, 2021).

Para nuestro protagonista, quien había logrado tener tanta o más fama que su capitán, este ambiente de desconfianza le alcanzó. Por temor a ser reemplazado y perder la fortuna que había obtenido, su capitán ordenó a John navegar él solo a una pequeña isla casi desierta para desenterrar un supuesto tesoro. Cuando llegó, tan solo encontró a otros individuos, algunos miembros de su tripulación, con la intención de matarle.

¹⁶ Rediker, M. (1988). *Pirates and the Imperial State*. The John Hopkins University Press. https://www.academia.edu/20971258/Pirates_and_the_Imperial_State

John luchó y consiguió acabar con sus adversarios en lo que fue una trágica matanza. Permaneció solo en aquella isla sin recursos durante días. Su destino parecía la muerte, pero cuando apenas le quedaban fuerzas, una embarcación, le localizó y le rescató.

Dolido y rabioso por la traición que acababa de vivir, se dispuso a llevar a cabo su venganza de una forma particular. Dado que no deseaba seguir siendo considerado como pirata, decidió darles caza y entregarlos a las autoridades. Para ello, elaboró una herramienta con materiales de la armería del barco en el que se encontraba, y decidió salir a darles caza.



Fig. 11 Jolly Roger del pirata Henry Avery.

Una noche, con su habilidad en el combate y su nueva herramienta pudo lograr incapacitar a todos los miembros de su antigua tripulación. Cuando acabó con el capitán, quitó la bandera del mástil y se la colocó del revés en la espalda, y con el logo rasgado, para dejar claro allá donde fuese cuales eran sus intenciones.

El logo, también conocido como *Jolly Roger*, se trata del estandarte que representaba a cada navío. Existen una gran variedad de diseños entre los piratas más reconocidos de la época, pero el más común de todos es el de una calavera junto a dos huesos atravesados entre sí formando una cruz¹⁷.

4.2 PRODUCCION

4.2.1 Modelado del cuerpo

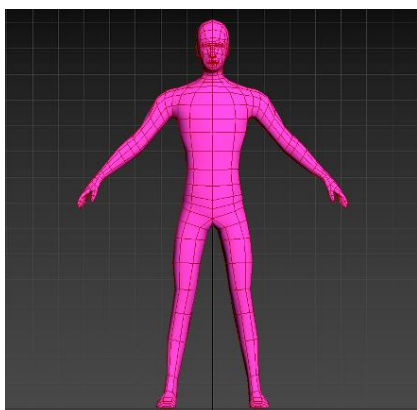


Fig. 12 Malla base del cuerpo.

Una vez estaba definido el diseño del personaje y sus diferentes piezas, se procedió a crear una malla base del cuerpo con la adecuada topología teniendo en cuenta las referencias usadas para el rostro en 3ds Max, para después ser exportada a Zbrush y poder añadir un mayor detalle al cuerpo en general y adaptarse mejor al diseño final. Sobre todo, se prestó especial atención a la cara, pues será el elemento del cuerpo que más se verá en el resultado final. Debido a que a la hora de construir la malla base, se aplicaron unos *Edge loops*¹⁸ comunes para un rostro humano, que luego se ajustarían al diseño final, permitiendo que el proceso de detallado de la cara del personaje fuese bastante sencillo, y centrarse en los elementos definitorios, como la nariz o la boca. Para facilitar la posterior implementación de los ojos y la dentadura, se crearon orificios en estas zonas. Mientras que la cuenca de los ojos está completamente

¹⁷ Cartwright, M. (2022). Edad de Oro de la Piratería. Enciclopedia de la Historia del Mundo. <https://www.worldhistory.org/trans/es/1-19990/edad-de-oro-de-la-pirateria/>

¹⁸ Ver Anexo I. Glosario de términos.

vacía, es decir, no hay caras interiores, el interior de la boca si se completó, por si se daba el caso que fuese visible a través de la dentadura.

En cuanto al resto del cuerpo, se aplicó un detallado más leve, en parte debido a que no se vería finalmente en su mayoría, y porque se buscaba crear una complexión delgada, por lo que no se definió en exceso la musculatura, tan solo aquellas partes que por la naturaleza del personaje estarían más desarrolladas o serían visibles una vez se crease su vestuario, como la zona superior de la espalda, los brazos o las manos. En cuanto al pecho y torso, se le dio un aspecto un tanto esquelético, de nuevo atendiendo a las condiciones del diseño inicial.

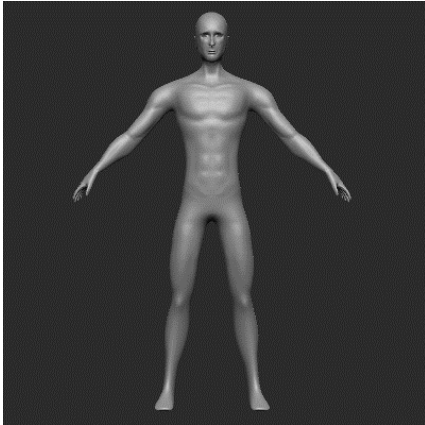


Fig. 13 Malla high poly del cuerpo.

Volviendo al detallado del rostro, una vez se definió su estructura general, se crearon los ojos y la dentadura de forma sencilla en Zbrush. Para los ojos se creó una esfera, que después se duplicaría, del tamaño adecuado para que no hubiese huecos entre la piel y el glóbulo ocular. Mientras que, para el interior de la boca, se decidió realizar solo la dentadura, pues en este caso concreto, el personaje tendría la boca abierta de forma muy leve, por lo que se descartó detallar partes como la encía o la lengua.

4.2.2 Modelado de la ropa

Desde la concepción del personaje, se pensó en la ropa como un elemento característico. Se buscaba cierto grado de realismo, por lo que teniendo en cuenta las características conceptuales, el objetivo era crear una vestimenta sencilla y creíble para un pirata. Para ello se tomaron como referencia aquellas prendas de ropa asociadas a estos personajes. Dado que cada pieza del vestuario está compuesta por distintos materiales y otras características, se siguieron dos métodos de elaboración.

Aquellas que se debían ajustar mejor a la superficie del cuerpo del personaje, se comenzó su proceso mediante la extracción de un objeto partiendo de una máscara que se realizó en distintas zonas de la malla en alta densidad poligonal creada previamente mediante herramienta *extract*¹⁹ de ZBrush. Posteriormente se moldearían y detallarían cada uno de estos objetos resultantes para dar un aspecto característico a cada uno. Lo más importante para dar ese aspecto realista fue buscar toda una serie de referencias de distintos tipos de vestuario y tejidos, y por lo tanto lograr modelar el aspecto de los diferentes materiales.

Mientras que hubo otras piezas de vestuario, que, por la naturaleza rígida de sus materiales, o por su relevancia en comparación con otras piezas de ropa con

¹⁹ Ver Anexo I. Glosario de términos.

mayor atención al detalle, el proceso se inició en 3ds Max, y en algunos casos no fue necesario llevarlas a Zbrush para seguir agregando detalle.

4.2.2.1 Camisa

La prenda que se buscaba crear para el torso del personaje era una especie de blusa de aspecto ancho y ligero, con las mangas recogidas a media altura del brazo.

Teniendo en cuenta estos requisitos se definieron aquellas zonas que se verían más afectadas, como son las mangas, la zona bajo las axilas y el bajo abdominal. Al tratarse de una pieza de ropa con cierta holgura con respecto a la superficie del cuerpo, fue necesario modelar tanto el exterior como el interior de la malla. Para ello, y una vez finalizado el modelado de la capa exterior de la camisa, se utilizó la herramienta *Shell* de 3ds Max. Esta herramienta permite crear una extensión idéntica de la malla base hacia dentro o hacia afuera. Dado que mediante esta función se crea un duplicado de todas las caras de la malla, posteriormente se eliminaron aquellas caras que no serían visibles una vez finalizado el objeto, para así optimizar la pieza y ahorrar recursos a la hora de implementarlo en el motor de juego, como se detallará más adelante.



Fig. 14 Malla high poly de la camisa.

Por último, se taparon los agujeros de las mangas mediante la extrusión de las caras interiores y uniendo los vértices de todas ellas mediante la herramienta *Weld*. Como detalle adicional se crearon una serie de correas en la parte del pecho, las cuales serían el sistema de ajuste. Para las cuerdas, se creó un módulo el cual se duplicó las veces necesarias, y se modificó su curvatura para dar un aspecto menos rígido. Por último, se crearon unas arandelas por las cuales pasarían las correas, colocadas en sus correspondientes posiciones.

4.2.2.2 Chaleco

Esta es sin duda la pieza de ropa más característica del personaje. Se trata de una bandera pirata convertida en chaleco. Estructuralmente, la pieza se dividió en dos partes, la zona superior que se ajustaría al torso (de forma similar a la camisa) y la parte inferior que tendría un aspecto parecido a una capa, que se moldearía de forma independiente sin necesidad de adaptarse al cuerpo.

Esta pieza del vestuario del personaje, naturalmente, tiene incluso más holgura que la camisa, por lo que también se realizó el mismo proceso para crear esa doble cara de la superficie. En esta ocasión no se pudieron borrar tantas caras como en la pieza anterior, tan solo aquellas interiores más pegadas a la

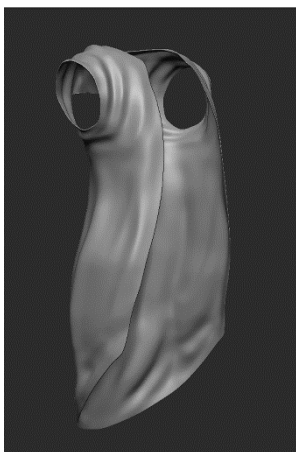


Fig. 15 Malla high poly del chaleco.

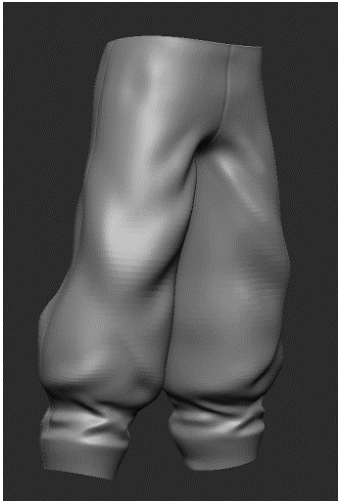


Fig. 16 Malla high poly del pantalón.

espalda del personaje, pues se trata de un objeto muy ancho y se puede ver su superficie desde bastantes ángulos.

4.2.2.3 Pantalón

Para el diseño de este objeto, se trató de conseguir el aspecto de unos pantalones bombachos, ligeramente más rígidos y anchos que la camisa o el chaleco, y que se ajustan a la superficie de las piernas en la zona por debajo de la rodilla, dado que esta parte iría por dentro de las botas, cuyo proceso se detallará en el siguiente apartado.

A esta prenda se le quiso dar un aspecto igualmente ancho, pero más robusto. Por lo tanto, se trata de una pieza con un menor grado de deformaciones y pliegues, salvo en la zona inferior, por los motivos que se han comentado anteriormente.

4.2.2.4 Botas

Esta pieza se trata de unas botas de cuero que cubren la pierna por debajo de las rodillas y se ajustan mediante unas hebillas en los laterales.

El proceso de creación de esta pieza, al tratarse de un elemento más rígido, fue distinto. En esta ocasión se partió de la malla base creada en 3ds Max y se duplicó la zona de las piernas bajo la rodilla. Sobre esta malla obtenida, se modeló la suela de la bota con un ligero tacón y se hizo una pequeña curvatura en la punta. Después para crear el pliegue de la bota, se creó una malla aparte de forma que simule un solapamiento de la bota.

Después se crearon unas correas con hebilla a modo de pieza de ajuste. Para ello, se crearon los distintos componentes mediante *splines*²⁰ y la función *Loft*²¹, para obtener objetos paramétricos y ajustarlo a la superficie de la bota.

4.2.2.5 Cinta de la cabeza

Esta es una pieza del vestuario que cubre gran parte de la frente del personaje, desde las cejas hasta el pelo, y que separa el cabello del personaje en dos partes: una superior y otra inferior.

Para la elaboración de este objeto, se dividió el proceso en tres piezas diferentes, que más tarde se unirían en una sola: la cinta alrededor de la cabeza, el nudo y las otras cintas que cuelgan.

²⁰ Ver Anexo I. Glosario de términos.

²¹ Ver Anexo I. Glosario de términos.



Fig. 17 Malla base de la bota, con correa y hebilla.

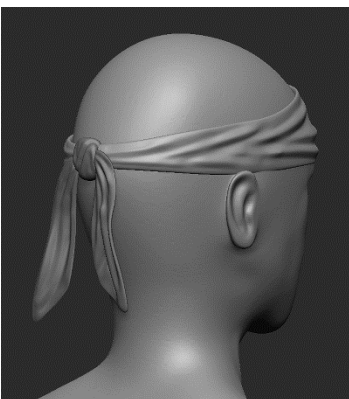


Fig. 18 Malla high poly de la cinta de la cabeza.

La primera se creó, de nuevo, mediante la herramienta *extract* de ZBrush, y las otras dos, se crearon directamente en 3Ds Max. Después se importaron al proyecto de ZBrush mediante la función *MultiAppend*.

Finalmente se modelaron los distintos objetos tratando de darles un aspecto de tela con diversos pliegues según se va ceñiendo más a la superficie de la cabeza, o en los puntos de unión de cada pieza.

4.2.2.6 Faja

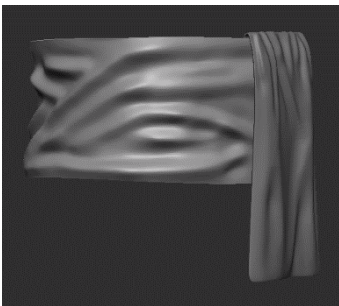


Fig. 19 Malla high poly de la faja.

Esta fue quizás la prenda de ropa más sencilla de hacer, pues se trata de una cinta que rodea el abdomen del personaje. Para hacerla, primero se crearon los dos objetos en 3ds Max, y después se exportaron a ZBrush para continuar con el proceso.

Hay que destacar que la cinta que sobresale, también se trata de una pieza cuya superficie exterior y posterior sería visible, por lo que antes de finalizarla, se utilizó *Shell* de nuevo, sin necesidad de borrar ninguna capa interior. Para finalizar la pieza, se aplicó una subdivisión para poder seguir añadiendo detalles de arrugas y pliegues en el tejido, pues este objeto va ceñido a la cintura del personaje.

4.2.3 Modelado de accesorios

4.2.3.1 Arma

El primer objeto no deformable (*hard surface*) que comenzó a realizarse fue el arma que porta el personaje en el brazo izquierdo. Dado que sería su elemento más característico, por lo que la atención al detalle en esta pieza fue primordial. Este objeto se compone de varios *subtools*²², como son: la pieza central, el cañón, el gancho, la palanca y el carrete trasero.

Se comenzó con la pieza central, que se realizó mediante la modificación de un cubo hasta obtener la forma deseada. Esta malla base se pulió mediante la herramienta *Inset* de 3Ds Max, para crear una serie de hendiduras necesarias para lograr el diseño estructural de la pieza.

La siguiente pieza para realizar fue el gancho. Este se creó mediante distintos *splines* de los cuales se generaron dos mallas generales mediante la herramienta *Loft* y *Get Path*. Una vez obtenidos estas mallas base, se siguieron modificando a medida para obtener la forma deseada. La malla curva correspondiente a los

²² Ver Anexo I. Glosario de términos.

garfios del gancho se triplicó alrededor de un cilindro que funcionaría como base y punto de unión del objeto. Finalmente se unieron todas estas piezas mediante la herramienta *Attach*.

En cuanto a la creación del carrete trasero y la palanca, el proceso fue similar, solo que menos costoso al tratarse de unas piezas más sencillas. Para el carrete, se creó un *spline* circular para la superficie general y después uno más concreto para crear la forma de la pieza. Después se obtuvo la malla, de nuevo, con la herramienta *Loft* y *Get Path*.

Mientras que para la palanca se creó otro *spline* circular y uno con la forma curva deseada. La malla generada de estos dos *splines* se duplicó mediante la herramienta *Symmetry*²³. Para finalizar la pieza se creó una especie de almohadilla mediante la modificación de un cilindro, para un mango ergonómico a la mano del personaje.

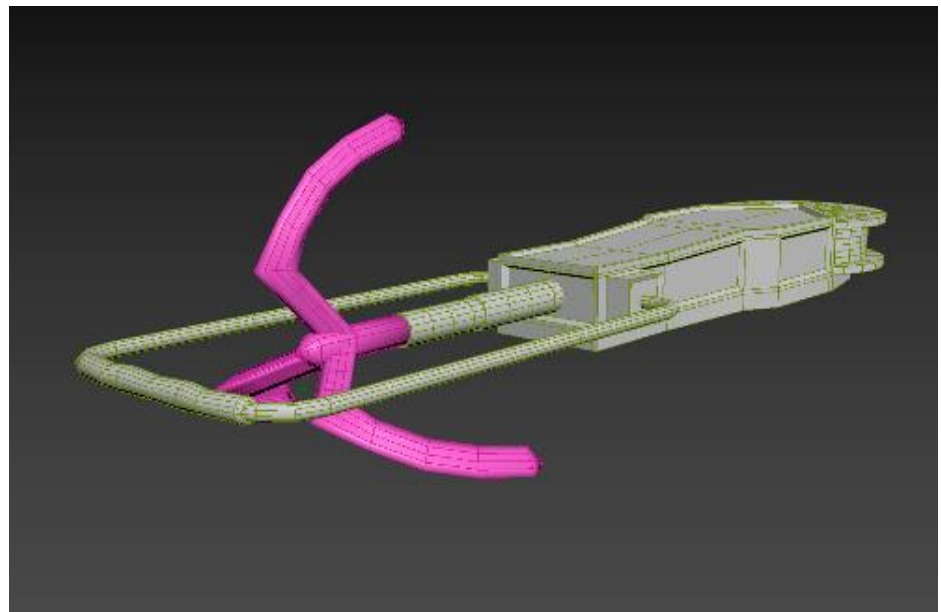


Fig. 20 Malla base del arma de personaje

4.2.3.2 Brazaletes

Una pieza complementaria al arma es el brazalete sobre el que se coloca. La creación de esta pieza fue distinta al arma. Al tratarse de un objeto que se adapta a la forma del brazo, se realizó la función *extract* sobre la malla del personaje en Zbrush. Se crearon dos piezas, una superior y otra inferior, que posteriormente se unirían con correas. Pero antes se redujo el nivel de

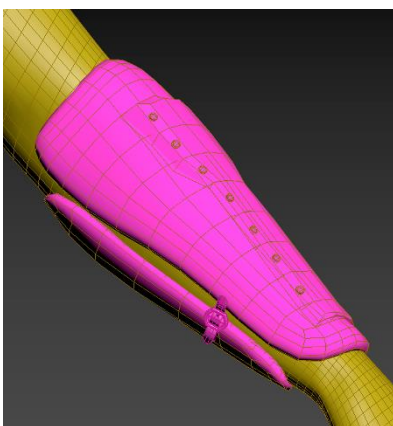


Fig. 21 Malla base del brazalete.

²³ Ver Anexo I. Glosario de términos.

polígonos de esas dos piezas mediante la herramienta *ZRemesher*²⁴ hasta obtener una densidad adecuada para trabajar en 3Ds Max.

Dado que el brazalete va unido al arma se creó una depresión en la superficie del brazalete que correspondiese a la forma de la base del arma, para que ambas piezas encajasen sin problema. Para crearla, se eliminaron ciertas caras de la malla base del brazalete y se construyó nueva geometría.

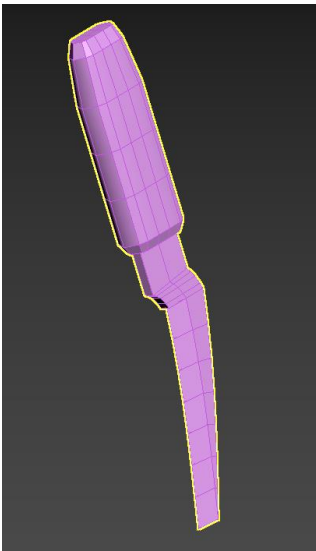


Fig. 22 Malla low poly de la daga.

4.2.3.3 Daga

Este es el arma secundaria del personaje, la cual utiliza para el combate cuerpo a cuerpo, en caso de que fuese necesario. Dado que tiene una menor relevancia que el arma principal, el proceso de elaboración fue bastante sencillo.

Este objeto se divide en dos partes: la cuchilla y el mango. En cuanto a la cuchilla, se creó mediante el sistema de *splines* y la herramienta *Loft y Get Path*. El objeto resultante fue modificado eliminando caras y uniendo vértices para crear el filo de la cuchilla. La otra parte de la daga, el mango, se creó mediante la modificación de un cilindro, para darle una forma que se adaptase a la mano. Finalmente, se unieron ambos mediante la función *Attach*.

4.2.3.4 Bolsa

Para el modelado de este objeto, primero se creó una malla base a partir de un cubo, a la cual se le añadió otra a modo de tapa. Una vez obtenida la forma deseada, se exportó a ZBrush para añadir ciertos detalles, como un volumen que simulase que hay objetos dentro, además de rematar los extremos creando una especie de pliegues. A continuación, se aplicó la función *ZRemesher* para obtener una densidad de polígonos adecuada.

El siguiente paso fue crear una correa que se ajustase al cuerpo del personaje. Para ello se creó un pequeño modulo en 3Ds Max de una parte de la correa, por la cual se atraviesan dos cuerdas, por unos agujeros previamente creados con la función *Inset* y eliminando las caras sobrantes. Esta pieza se exportó a ZBrush y se aplicó como un pincel *IMM*²⁵, activando la función *Curva* en el trazo y *Weld Points* en la configuración de la brocha. Previamente se dividió la pieza en 3 *Polygroups*²⁶, para establecer los extremos que debían unirse.

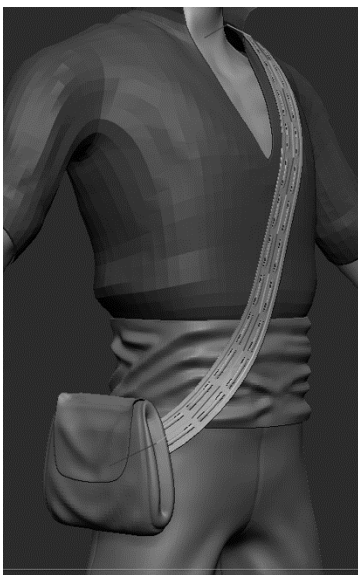


Fig. 23 Modelado de la bolsa.

²⁴ Ver Anexo I. Glosario de términos.

²⁵ Ver Anexo I. Glosario de términos.

²⁶ Ver Anexo I. Glosario de términos.

Una vez hecho esto se dibujó una curva alrededor del torso del personaje, de modo que, a partir de la repetición del módulo creado anteriormente, se genera una sucesión de esa pieza, para crear un objeto único con la forma deseada.

4.2.4 Creación del pelo

En este apartado se detallará el proceso de creación del pelo del personaje, que se podría dividir en dos partes: el cabello (la parte más extensa y compleja) y el vello facial, que estaría compuesto por la barba, las pestañas y las cejas.



Fig. 24 Textura del pelo. Conjunto de distintos mechones.

Existen una gran variedad de formas de hacer el cabello para entornos a tiempo real. Según los requisitos y capacidades de cada proyecto, los *character artists* utilizan métodos distintos. En esta ocasión se ha seguido un procedimiento bastante habitual como es la creación de *hair cards*²⁷.

Primero se crearon una serie de mechones de pelo, con un pincel especial en Photoshop y un conjunto de capas a las que se le han aplicado diferentes filtros de imagen, para dar una mayor o menor densidad a cada mechón, además de una textura con un resultado satisfactorio.

El siguiente paso fue crear una base para el pelo, sobre la cual se crearían las *cards* posteriormente. Primero se utilizó el modelo en alta resolución en ZBrush. Enmascarando la zona superior de la cabeza, se extrajo la pieza resultante, mediante *extract*. Esta pieza se modeló de forma que el resultado fuese el volumen que tendría el peinado del personaje, indicando por donde irían los mechones principales.

Después se exportó esta pieza a 3Ds Max, para proceder finalmente a la creación del pelo, ya que esta pieza es tan solo referencial. Mediante la herramienta *PolyDraw*²⁸ y la configuración *Draw on Surface*²⁹ se creó un objeto vacío sobre la pieza referencial, para entonces comenzar a dibujar una serie de *strips*, que actuarían como *hair cards*, sobre ella. Según se fueron creando las *cards* se varió el tamaño de estas para obtener un resultado más convincente.

Cabe destacar que para facilitar el proceso se dividió el pelo en tres capas distintas. La primera para establecer una base una vez se eliminase la pieza de referencia, de esta forma no se vería ningún hueco vacío a través de los distintos mechones. Mientras que la segunda corresponde al peinado superior, formado

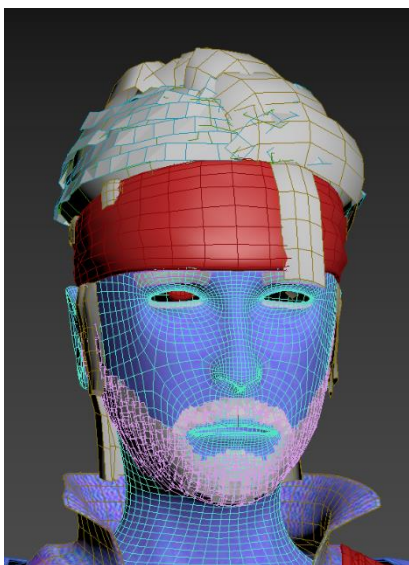


Fig. 25 Malla del cabello completo, junto al vello facial.

²⁷ Ver Anexo I. Glosario de términos.

²⁸ Ver Anexo I. Glosario de términos.

²⁹ Ver Anexo I. Glosario de términos.

por una serie de *cards* de diferente tamaño y longitud según lo requería el peinado diseñado. Por último, una vez se creó la parte superficial del peinado, se creó una última capa de *cards* para los mechones que cuelgan por la nuca y otros que sobresalen de la cinta de la cabeza, para darle un aspecto más despeinado, y acorde con el diseño, al resultado final.

Por otra parte, en cuanto al vello facial, el proceso fue similar pero mucho menos extenso. De nuevo, se pintaron las texturas necesarias para cada parte. Para las cejas y pestañas, tan solo se utilizó un módulo, mientras que para la barba se crearon dos tipos de módulos con diferente densidad y forma de pelo, según la abundancia y presencia que tendría este en la barba.

Para crear la *cards* del vello facial, se volvió a utilizar el sistema de PolyDraw y strips de 3ds Max, pero en esta ocasión tan solo se aplicó en una mitad de la cara, pues una vez finalizado, se duplicarían las *cards* de forma simétrica para completar el vello en las dos mitades del rostro.



Fig. 26 Texturizado del cabello y vello facial del personaje.

4.2.5 Topología y UVs

Esta es una de las fases más importantes en la elaboración de este tipo de proyectos, ya que gracias a la creación de una topología y un mapeo de *UVs* adecuados, es posible agregar al modelo *low poly* un mayor nivel de detalle, gracias a la aplicación de diferentes mapas de bits mediante el despliegue de los vértices y coordenadas de las distintas piezas sobre un plano bidimensional.

Para proceder al despliegue, primero es necesario que todas las piezas del modelo se ajusten a un número de polígonos óptimo para que un motor de juego pueda mover el personaje a tiempo real sin problemas. En este caso, y como es habitual actualmente en producciones de este estilo, se estableció un número de entre 120 mil y 150 mil polígonos.

En cuanto al despliegue de los objetos, se siguieron dos métodos distintos, en función del proceso de creación que requería cada pieza.

Por una parte, se realizó una *retopología* en Zbrush a las *tools* con un alto nivel de detalle. Según la importancia y presencia de cada pieza se redujo en menor o mayor medida el número de polígonos. De este modo, para el rostro, por ejemplo, se realizó una menor reducción de que a un objeto con menor relevancia, como puede ser la cinta de la cabeza.

Mientras que, por otra parte, aquellos objetos que se habían llevado a cabo inicialmente en 3ds Max y luego se continuó con el proceso en Zbrush, se realizó el despliegue antes de exportarlos para añadir detalle, por lo tanto, los resultados en alta resolución ya poseían un correcto despliegue de *UVs*.

Finalmente, a los objetos cuya producción se realizó enteramente en 3Ds Max, no fue necesario hacer ninguna reducción, pues no poseían una densidad de polígonos demasiado alta.

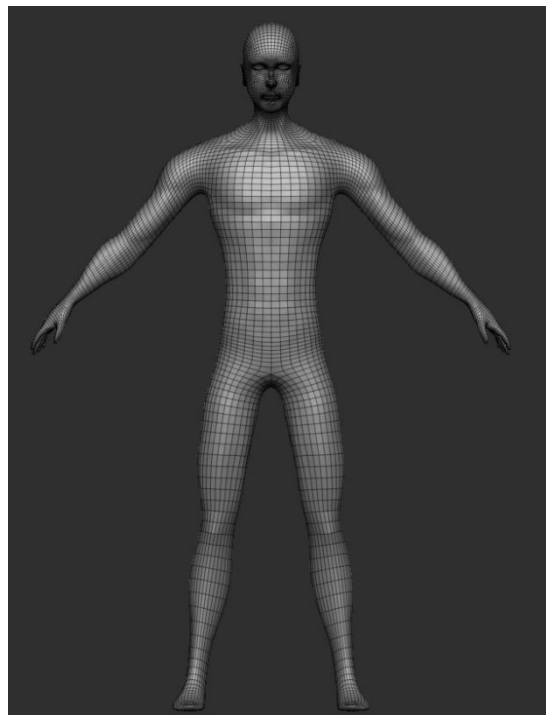


Fig.27 Malla low poly del personaje que se utilizará in game.

Una vez se ajustaron todos los objetos a la densidad de polígonos requerida, se continuó con el despliegue en 3ds Max. El proceso fue muy similar para todos ellos. Primero se aplicó la herramienta *Unwrap UVW* y se fueron haciendo cortes en cada objeto para que el despliegue fuese lo más óptimo posible. Una vez desplegadas las piezas, hubo algunas que se volvieron a coser por un extremo mediante la función *stitch*, y así obtener unas piezas más completas que recogen una mayor cantidad de objeto. Además, para algunas piezas con un mayor grado de curvatura, se utilizó la función *relax*. De esta forma se obtuvo un aspecto más regular en todos los cortes. Finalmente, se repartieron todas las piezas uniformemente por todo el plano con la función *pack*.

Ahora cada pieza del modelo estaba lista para aplicarle el nivel de detalle de los diferentes mapas que ya habían sido creados, y aquellos que quedaban por elaborar.

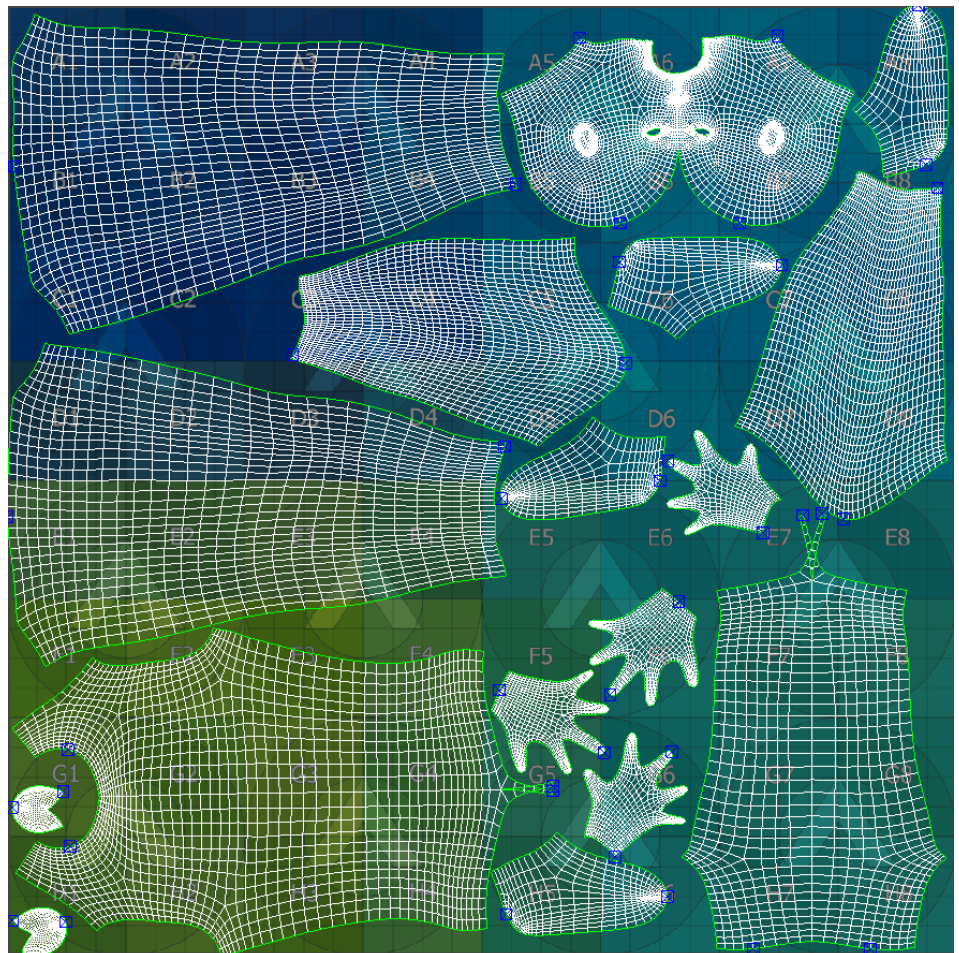


Fig. 28 Despliegue UV del cuerpo del personaje.

4.2.6 Materiales y texturas.

Esta se trata de la fase final del proyecto, pues es la parte en la que se le termina de dar un alto nivel de detalle al modelo mediante la creación de los distintos mapas.



Fig. 29 Mapa de normales de la cabeza del personaje.

Primero se procedió a la creación de los mapas normales y desplazamiento. Estos son un tipo de mapas *bump*, que permiten añadir un efecto superficial del volumen extraído del modelo *high poly* alta resolución al modelo optimizado, basado en el efecto de la orientación de la luz sobre la superficie del objeto. Para extraer estos mapas fue necesario aplicar las coordenadas UV de cada pieza a una copia de los modelos en alta resolución creados en ZBrush, gracias a la herramienta *UV Master*. Después se extrajeron estos mapas con la herramienta *MultiMap Exporter*. De esta forma, se obtienen los mapas necesarios para proyectar el volumen que se perdió tras la *retopología* en los modelos *low poly*. El siguiente paso fue crear el resto de los mapas necesarios para terminar de dotar al personaje de un aspecto conforme a las expectativas iniciales del proyecto.

Estos se realizaron en el software Substance Painter, pues ofrece una gran cantidad de posibilidades para el texturizado, además de una herramienta para realizar un *baking* o tostado a los mapas creados.

Las texturas se crearon sobre el modelo optimizado, con una resolución de 4096 píxeles, es decir, 4k, una resolución estándar en proyectos de características similares, y que permite obtener unos buenos resultados si hubiese que reducir la resolución de los diferentes mapas.

Por lo general, en todos los objetos se siguió un método similar, basado en la superposición de capas y la utilización de distintos pinceles a los que se le modifican una serie de parámetros.



Fig. 30 Texturizado de la camisa.

4.2.6.1 Texturizado de la ropa

El vestuario del personaje, como ya se ha explicado anteriormente, se compone principalmente de piezas de tela compuestas por distintos tipos de tejido.

El texturizado de cada pieza se inició añadiendo una primera capa correspondiente a cada material. Estos materiales vienen creados por defecto en el propio software, de forma que sirven de base para empezar a crear unas texturas propias. Según el tipo de tejido se utilizaron unos materiales predefinidos distintos, a los que se les siguió dando, en una capa superior, un aspecto más definido mediante un pincel al que se le aplicó una textura procedural en el parámetro *height*. De esta forma se le añade fácilmente un volumen a cada pieza que sería más difícil crear durante el proceso de modelado. Según la rugosidad de cada zona se utilizaron unas texturas procedurales distintas, además de variar otros parámetros como la opacidad y el flujo según el grado de detalle de cada zona de las prendas de ropa.

El siguiente paso fue pintar ciertos detalles de desgaste o manchas en la ropa, en sus correspondientes capas, mediante la modificación de los distintos pinceles a los que se le asignan una serie de texturas Alpha, según los requerimientos de cada pieza. También se ajustaron otros parámetros como el *roughness*, que define el grado de reflexión de la luz en el material, o *height*, que proporciona una sensación de volumen superficial.

En cuanto a manchas, se pintaron siguiendo las características del personaje, y dependiendo de cada pieza de vestuario. En la camisa se aplicaron marcas de sudor, manchas generales o detalles más concretos como una herida en el brazo. Mientras que, para las botas, por ejemplo, al tratarse de un material de cuero y no de tela, se dibujaron sobre todo detalles de desgaste, como arañazos, grietas o manchas de humedad.



Fig. 31 Diseño del Jolly Roger. Serrano, J (2022).

Un caso más concreto fue el texturizado del chaleco que porta el personaje. Al ser una bandera pirata del revés, se tuvo que crear el diseño del logo de la bandera. El diseño que se realizó para el de este personaje está inspirado en el de algunos de los piratas más conocidos como Jack Rackham, Barbanegra o Henry Avery. El resultado final está compuesto por una calavera con un parche en el ojo izquierdo y una rosa atravesada a una tibia.

A la hora de aplicarlo a la textura del chaleco, se utilizó la imagen resultante como color base del pincel combinada con una textura de desgaste en el canal *Alpha*, para integrar mejor el *Jolly Roger* en el chaleco.



Fig. 32 Textura del chaleco, con Jolly Roger incluido.

4.2.6.2 Texturizado de accesorios

En este apartado se detallará en conjunto el proceso de la creación de texturas de los accesorios que forman parte de la indumentaria del personaje, pues se utilizó el mismo método para todos ellos. Estos son: el arma, la daga, el brazalete, la bolsa y las hebillas.



Fig. 33 Texturizado del arma del personaje.

Dado que estos objetos están compuestos por distintos materiales (metálicos y orgánicos), se creó una capa para cada uno de ellos, y se asignó a qué pieza correspondía mediante una máscara negra. Después, el proceso de texturizado fue muy similar al del vestuario, creando una serie de capas para cada tipo de detalle. En esta ocasión, además de pintarlos de forma manual, también se utilizaron generadores de agregan efectos como suciedad o arañazos, de forma automática por toda la superficie.

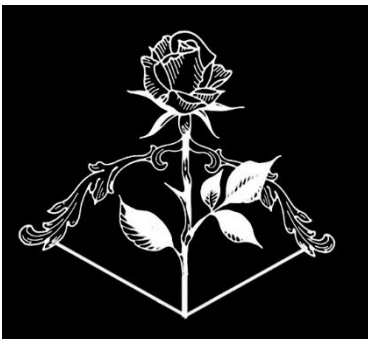


Fig. 34 Diseño de un grabado del arma.

Finalmente, se añadieron una serie de patrones que funcionan como grabados en algunos objetos como el arma, principalmente. Para ello, se utilizaron algunas texturas Alpha que venían predefinidas en Substance Painter, pero también hubo que diseñar a mano las que serán más relevantes. Para ello, se tomaron como referencia imágenes reales de cañones, pistolas y espadas, para el diseño de estos detalles.

4.2.6.3 Texturizado de la piel

Esta es la parte del proceso de texturizado a la que más atención al detalle se le ha dado, pues era necesario dar a la piel un resultado convincente para asegurar el realismo del personaje.

Primero se creó un grupo de capas correspondientes a la dermis de la piel. El objetivo de este grupo es crear la rugosidad e imperfecciones generales. Para ello se crearon tres capas principales, y a cada una de ellas, se les añadió una serie de subcapas de rellenos con unas texturas procedurales distintas.

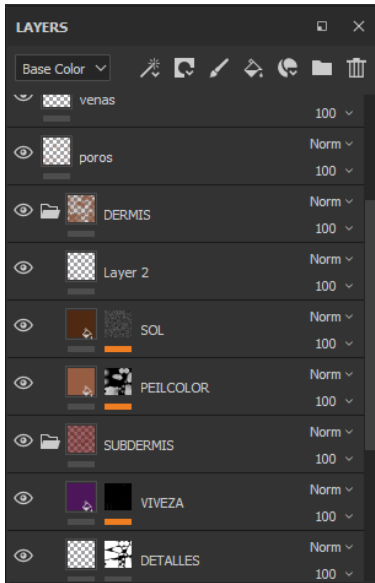


Fig. 35 Capas utilizadas para crear la textura de la piel.

En el siguiente grupo, el proceso fue similar, con la diferencia de que en esta ocasión se trataba de crear la epidermis de la piel, es decir, los detalles más superficiales como lunares, enrojecimientos en distintas zonas y los poros de la piel.

El siguiente paso fue añadir unas nuevas capas para detalles más concretos que se pintaron a mano, como ciertas marcas para definir mejor el volumen de ciertas partes del cuerpo, venas en las manos, saturación en algunas zonas, etc.



Fig. 36 Texturizado de la cabeza del personaje.

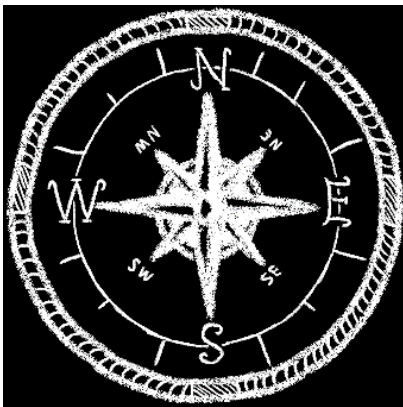


Fig. 37 Diseño de un tatuaje del personaje.

Finalmente, se crearon una serie de detalles para finalizar el aspecto del personaje tal y como se estableció en los diseños iniciales durante la preproducción. Se pintaron, una mancha negra alrededor de los ojos y una serie de tatuajes que se diseñaron previamente. El proceso de implementación de estos tatuajes fue muy similar al del logo de la bandera, importándolos desde Photoshop y añadiendo una textura Alpha adicional al pincel, para dar un acabado más natural. Hay que tener en cuenta que se diseñaron toda una serie de tatuajes por todo el torso y brazos del personaje, por lo que algunos de estos serían tapados por la ropa.



Fig. 38 Texturizado de la piel, con tatuaje incluido.

4.2.7 Implementación en un motor de juego

Este apartado corresponde a la última fase de la producción del proyecto. Una vez extraídos todos los mapas que componen cada objeto, el siguiente paso es importarlos en un motor de juego, y configurar y asignar los materiales. El motor elegido en esta ocasión es Unity, en su versión 2019.4.34f1, debido a que se trabajó con este en la asignatura Taller de interacción y videojuegos, por lo tanto, y ya conocía el entorno de trabajo de este motor.

Primero se exportan todos los objetos que componen el personaje. De forma que, al importarlos en Unity, se crea un objeto principal con todos los *assets* agrupados con su debida jerarquía, por lo que se facilita el proceso de asignación de los materiales creados.

El siguiente paso fue configurar la escena con un canal de renderizado en alta definición (HDRP)³⁰. De esta forma se obtiene un sistema de iluminación más preciso, además de una serie de efectos de *post-procesado*³¹ que ofrecen un resultado óptimo. Este canal de renderizado también genera unos *shaders*³², preparados para soportar este sistema de iluminación, que se pueden aplicar a los distintos materiales creados de igual forma que los estándares de Unity.

³⁰ Unity. (2020). *Introducción al canal de renderizado en alta definición (HDRP) para juegos*. <https://unity.com/es/how-to/getting-started-high-definition-render-pipeline-hdrp-games>

³¹ Ver Anexo I. Glosario de términos.

³² Ver Anexo I. Glosario de términos.

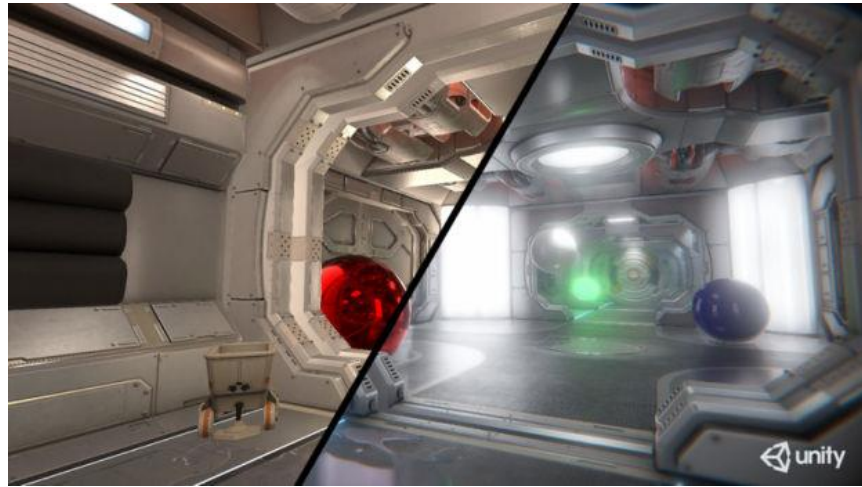


Fig. 39 Loginova, D. (2019). Efectos de post-procesado en Unity

Se utilizaron los diferentes *shaders* HDRP de Autodesk Interactive, según las necesidades de cada material, pues para los objetos opacos es suficiente con la versión estándar de este *shader*, pero los objetos que necesitan transparencia, como el pelo del personaje, fue necesario utilizar la variante *Masked* de este *shader*. De esta forma se puede utilizar un mapa Alpha para aplicar opacidad a los mapas de textura.

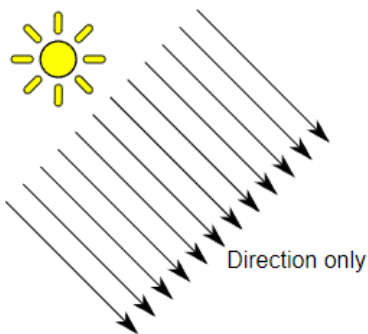


Fig 40. Unity. Esquema del funcionamiento de una Directional Light.

Para la correcta importación de los diferentes mapas creados, se configuraron de forma que no se perdiese calidad, pues por defecto en Unity se aplica una compresión de imagen. Por lo tanto, es necesario controlar este aspecto para conservar el detalle de los mapas.

Con todos los materiales asignados a sus correspondientes objetos, el siguiente paso fue preparar la iluminación de la escena para crear un ambiente adecuado. El objetivo es que, en el render final, se puedan apreciar aquellos elementos más relevantes con la mayor claridad posible.

Para ello, se configuraron una serie de luces que enfocan la totalidad de la figura del personaje. Se utilizaron dos luces direccionales (Directional Light), que hacen la función de fuente de luz solar que se extienden hasta el infinito e iluminan todos los objetos en la misma dirección. También se crearon dos *Spot Lights*, que son un tipo de luz focal en forma de cono, las cuales enfocan los objetos dentro de un rango y ángulo determinados.

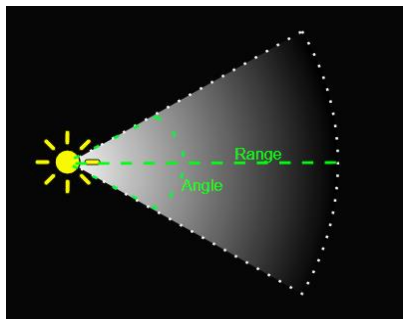


Fig 41. Unity. Esquema del funcionamiento de una Spot Light.

Finalmente, se creó un *GameObject*³³ llamado *Global Volume*, que permite ajustar parámetros de la escena, de los cuales se activaron aquellos que corrigen la intensidad de la exposición, y la calidad de las sombras y la distancia a la que se generan.

³³ Ver Anexo I. Glosario de términos.



Fig. 42 Render frontal de John Pargo.



Fig. 43 Render trasero de John Pargo.



Fig. 44 Render del rostro de John Pargo.



Fig. 45 Render del brazo de John Pargo, con brazaletes y arma incluido.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo ha sido largo y complejo, y dado lo básico de mis conocimientos previos sobre modelado 3D antes de abordar la planificación del proyecto, ha sido necesario dedicar bastante tiempo a la documentación acerca de los softwares de modelado digital y de las técnicas utilizadas. Toda esta nueva experiencia obtenida en la materia ha sido gratificante, pues ha aumentado mi interés por este campo de trabajo.

En cuanto a los objetivos planteados inicialmente, creo haberlos cumplido satisfactoriamente, adquiriendo los conocimientos y habilidades adecuados para modelar y texturizar un personaje con la cuenta de polígonos deseada. En lo que respecta al diseño del personaje, he conseguido trasladar el *concept art* a un modelo 3d con un despiece adecuado.

Estoy especialmente satisfecho, con lo que respecta al modelado del vestuario del personaje, pues he logrado dar a cada pieza de ropa, un aspecto convincente teniendo en cuenta el diseño y los objetivos iniciales. También, en lo que refiere al texturizado de los distintos objetos, considero que he utilizado técnicas nuevas para mí de forma adecuada, obteniendo un resultado a la altura de las expectativas.

Por lo tanto, y como he mencionado anteriormente, este trabajo ha supuesto un proceso de aprendizaje constante que, incluso en aquellas partes en que he tenido más problemas, no ha resultado frustrante ya que las dificultades me han motivado a seguir experimentando para adquirir conocimientos de técnicas necesarias para avanzar en mi formación orientada al rol de Character Artist, profesión que espero ejercer en un futuro próximo, tras dedicar el curso próximo a estudios de posgrado especializados en este ámbito.

6. ANEXO

6.1 ANEXO I: Glosario de términos

AAA: Término informal utilizado para referirse a videojuegos producidos con un gran presupuesto y distribuidos por una gran empresa.

Asset: En Unity, es el nombre que se le da a cualquier ítem integrado en el programa o externo, que puede ser utilizado.

Attach: Función del software 3ds Max mediante la cual un objeto seleccionado se convierte en parte de otro objeto.

Background: Término literario utilizado para referirse a una serie de eventos ficticios que preceden a una trama, y sirven para dar contexto a la misma.

Baking: Técnica mediante la cual se transmite la información generada por la malla poligonal a una serie de mapas de bits. De esta forma se ahorran recursos a la hora de mover un objeto en un entorno a tiempo real.

Character Artist: Artista digital que crea los modelos en 3D de personajes para películas, series o videojuegos.

Draw on Surface: Función del software 3ds Max mediante la cual se puede dibujar una serie de polígonos sobre una superficie, generando una nueva.

Edge loops: Término utilizado para referirse a una serie de aristas que recorren la superficie de un objeto formando un bucle, de modo que la primera arista se une con la última.

Extract: Función que ofrece el software ZBrush mediante la cual se puede crear una nueva malla a partir de una ya existente mediante la utilización de máscaras.

GameObject: En Unity, son objetos contenedores de otros objetos o componentes con una función específica. Por ejemplo, un GameObject Cubo tiene los componentes Mesh Filter, Mesh Renderer y Box Colider para representar un volumen sólido.

Get Path: Función del software 3ds Max mediante la cual un spline obtiene el recorrido de otro, para generar un objeto tridimensional.

Hair card: Término utilizado para referirse a una serie de mallas poligonales a las que se le aplica una textura previamente creada. De esta forma se ahorran recursos a la hora de mover el pelo del personaje a tiempo real.

Hack and Slash: Subgénero del beat'em up, juegos de acción los cuales se centran en el combate con armas.

Height: En Substance Painter, parámetro mediante la cual se puede ajustar el pincel para modificar el mapa de normales a tiempo real.

High poly: Término usado para referirse a un modelo 3D con una alta densidad poligonal, lo cual permite llegar a un alto nivel de detalle.

IMM: Término utilizado para referirse a un pincel que es capaz de insertar geometría, previamente creada, a una malla.

In game: Término utilizado para referirse a algo que está ejecutando a tiempo real en un motor de juego.

Inset: Función del software 3ds Max mediante la cual se pueden crear una serie de caras de forma uniforme en una superficie, a raíz de una cara anterior.

Loft: Se trata de un objeto compuesto a partir de dos splines mediante el cual uno adopta la forma o recorrido del otro.

Low poly: Término usado para referirse a un modelo 3D con una densidad poligonal baja. Este es el modelo que finalmente se implementa en el motor de juego.

Mapas bump: Técnica digital mediante la cual se generan unas imágenes bidimensionales que, aplicadas a una superficie poligonal, dan un aspecto rugoso sin modificar la topología de la superficie.

Merge: Función del software ZBrush mediante la cual se pueden combinar dos o más subtools.

MultiAppend: Función del software ZBrush mediante la cual se puede agregar un nuevo objeto, a modo de subtool, al objeto principal.

MultiMap Exporter: Función del software Zbrush mediante la cual se generan una serie de mapas a partir de la información de la superficie de la malla poligonal.

PolyDraw: Función del software 3ds Max mediante la cual se pueden dibujar una serie de polígonos sobre la cuadrícula o una superficie.

Polygroups: Función del software ZBrush que se refiere a una agrupación de polígonos que componen una malla. Estos grupos mantienen la integridad de la malla, pues son una forma de organizarla.

Post-procesado: Filtros y efectos que se añaden a la cámara del juego para simular propiedades fílmicas.

Retopología: Técnica digital mediante la cual es posible ordenar la topología de una malla y reducir la densidad poligonal.

Roughness: En Substance Painter, parámetro mediante la cual se puede ajustar el pincel para modificar el grado de reflexión de la luz en un objeto.

Shader: En Unity, son assets que contienen información e instrucciones visuales que configuran parámetros de los materiales, como el color, la textura, etc.

Stitch: Función del software 3ds Max mediante la cual se cosen dos aristas de dos piezas desplegadas de una malla poligonal.

Strips: Término que se refiere a una forma poligonal en forma de tiras.

Spline: Término utilizado en softwares de 3D para referirse a una curva editable mediante una serie de parámetros.

Subtool: Término para referirse a una serie de sub-objetos separados cuyo conjunto forma el objeto principal.

Symmetry: Función del software 3ds Max mediante la cual se duplica la geometría de un objeto de forma simétrica.

UV: Término utilizado en software de modelado digital para referirse a una serie de coordenadas que permiten el despliegue bidimensional de una malla. De esta forma se pueden agregar una serie de mapas respetando estas coordenadas generadas.

UV Master: Función del software ZBrush mediante la cual se realiza el despliegue de una malla poligonal en un plano bidimensional y así crear las coordenadas UV.

Unwrap UVW: Función del software 3ds Max mediante la cual se puede editar la superficie de un objeto para realizar el despliegue del mismo en un plano bidimensional y así crear las coordenadas UV.

Weld Points: Función del software ZBrush mediante la cual se sueldan los extremos de la geometría generada por un pincel IMM, de forma que se obtiene una malla unificada.

ZRemesher: Función del software ZBrush mediante la cual se reduce de forma automática la densidad poligonal de un objeto respetando la geometría general.

6.2 ANEXO II: Concept art



Fig. 46 Concept art del rostro del John Pargo.

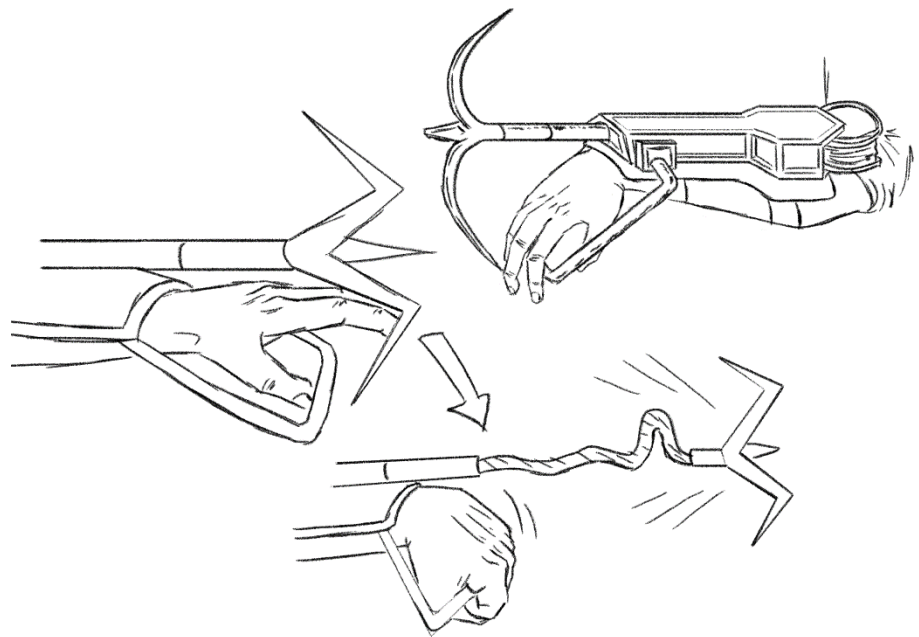


Fig. 47 Concept art del arma.

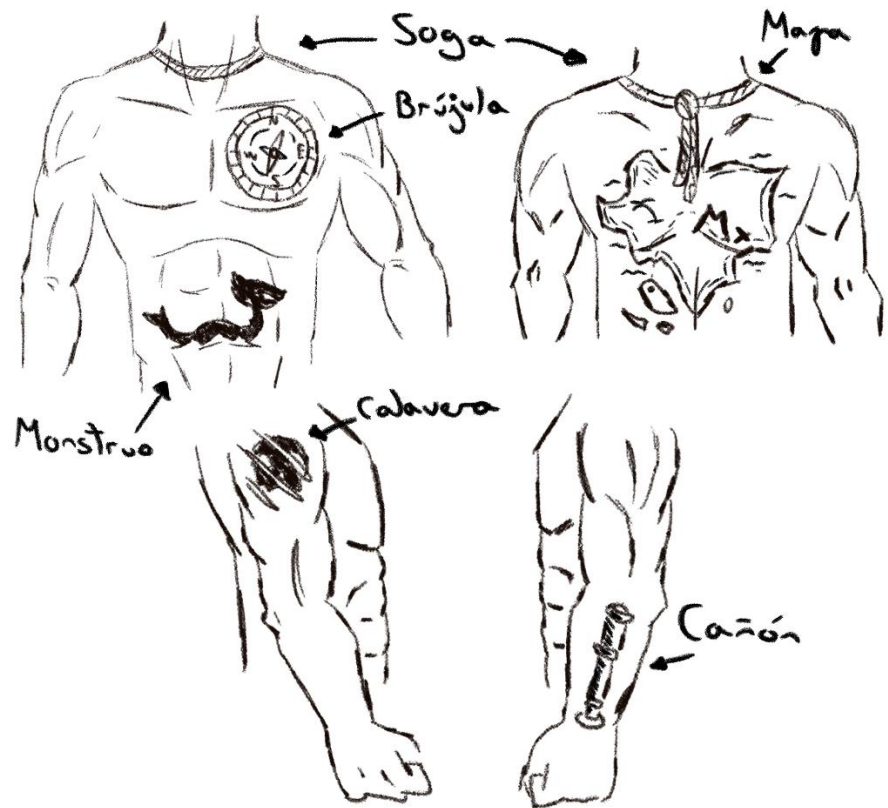


Fig. 48 Concept art de los tatuajes de John Pargo.



Fig. 49 Concept art de la indumentario de John Pargo.



Fig. 50 Concept art de John Pargo disparando el arma.



Fig. 51 Concept art de John Pargo utilizando el gancho.

7. BIBLIOGRAFÍA

Cartwright, M. (2022). *Edad de Oro de la Piratería*. *Enciclopedia de la Historia del Mundo*. <https://www.worldhistory.org/trans/es/1-19990/edad-de-oro-de-la-pirateria/>

Rediker, M. (1988). *Pirates and the Imperial State*. The John Hopkins University Press. https://www.academia.edu/20971258/Pirates_and_the_Imperial_State

Otero, E. (s.f.). *La piratería y el corso en Flandes y El cantábrico*. <https://armada.defensa.gob.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/46cuaderno/cap02.pdf>

Hernández, M. S. S. Y. (2022, 12 mayo). El videojuego, la industria del ocio más importante del mundo. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20220512/comando-actualidad-videojuego-industria-ocio-mas-importante-del-mundo/2347595.shtml>

RTVE. (2020, 7 abril). Los videojuegos, la primera opción de ocio audiovisual | RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20190507/industria-videojuegos-factura-espana-doble-musica-cine-juntos/1932840.shtml>

Asociación Española del Videojuego (2021). La industria del videojuego en España en 2021. http://www.aevi.org.es/web/wp-content/uploads/2022/04/AEVI_Anuario_2021_FINAL.pdf

Blanco, B. M. (2020, 18 febrero). El 'boom' del videojuego: una industria que factura más que el cine y la música juntos. The Conversation. <https://theconversation.com/el-boom-del-videojuego-una-industria-que-factura-mas-que-el-cine-y-la-musica-juntos-131871>

Suárez, D. L. F. (2016, 10 agosto). Videojuegos con mucho gancho. MeriStation. https://as.com/meristation/2016/08/10/reportajes/1470816480_157387.html

Davidson, R (2017). The big list of: video game development team roles. <https://cdn.fs.teachablecdn.com/N4tk2YWxTHaM6neBSVqV>

Gallagher, L. (2021, 3 mayo). Becoming a Character Artist in Game Development. 80LV. <https://80.lv/articles/becoming-a-character-artist-in-game-development/>

Desarrollo español de videojuegos (2022). Libro blanco del desarrollo español de videojuegos. <https://dev.org.es/images/stories/docs/libro%20blanco%20del%20desarrollo%20espanol%20de%20videojuegos%202021.pdf>

Official ZBrush Summit 2016 Presentation - Naughty Dog. (2016, 29 octubre). [VÍdeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=aHmWZey9r9g&t=959s>

PlayStation Experience | Modeling Nathan Drake: Bringing an Iconic Character to PS4 Panel. (2014, 9 diciembre). [VÍdeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=70jVUBnp6lQ&t=2875s>

The Art of Rafael Grassetti - 2019 ZBrush Summit. (2019, 30 septiembre). [VÍdeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=VmUikhiWu8c&list=PLMjnnUF3eJFdpMTk_Jn83f7pRfRixNTy-&index=2

The Character Art of Horizon Zero Dawn with Guerrilla Games. (2017, 7 octubre). [VÍdeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WabkLpQNIyY&list=PLMjnnUF3eJFdpMTk_Jn83f7pRfRixNTy-&index=10

METAL GEAR SOLID. El autor. Historia inspiración y mecánicas. (2017, 23 noviembre). [VÍdeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pwa690wtu7o>

Tutorial Substance Painter en Español. Introducción. (2020, 9 febrero). [VÍdeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rO9hSBksxkl&t=1408s>

Hair card 만들기 - ZBrush. (2020, 28 abril). [VÍdeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=JXA_xeqzsUY&t=7s

Modeling hair for games. (2017, 25 agosto). [VÍdeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rqkSebnRhZE&t=2s>

F. (2022, 21 junio). «Yes, but how many polygons?» An artist blog entry with interesting numbers. Beyond3D Forum. <https://forum.beyond3d.com/threads/yes-but-how-many-polygons-an-artist-blog-entry-with-interesting-numbers.39321/page-87>

J. (2014, 10 octubre). Polycounts in next gen games thread! polycount. <https://polycount.com/discussion/141061/polycounts-in-next-gen-games-thread#:~:text=Drake%27s%20Uncharted%204%20model%20is,The%20Last%20of%20Us%20PS3.&text=October%2021st%2C%202016-,%23%20of%20Polygons%3A,two%20sets%20of%20k%20textures.>

Shuman, S., Kevin McAllister Community Manager, Bend Studio, Writer, D. A. N., Director, D. F. M. P. A. G., & Producer, T. C. K. C. (2019, 23 diciembre). The Polygonal Evolution of 5 Iconic PlayStation Characters. PlayStation.Blog. <https://blog.playstation.com/2019/12/16/the-polygonal-evolution-of-5-iconic-playstation-characters/>

Converting a Project from the Built-in Renderer to the High Definition Render Pipeline | High Definition RP | 7.1.8. (2020). Unity. <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.high-definition@7.1/manual/Upgrading-To-HDRP.html>

The High Definition Render Pipeline Asset | High Definition RP | 12.0.0. (2021). Unity. <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.high-definition@12.0/manual/HDRP-Asset.html>

Technologies, U. (2021). Unity - Manual: Types of light. Unity. <https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html>

Technologies, U. (2020). Introducción al canal de renderizado de alta definición (HDRP) para juegos. Unity. <https://unity.com/es/how-to/getting-started-high-definition-render-pipeline-hdrp-games>

Technologies, U. (2021a). Unity - Manual: Albedo Color and Transparency. Unity. <https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterAlbedoColor.html>

Loginova, D. (2020, 22 septiembre). March Unity Assets for Environments. LV80. <https://80.lv/articles/march-unity-assets-for-environments/>

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Diagrama de flujo de trabajo durante las fases de preproducción y producción del proyecto.

Fig. 2 Carátula del videojuego Assassin's Creed Black Flag (2013).

Fig. 3 Ilustración de Yoji Shinkawa. Solid Snake, protagonista del videojuego Metal Gear Solid.

Fig. 4 Concept art del videojuego Bloodborne.

Fig. 5 Modelado de la hoja oculta de Assassin's Creed Valhalla. Realizado por el artista Diego Sain.

Fig. 6 Modelado de la cabeza de Nathan Drake (Uncharted 4). Realizado por el artista Frank Tzeng.

Fig. 7 Modelado de Eivor (Assassin's Creed Valhalla). Realizado por Michel Randriamiandriay.

Fig. 8 Concept art de John Pargo.

Fig. 9 Concept art del rostro de John Pargo.

Fig. 10 Diseño final del aspecto de John Pargo.

Fig. 11 Jolly Roger del pirata Henry Avery.

Fig. 12 Malla base del cuerpo.

Fig. 13 Malla high poly del cuerpo.

Fig. 14 Malla high poly de la camisa.

Fig. 15 Malla high poly del chaleco.

Fig. 16 Malla high poly del pantalón.

Fig. 17 Malla base de la bota, con correa y hebilla.

Fig. 18 Malla high poly de la cinta de la cabeza.

Fig. 19 Malla high poly de la faja.

Fig. 20 Malla base del arma de personaje

Fig. 21 Malla base del brazalete.

Fig. 22 Malla low poly de la daga

Fig. 23 Modelado de la bolsa.

Fig. 24 Textura del pelo. Conjunto de distintos mechones.

Fig. 25 Malla del cabello completo, junto al vello facial.

Fig. 26 Texturizado del cabello y vello facial del personaje.

Fig. 27 Malla low poly del personaje que se utilizará in game.

Fig. 28 Despliegue UV del cuerpo del personaje.

Fig. 29 Mapa de normales de la cabeza del personaje.

Fig. 30 Texturizado de la camisa.

Fig. 31 Diseño del Jolly Roger. Serrano, J (2022).

Fig. 32 Textura del chaleco, con Jolly Roger incluido.

Fig. 33 Texturizado del arma del personaje.

Fig. 34 Diseño de un grabado del arma.

Fig. 35 Capas utilizadas para crear la textura de la piel.

Fig. 36 Texturizado de la cabeza del personaje.

Fig. 37 Diseño de un tatuaje del personaje.

Fig. 38 Texturizado de la piel, con tatuaje incluido.

Fig. 39 Loginova, D. (2019). Efectos de post-procesado en Unity

Fig. 40 Unity. Esquema del funcionamiento de una Directional Light.

Fig. 41 Unity. Esquema del funcionamiento de una Spot Light.

Fig. 42 Render frontal de John Pargo.

Fig. 43 Render trasero de John Pargo.

Fig. 44 Render del rostro de John Pargo.

Fig. 45 Render del brazo de John Pargo, con brazaletes y arma incluido.

Fig. 46 Concept art del rostro del John Pargo.

Fig. 47 Concept art del arma.

Fig. 48 Concept art de los tatuajes de John Pargo.

Fig. 49 Concept art de la indumentario de John Pargo.

Fig. 50 Concept art de John Pargo disparando el arma.

Fig. 51 Concept art de John Pargo utilizando el gancho.