



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES  
ARTS DE SANT CARLES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Bellas Artes

Modelado e impresión 3D de una miniatura para  
Wargames.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Bellas Artes

AUTOR/A: Soriano Díaz, Gabriel

Tutor/a: Millán Almenar, Enrique

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en la elaboración de una miniatura de 28mm destinada para coleccionismo y juegos de mesa.

En primer lugar, veremos el proceso creativo de diseño y modelado digital de la figura de fantasía. Su relación con los fundamentos básicos del dibujo, la escultura y la metodología propia de creación de modelos destinados a un mercado comercial concreto.

Posteriormente el modelo digital tomará forma física gracias a la impresión 3D de máquinas DLP/LCD de ámbito profesional y doméstico. Este modelo lo llamamos *máster* y su objetivo es la reproducción para una posterior comercialización. Dicha impresión se realizará mediante la tecnología de Estereolitografía Enmascarada (MSLA).

En la búsqueda de procesos de fabricación económicos se ha optado por la técnica de moldeo en frío mediante siliconas de vulcanización a temperatura ambiente y reproducción en resina de poliuretano por colada de vacío / presión en autoclave.

Finalmente, después de reproducir las piezas, se ha trabajado en el Box Art comercial de la figura montando, pintando y fotografiando un ejemplar.

El resultado final está dirigido tanto a profesionales experimentados en el campo, como a personas y estudiantes interesados en el proceso de fabricación para un mercado artístico y creativo en continuo avance.

## PALABRAS CLAVE

*Miniaturas 28mm, Modelado 3D, Impresión 3D, ZBrush, Wargames, Fantasía, Orco.*

## SUMMARY

The present work consists of the elaboration of a 28mm miniature intended for collecting and wargames.

In the first place, we will see the creative process of design and digital modeling of the fantasy figure. Its relationship with the basic fundamentals of drawing, sculpture and the methodology of creating models for a specific commercial market.

Subsequently, the digital model will take physical form thanks to 3D printing of professional and domestic DLP/LCD machines. We call this model

*master* and its objective is reproduction for later commercialization. Said printing will be made using Masked Stereolithography technology.

In the search for economic manufacturing processes, the cold molding technique has been chosen using vulcanizing silicones at room temperature and reproduction in polyurethane resin by vacuum / pressure casting in an autoclave.

Finally, after reproducing the pieces, work has been done on the commercial BoxArt of the figure, assembling, painting and photographing a copy.

The final result is aimed at both experienced professionals in the field, as well as people and students interested in the manufacturing process for a very specific artistic and creative market.

## **KEYWORDS**

*28mm Miniatures, 3D Modelling, 3D Printing, ZBrush, Wargames, Fantasy, Orc.*

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su sacrificio durante todos estos años y su apoyo incondicional.

A mi tutor, por su guía y sabiduría en esta aventura.

A mis amigos, los que fueron y se fueron, pues me ayudasteis a ver el camino.

A mi primo Alejandro, porque empezamos esto juntos y seguiremos juntos.

A todos, muchas gracias por creer en mí.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</b>	<b>7</b>
<b>2.1. OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
2.1.1. <i>Objetivos Principales</i>	7
2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
<b>2.2. METODOLOGÍA</b>	<b>7</b>
<b>2.3. CRONOGRAMA</b>	<b>8</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO Y REFERENTES</b>	<b>9</b>
<b>3.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
3.1.1. <i>El mercado de las miniaturas y sus creativos</i>	9
3.1.2. <i>La fabricación tradicional de los soldaditos de plomo</i>	9
3.1.3. <i>Little Wars de HG. Wells</i>	10
3.1.4. <i>El Orco, folclore y fantasía</i>	11
<b>3.2. REFERENTES</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1. Empresas</b>	<b>13</b>
3.2.1.1. Games Workshop	13
3.2.1.2. Lost Kingdom Miniatures	14
3.2.1.3. Avatars of War	15
3.2.1.4. Corvus Belli	15
<b>3.2.2. Artistas</b>	<b>16</b>
3.2.2.1. Juan Díaz	16
3.2.2.2. Seb Perbet	17
3.2.2.3. Joaquín Palacios	17
3.2.2.4. Ramón Belmonte	17
<b>3.3. LA IMPRESIÓN 3D Y SU EVOLUCIÓN</b>	<b>18</b>
3.3.1. <i>FDM (Modelado por Deposición Fundida)</i>	18
3.3.2. <i>SLA (Estereolitografía)</i>	18
3.3.3. <i>DLP (Procesamiento Digital de la Luz)</i>	19
3.3.4. <i>MSLA (Estereolitografía Enmascarada)</i>	19
<b>4. PROYECTO</b>	<b>21</b>
<b>4.1. DISEÑO Y CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>21</b>
4.1.1. <i>Moodboard</i>	21
4.1.2. <i>Concept Art</i>	21
<b>4.2. MODELADO 3D</b>	<b>23</b>
4.2.1. <i>El software ZBrush</i>	23
4.2.2. <i>Blocking / Estructura</i>	23

4.2.3. <i>Modelado Base</i>	24
4.2.4. <i>Rigging / Posado</i>	24
4.2.5. <i>Modelado Detalles</i>	25
4.2.6. <i>Modelado Accesorios</i>	26
4.2.7. <i>Render</i>	28
4.2.8. <i>Despiece</i>	29
<b>4.3. IMPRESIÓN 3D</b>	<b>30</b>
4.3.1. <i>Elección de Técnica / Preparación del Modelo</i>	30
4.3.2. <i>Impresión</i>	30
4.3.3. <i>Postcurado</i>	31
4.3.4. <i>Limpieza / Preparación del Molde</i>	31
<b>4.4. REPRODUCCIÓN Y MOLDEADO</b>	<b>31</b>
4.4.1. <i>Moldeo en Frío</i>	31
4.4.2. <i>Reproducción al Vacío / Presión</i>	32
4.4.3. <i>Limpieza de Piezas / Cribado</i>	32
<b>4.5. BOX ART</b>	<b>33</b>
4.5.1. <i>Montaje y Pintura</i>	33
4.5.2. <i>Fotografía Macro</i>	34
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>36</b>
6.1. MONOGRAFÍAS	36
6.2. ARTÍCULOS	36
6.3. TRABAJOS FINAL D GRADO	37
6.4. TRABAJOS FINAL DE MÁSTER	37
<b>7. ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>38</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

Este TFG consiste en el modelado de una miniatura destinada al coleccionismo y los juegos de mesa. La figura en cuestión, inspirada en el universo de miniaturas de la empresa británica *Games Workshop* (en adelante GW) se trata de una criatura del folclore celta ampliamente interpretada por muchos artistas y comúnmente conocida como "Orco"<sup>1</sup>. Esta miniatura podría emplearse en muchos juegos de mesa como *Warhammer Age of Sigmar*, *Kings of War*, *Dungeons & Dragons*, entre otros.

En base a un interés personal por estas características criaturas y, en concreto, por aquellas relacionadas con los universos de GW, hemos querido constituir los fundamentos conceptuales de nuestro trabajo en los mismos que los de dicha compañía. Inspirados por esta popular criatura decidimos realizar este TFG para que nos sirviera como práctica profesional de cara al mundo laboral y desarrollar así nuestras habilidades.

Así pues, gracias a los conocimientos adquiridos durante la carrera empezaremos haciendo el diseño y la conceptualización del personaje como aprendimos durante asignaturas como Morfología Estética. Esta primera fase requerirá de un trabajo previo de investigación sobre el personaje que pretendemos hacer, así como de algunos estudios fisionómicos y conceptuales. Seguidamente pasaremos a la fase de modelado digital donde aprenderemos a utilizar el software *ZBrush* de modelado 3D. Con el mismo programa repararemos la malla y haremos el despiece de la figura. El siguiente paso será la impresión 3D del modelo mediante la tecnología de Estereolitografía Enmascarada (el resultado será el que llamaremos pieza máster) para más tarde entrar en la fase de creación del molde y reproducción. Por último, aunque no menos importante, prepararemos un BoxArt final para dejar la pieza acabada desde un punto de vista comercial. Profundizaremos más sobre todo esto en el apartado metodología.

Por último, este proyecto nace del deseo de emplear las nuevas tecnologías para la auto fabricación de productos en ámbito doméstico a precios asequibles y en relación a los Objetos de desarrollo sostenible 2030.

---

<sup>1</sup> Orco es la deformación estilística adoptado por diferente culturas y autores. Inicialmente es un término del inglés antiguo, referido a toda clase de monstruos de la mitología celta. Su deformación en la mitología romana, Orcus, será sinónimo de inframundo. No obstante, se atribuye su invención moderna a J. R. R. Tolkien (1892-1973) para describir a un tipo concreto de humanoide fruto del mal en su universo literario de *El Señor de los Anillos* (1954)

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1 OBJETIVOS

#### 2.1.1 *Objetivos Principales*

El **objetivo principal** de este TFG es esculpir una miniatura de fantasía de escala 28mm, inspirada en las criaturas conocidas como *los orcos* y en el concepto de “brujo tribal salvaje”. Este trabajo será impreso en resina fotosensible biodegradable mediante tecnología de estereolitografía enmascarada y reproducida más tarde en resina de poliuretano.

#### 2.1.2 *Objetivos Específicos*

Como **objetivos específicos** asociados al anterior nos hemos planteado los siguientes:

- Crear una metodología de trabajo eficaz que comprenda desde la concepción de la figura hasta la reproducción de la misma.
- Ampliar nuestro portfolio con un trabajo de calidad relacionado con el ámbito de trabajo al que pretendemos.
- Afianzar lo aprendido en la carrera enfocándolo hacia la salida laboral que hemos perseguido.
- Ahondar como escultor digital en el modelado 3D y en técnicas de impresión eficaces para la elaboración de miniaturas.

### 2.2 METODOLOGÍA

Para este trabajo hemos dividido el proceso en fases. La primera de todas es la fase de diseño y conceptualización, donde realizaremos una investigación para crear un *moodboard* que sirva de inspiración para el trabajo. A partir de esto, elaboraremos algunos bocetos de la figura que queremos elaborar. Para esta parte trabajaremos con papel y lápiz, desarrollando su aspecto morfológico, expresión corporal y diversidad de apariencia.

La siguiente fase será la de modelado 3D, donde esculpiremos con herramientas digitales el modelo final extraído de los bocetos. Para este desarrollo trabajaremos con el software *ZBrush*, un programa de esculpido avanzado con el que realizaremos todo el trabajo digital. Durante este proceso aplicaremos muchos de los principios de la escultura plástica que hemos aprendido a lo largo de la carrera, empezando por las etapas de trabajo. En primer lugar, mediante *ZSpheres* crearemos la estructura de la figura en posición anatómica. Una vez hecho esto, pasaremos a realizar el modelado base. Puesto que avanzar ahora más detalladamente con el modelado sería en vano, dado que se deformaría al mover la figura, crearemos directamente el esqueleto de la pieza y realizaremos el posado de la misma. Una vez colocada en la posición



que queremos continuaremos, ahora sí, con el modelado en detalle de la miniatura. Y, por último, la etapa final de corte y encaste.

Hecho el trabajo de modelado, pasaremos a la siguiente fase, la de impresión 3D. A través de archivos STL prepararemos la figura modelada y la dejaremos lista para su posterior impresión mediante la tecnología de estereolitografía enmascarada. Seleccionamos esta tecnología por su alta calidad de detalle, su coste moderadamente accesible como impresora doméstica y su razonable velocidad de trabajo. Utilizando resina fotosensible biodegradable imprimiremos la pieza que más tarde requerirá un post-curado a través de un baño de UV.

Una vez obtenida la pieza impresa podremos pasar a la siguiente fase, la de reproducción y moldeado. Crearemos los moldes utilizando la técnica de moldeo en frío mediante siliconas de vulcanización a temperatura ambiente y a través del método de reproducción al vacío replicaremos las piezas en resina de poliuretano.

Finalmente, concluiremos el trabajo con la fase de BoxArt que no es menos importante que las anteriores. Tras obtener las piezas en resina de poliuretano montaremos la figura, realizaremos un trabajo de pintura que vista nuestra pieza y terminaremos con una serie de fotografías macro que lo exhiban.

### 2.3 CRONOGRAMA

Cronograma del TFG	Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Elección del tema y planteamiento de objetivos y metodología																			
Proceso de investigación teórica y redacción del marco teórico																			
Trabajo plástico de diseño y conceptualización de la miniatura																			
Modelado digital con Zbrush de la figura concebida																			
Impresión 3D y casteo del trabajo																			
Preparación del Box Art y fotografía macro																			
Introducción, conclusión y bibliografía																			
Revisión y edición																			

Fig. 1. Cronograma del TFG en Excel.

## 3. MARCO TEÓRICO Y REFERENTES

### 3.1 MARCO TEÓRICO

#### 3.1.1 *El mercado de las miniaturas y sus creativos*

El sector del miniaturismo es un mercado donde artistas y creativos están encontrando cada vez más un espacio en el que desarrollar su arte. Desde hace un tiempo el juguete, así como las figuras y los coleccionables, se han convertido en un soporte artístico por derecho propio donde muchos autores han establecido su dominio creativo. Es el caso de Martín Canale, un escultor digital que aprendió a modelar de manera autodidacta desde que tenía 21 años y que actualmente trabaja como escultor y director de arte para la compañía *Sideshow Collectibles* (Canale, 2004).

Algunos de los aspectos más destacables sobre los profesionales de este sector son la profusión por el detalle, sus bastos conocimientos en anatomía, sus estudios sobre lo orgánico y lo mecánico, así como las relaciones sociales y tecnológicas establecidas por el propio artista. No obstante, también podemos encontrar intrínsecas relaciones con otras formas de arte como lo son la ilustración, la literatura, la pintura, etc.

Desde las clásicas figuras de acción hasta las más modernas figuras coleccionables pasando incluso por los tradicionales soldaditos de plomo, este mercado ha ido evolucionando y seduciendo cada vez más a más consumidores de todas las edades. No es de extrañar que durante el confinamiento el sector del miniaturismo experimentase un crecimiento de mercado superior al habitual, como explica Gemma Gimeno en el reportaje de RTVE (Gimeno Vacarisas, 2022). El periodo de reclusión obligó a muchas personas a buscar nuevas formas de entretenimiento. Esto despertó el interés por este hobby y, del mismo modo, por esta profesión, que desde hace un tiempo está investigando nuevos caminos de desarrollo a través de las nuevas tecnologías de impresión 3D. En la actualidad, según los datos recogidos por Vandal, la empresa de miniaturas *Games Workshop* es incluso más rentable que la reconocidísima *Google* (González, 2021).

#### 3.1.2 *La fabricación tradicional de los soldaditos de plomo*

Los orígenes de las miniaturas no pueden establecerse con exactitud, pues se han encontrado figuras militares tanto tumbas del antiguo Egipto como en otras culturas y épocas. La creencia popular más extendida es que estas piezas que han sido empleadas en simulacros de batallas por comandantes militares de todas las civilizaciones, pasaron a manos de sus descendientes a modo de juguetes.



Fig. 2. Figura de coleccionismo de Venom. Sideshow Collectibles, Martín Canale, 2022.



Fig. 3. Granaderos de Napoleón.  
L'Iber, museo de los soldaditos de plomo de Valencia.

Durante la primera mitad del siglo XVIII empezaron a aparecer unas miniaturas fabricadas en metal mediante moldes de pizarra. Estos juguetes serían conocidos comúnmente como *soldaditos de plomo* y se generalizarían a lo largo del siglo. No obstante, se reconoce a los hermanos Hilpert como los primeros en crear una producción en masa de estas figuras. Dicha producción se establece durante la segunda mitad del siglo XVIII, en el año 1775, en Nuremberg, Alemania (Dorca, 2008).

Cabe destacar que las primeras figuras fueron fabricadas con estaño y estaban hechas en dos dimensiones. Sin embargo, a finales de siglo aparecieron en Francia las primeras figuras tridimensionales hechas con plomo por ser más barato y ligero que el estaño. Pero debido a la toxicidad del plomo, no se tardó en pasarse a las reproducciones con metal blanco.

A finales del siglo XIX la empresa británica *William Britain* revolucionó la producción de los soldaditos de plomo al fabricar sus figuras mediante el método de fundición hueca, lo que los hizo más baratos, ligeros y accesibles al público. No obstante, la verdadera revolución llegó durante la primera mitad del siglo XX con la aparición de la masilla verde (masilla epoxi bicomponente), que permitía una mejor forma de trabajo y una mayor resistencia final, como nos aclara nuestro referente Pérez Montejano. Este material no tardó en ser sustituido por el plástico, lo que permitió reducir costes de producción y alcanzar un mayor nivel de detalle. Estos hechos terminaron por relegar a las figuras de metal al más estricto coleccionismo, posicionando a las resinas plásticas como las reinas de este mercado.

El actual auge de la impresión 3D, así como la aparición de las nuevas resinas de modelado y los nuevos programas de esculpido digital, están haciendo evolucionar todavía más este sector. Como consecuencia a los actuales avances se puede apreciar un salto notable tanto en el diseño y la calidad de las figuras como en el propio trabajo de los artistas, que han empezado a presentar modelos cada vez más complejos y con un despiece superior al observado con anterioridad.

### 3.1.3 *Little Wars de HG. Wells*

Para comprender este TFG debemos entender el entorno para el cual está orientado. Es por esto que nos vemos en la necesidad de hablar acerca de qué son los *wargames*, el *Kriegspiel* y *Little Wars* de HG. Wells.

Hoy en día los conocidos *wargames* son juegos de mesa estratégicos que utilizan miniaturas, fichas y demás elementos para recrear un enfrentamiento bélico de cualquier escala. Por ejemplo, el *Ajedrez* y el *Go* son precursores de esta clase de juegos, pero existen otros muchos que implementan simulaciones

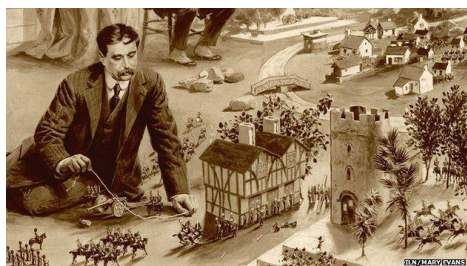


Fig. 4. Imagen ilustrada de HG. Wells del London News desde 1913. BBC News, 2013.

de todo tipo en entornos tanto históricos, como hipotéticos e incluso fantásticos. *Little Wars* es el primer reglamento conocido para *wargames* y fue publicado en 1913 por el escritor británico Herbert George Wells.

Inspirado en el *Kriegspiel*, un sistema de entrenamiento militar y planificación estratégica desarrollado por el ejército prusiano durante el siglo XIX, HG. Wells desarrolló *Little Wars* como un juego para niños de todas las edades. En su libro, Wells explica cómo nació la idea de este juego tras almorzar con un amigo (J. K. J.) en una habitación llena de juguetes y ver cómo su anfitrión disparaba con un cañón de resorte a uno de sus soldaditos. Ese fue un disparo cuyo eco resonaría en el tiempo, pues germinó una semilla que se cultivaría hasta crecer como el sueño del primer *wargame* de la historia. De esta manera estos juegos bélicos derivaron del entrenamiento militar al ámbito lúdico y comercial.

Tras *Little Wars* muchos otros juegos aparecieron desarrollando sus propios sistemas y creando toda una industria a su alrededor, que se mezclaría con el modelismo, naciendo así el hobby de los *wargames* de miniaturas.

### 3.1.4 El Orco, folclore y fantasía

Etimológicamente el término *Orco*, según la RAE, muestra distintas acepciones: el nombre masculino de la orca, el infierno, un sinónimo de huerco... Sin embargo, ninguna de las referencias presentadas coincide con el concepto derivado del folclore inglés conocido como *orc*, en español *orco*. Este término fue inventado para nombrar a unas criaturas monstruosas cuya existencia se creó para dar explicación a los hechos de sangre y asaltos ocurridos en los campos y bosques (Pérez Porto y Merino - 2019). Se les describe como unas criaturas humanoides de aspecto temible, con grandes colmillos y narices porcinas.

La primera aparición de los orcos como una raza de espíritus malignos y corrompidos la encontramos en el famoso poema épico *Beowulf* (Lorén González, 2015). No obstante, su popularidad creció gracias a Tolkien. Inspirado por dicho poema utilizó este término para designar a unas criaturas humanoides, de aspecto desagradable y actitud agresiva, que dieron forma a los antagonistas de su famosa historia *El Señor de los Anillos*<sup>2</sup>.

A raíz de estas novelas muchos otros proyectos de distinta índole se han inspirado en estas criaturas de Tolkien para crear sus propios orcos, instalándose de esta manera en la cultura popular de nuestros días. Sin embargo, la similitud e influencia de estos seres entre los distintos autores es innegable, presentando



Fig. 5. Portada del libro Klanetz Orruk (2ª Edición) de Games Workshop, 2019.

<sup>2</sup> *El Señor de los Anillos* (1954), J. R. R. Tolkien

características comunes que podríamos definir como canónicas. Explorando distintas fuentes encontramos que dichas características son:

- Suelen tener una piel de tonos verdosos.
- Sus ojos son rojizos y brillan en la oscuridad.
- Iguala en altura a un humano, aunque presenta una constitución mucho más fuerte.
- Son anatómicamente simiescos.
- Poseen una mandíbula inferior prominente y grandes colmillos inferiores, visibles incluso con la boca cerrada.
- Su lenguaje es pobre, a menudo gutural, y suele presentar un característico ceceo.
- Son antihigiénicos.
- Se trata de una especie carnívora, incluso caníbal.
- Se organizan en clanes o tribus y sus campamentos son ordinarios, desorganizados y primitivos. Además, el miembro más fuerte suele ser quien gobierna.
- Cuando emigran o van a la guerra se reúnen en grandes hordas.
- Sus armas y herramientas son burdas y toscas.
- Son beligerantes por naturaleza y poco inteligentes, aunque poseen cierta astucia.
- Suelen solucionar sus problemas mediante fuerza bruta y poseen una gran resistencia al dolor.
- Tienen una personalidad hosca y se creen superiores a las demás razas, pues según su forma de pensar, los más fuertes son los mejores y los que mandan, y ellos se consideran la raza más fuerte.
- Están emparentados con los *goblins* (una raza inferior, igual de maliciosa que ellos o incluso más, dado que son más astutos que fuertes).
- Suelen relacionarse con otras razas brutales como los *ogros*, los *trols* y los *gigantes*.
- Viven en sociedad con otros *orcos*. Raramente un *orco* viajará solo o luchará en solitario.

Además de los orcos de Tolkien podemos encontrar a estas criaturas en otros muchos universos de fantasía, siendo los más relevantes para este trabajo los de la franquicia *Warhammer*. En los universos ficticios de *Warhammer Age of Sigmar* y *Warhammer 40k* podemos encontrar a los orcos más beligerantes y peculiares de toda la fantasía contemporánea. A diferencia de otros universos de temática fantástica, los orcos de *Warhammer* son una especie fungoide carente de sexo, pues se reproducen mediante esporas que surgen de sus cuerpos. Cabe destacar también que por motivos de copyright estas criaturas han sido ligeramente renombradas por la compañía como *Orkoz*, en el universo de *Warhammer 40k*, y *Orrukz*, en el universo de *Warhammer Age of Sigmar*.

Además, veneran a una deidad bicéfala conocida como *Gorkamorka*, un dios de dos cabezas que encarna los dos aspectos más importantes de la sociedad piel verde, la brutalidad y la astucia. A menudo este ser se divide en dos deidades conocidas como *Gorko* y *Morko*, siendo *Gorko* tan brutal como astuto y *Morko* tan astuto como brutal. Pero de entre todos los aspectos destacables de los orcos de *Warhammer* el más importante es el concepto del *¡Waaagh!*, una palabra que únicamente puede pronunciarse a un nivel de decibelios ensordecedor y que presenta múltiples significados dentro de la sociedad piel verde. Es un término casi místico que representa tanto la organización militar de una gran horda, como una migración religiosa por la violencia, así como una campaña de saqueos y destrucción, pero también es un grito de guerra y, a su vez, la energía mágica que los acompaña. Los orkoz, u orrukz, disfrutaban de la guerra de una manera tan natural y caricaturesca que toda su maldad encuentra su contra punto en un humor tan cruel como absurdo, lo que confiere de carisma y personalidad a estos seres tan malvados.

Es ésta la fantasía que alimenta el propósito de nuestro trabajo, una fuerza de la destrucción tan natural como la explosión de un volcán o el cataclismo de un terremoto. Un poder antagónico a la creación, pero paradójicamente necesario para la misma.

## 3.2 REFERENTES

### 3.2.1 Empresas

#### 3.2.1.1 Games Workshop



Fig. 6. Games Workshop logo.

Como referente principal, sin lugar a dudas, hemos escogido a la empresa *Games Workshop*. En la actualidad casi la totalidad de los aficionados al hobby de las miniaturas nos hemos sumergido en este mundillo de la mano de esta gran empresa británica. Durante más de 40 años GW ha realizado la colosal gesta de levantar no solo un negocio insólito, sino toda una comunidad internacional alrededor de un hobby sobre miniaturas. No por nada se hacen llamar a sí mismos “la mejor compañía de miniaturas del universo”.

GW empezó originariamente como una fábrica de tableros de madera para juegos como el *backgammon* o el ajedrez. Más tarde se convirtió en una empresa de venta por correo con sede en el Reino Unido que importaba juegos de mesa y rol de fantasía popular. Fue fundada en 1975 por Ian Livingstone (Prestbury, England, 29 de diciembre de 1949) y Steve Jackson (Altrincham, England, 29 de mayo de 1951), pero no fue hasta 1978 que abrían su primera tienda en el número 1 de Dalling Road, en Hammersmith, Londres. En 1979 GW crearía de la mano de *Miniaturas Citadel* las primeras figuras que se utilizarían para juegos de rol y coleccionismo. No obstante, no sería hasta 1983 que nacería su primer wargame conocido como *Warhammer Fantasy Battles*, naciendo así

el hobby de *Warhammer*. Cabe mencionar que este juego no se afianzaría como un wargame propiamente dicho hasta el lanzamiento de su 3ª edición. Unos años después, durante el 1987 nacería el wargame más popular del mundo, *Warhammer 40,000* (o *Warhammer 40k*), combinando la fantasía clásica de inspiración Tolkieniana con la ciencia ficción de los años 80. En 1997 su sede central cambió su domicilio a Lenton, Nottingham (González, 2021).

Con el tiempo la empresa se convirtió en una multinacional abriéndose también a nuevas áreas de desarrollo. Éste es el caso de la *Black Library* en 1997, una rama editorial encargada de producir obras literarias de ficción ambientadas en los ricos mundos de *Warhammer*. También el desarrollo de videojuegos como los producidos con *THQ* o, más actualmente, con *Creative Assembly*, entre muchos otros. Aún a día de hoy sigue explorando nuevas áreas de desarrollo, como la futura serie de televisión prevista para 2024 de la mano de *Amazon Studios* junto al famoso actor Henry Cavill.

Pero volviendo al tema que nos atañe, cabe destacar el estilo artístico desarrollado por el principal diseñador de GW John Blanche, conocido popularmente como *Grimdark*. Éste es un subgénero de ficción fantástica en un universo distópico, violento, oscuro y amoral. Su creador lo define como “un Oscuro Barroco” por lo sobrecargado y lo fantasioso, aunque es innegable sus influencias románticas y su parecido con el gótico inglés. Pero más allá de John Blanche, muchos otros artistas (entre ellos algunos españoles) han trabajado con la más que exitosa compañía británica, como es el caso de Juan Díaz, del cual hablaremos más adelante. Por otra parte, la empresa lleva experimentando y trabajando con la impresión 3D desde hace más de 10 años, lo que le ha llevado a cotas de calidad nunca vistas en miniaturas durante los últimos tiempos.

### 3.2.1.2 Lost Kingdom Miniatures

No podíamos pasar por alto como referente a la jovencísima compañía valenciana *Lost Kingdom Miniatures* (en adelante LKM). Su impulsor Adrián Pérez-Montejano realizó sus estudios de Bellas Artes en la UPV y su TFG no solo nos ha valido como referente, sino también como inspiración. Publicado en 2016, realizó un trabajo digno de admiración de nada más y nada menos que 39 miniaturas de fantasía de 28mm que le llevó varios años de trabajo y que sentó las bases de su actual negocio.

Inspirado por las mismas inclinaciones que nosotros, LKM se ha labrado un pequeño espacio en el mundo del miniaturismo y la impresión 3D dentro de nuestro territorio. Con increíbles éxitos como la campaña *Magmhorin Realms* o el *Imperio Cuetzpal*, entre otros, LKM es (desde nuestro punto de vista) una de las promesas más interesantes en el mercado actual de las miniaturas.



Fig. 7. Heroína Camaleón del Imperio Cuetzpal de Lost Kingdom Miniatures, 2019.

Con un estilo de fantasía realista la compañía presenta una gran variedad de modelos que ha ido desarrollando a lo largo de estos 7 años. Sus influencias con la fantasía clásica y la empresa británica GW son más que notables, así como su formación artística. Muchas de sus figuras presentan modelados dinámicos con poses orgánicas, características más cercanas a la escultura tradicional que a los rústicos soldaditos de plomo. LKM trabaja de manera digital desde sus inicios a través del programa ZBrush. Además, actualmente su tienda online vende sus trabajos en formato STL para que puedas imprimirlos con una impresora 3D doméstica de resina exhibiendo así un modelo de negocio digital.



Fig. 8. Guerreros orcos de Avatars of War, 2022.

#### 3.2.1.3 Avatars of War

Una de las compañías más veteranas en el panorama español es *Avatars of War* (en adelante AoW). Esta empresa barcelonesa se fundó en 2006 por una pareja de emprendedores, Johanna Acquah y Félix Paniagua, y desde entonces han estado produciendo su propia gama de miniaturas de fantasía para diversos proyectos. A partir de 2021 la empresa se ha abierto a las nuevas tecnologías digitales integrando los procesos de creación y subiéndose al tren de la impresión 3D.

Félix Paniagua trabajó también en GW donde aprendió de los más grandes escultores de miniaturas. Más tarde trabajó para *Privateer Press*, una compañía de producción y publicación de juegos de rol y wargames en Washington, EEUU. Pero al año se embarcó en el proyecto de AoW tras esculpir sus primeras figuras independientes con gran éxito y acogida. Sus trabajos presentan un corte muy parecido al de GW fruto de su aprendizaje cuando estuvo trabajando para la compañía, pero con una visión más clásica de la misma (Alocada, 2014).

Cabe destacar que la compañía de AoW cambió de enfoque varias veces pasando de crear un material propio a convertirse fundamentalmente en una productora para terceros.

#### 3.2.1.4 Corvus Belli

Otra de las grandes empresas españolas, y probablemente la más grande de todas, es *Corvus Belli* (en adelante CB). Esta compañía gallega se fundó en 2001 por Fernando Liste, Carlos Torres y Pilar Rivero en Cangas, España, y desde entonces ha tenido un éxito sin precedentes dentro del panorama nacional e internacional. Su producto estrella es un wargame de ciencia-ficción publicado en 2005 y conocido como *Infinity*, cuyo éxito en países como EEUU y Australia lo llegó a posicionar como uno de los mejores juegos de miniaturas del mundo en el año 2014.





Fig. 9. Posthumanos ALEPH de Infinity, Corvus Belli, 2006.

CB es una compañía fundada por fanáticos de las miniaturas cuya filosofía está fundamentada en el contacto con su comunidad. Con mucha ilusión, cercanía y esfuerzo la compañía española ha logrado despertar el interés de muchos aficionados y profesionales por igual, mereciendo una mención especial entre los referentes de este trabajo.

*Infinity*, de la mano de su desarrolladora Begoña Liste (que reemplazó a Pilar Rivero), es un wargame de escaramuzas con inspiración en los mangas japoneses y de estética cyberpunk que tiene su propio universo de ficción. Además, cabe señalar que desde hace un tiempo CB cambió el metal blanco por la resina actualizando su trabajo a través del modelado digital y la impresión 3D. Sin perder un ápice de calidad la compañía ha creado su propia franquicia entorno a su principal producto, del cual ha sacado otros juegos de especialista imitando de esta manera a la gran GW.

### 3.2.2 Artistas

#### 3.2.2.1 Juan Diaz

Nuestro principal referente es Juan Diaz (Bilbao, 1968), conocido por ser el primer español en trabajar para GW como escultor y por sus excelentes trabajos escultóricos. Empezó de niño a coleccionar miniaturas desde los trece años y desde entonces no ha dejado de hacerlo. Sus principales inspiraciones fueron la fantasía clásica Tolkieniana, la ciencia ficción clásica, los comics de *Pulp*, *Masters del Universo* y, en definitiva, la ficción de los años 80.

Estudió la carrera de Bellas Artes en la Universidad del País Vasco orientando su carrera hacia la rama de escultura, mientras compaginaba sus estudios trabajando en una de las tiendas de GW Bilbao en 1997. Más tarde sería contratado como escultor de miniaturas después de ver sus trabajos escultóricos y continuaría así durante 16 años, hasta que dejaría de trabajar para GW dado que “sus miniaturas rozaban el límite que la empresa marca para personajes de *Warhammer*”.

Entre sus trabajos destacan sus exaltadas *Diablillas*, muy adoradas por la comunidad, y su *Príncipe Demonio Be'lakor*, pues en 2008 GW publicó un concurso interno sobre sus 25 mejores miniaturas posicionándola como la mejor de todas (Fanhammer, 2013).

Tuvimos la suerte de poder entrevistar a Juan Diaz durante un curso de escultura de miniaturas que realizó en la tienda *GoblinTrader Valencia* el día 15 de enero de 2023. Durante esta entrevista descubrimos que se considera exclusivamente un escultor plástico y que desdeña la escultura digital. Sin embargo, y pese a su contrario parecer sobre este tipo de modelado, ratifica



Fig. 10. Juan Diaz, 2013.

que el presente de las miniaturas está en esta moderna tecnología, pues todas las compañías hoy en día trabajan con ella.

#### 3.2.2.2 Seb Perbet

Otro de nuestros referentes es el británico Seb Perbet (Nottingham, 1977), actual escultor y diseñador senior de la compañía GW. Su trabajo como modelador digital de alguna de sus últimas figuras lo convierten en uno de los mejores modeladores de miniaturas de la actualidad. Siendo aprendiz de Jes Goodwin, otro de los grandes escultores de la compañía, ha realizado trabajos increíbles como su figura de *Abaddon the Despoiler* o *Alarielle the Everqueen*, entre otras muchas más.

Para Perbet el buen escultor digital no solo realiza un trabajo técnico, sino también creativo. Incluso desde el proceso conceptual en 2D tiene una visión del trabajo final que pretende conseguir, destacando en él los aspectos gráficos y expresivos basándose a partir de formas solidas.

#### 3.2.2.3 Joaquín Palacios

Volviendo con escultores españoles actualmente tenemos a Joaquín Palacios (Madrid, 1982), escultor autónomo con residencia en Madrid desde el año 2000. Sus diversos trabajos, tanto plásticos como digitales, presentan una gran profusión por el detalle y una clara predilección por la fantasía que podemos apreciar desde sus distintos escaparates en la red. Destaca en ellos su carácter expresivo y su inspiración en el universo de fantasía del videojuego *World of Warcraft*.

Desde su propia tienda online trabaja vendiendo tanto sus figuras físicas impresas en 3D como los STL de las mismas. No obstante, también ha trabajado para marcas reconocidas como: *Black Sun Miniatures*, *Scale 75*, *BigChild*, *Coolminiornot*, *Knight Models*, *Aradia*, *Limbo*, *Nocturna*, *Terrible Kids Stuff*, *Beyond* y *Dust*.

#### 3.2.2.4 Ramón Belmonte

Ramón Belmonte (Málaga, 1996), escultor digital y autónomo desde el año 2020. Actualmente trabaja para *Highland Miniatures* como escultor principal y propietario del patreon de la empresa. Esta compañía opera desde Edimburgo, Escocia, y entre los trabajos de Belmonte destaca su figura de supermán con un alto nivel de realismo y detalle.

En general, el estilo artístico de Belmonte es mucho más cartoon que los anteriores, aunque no siendo por ello menos interesante. Vemos que también

trabaja con programas como *Maya*, *ZBrush*, *Substance Painter*, *Blender*, entre otros muchos más, pues además de modelar miniaturas también tiene otros proyectos audiovisuales.

En definitiva, este es un referente semejante a nosotros que ha prosperado como modelador digital de miniaturas.

### 3.3 LA IMPRESIÓN 3D Y SU EVOLUCIÓN

#### 3.3.1 FDM (*Modelado por Deposición Fundida*)

Existen muchas tecnologías distintas de impresión 3D, siendo la más común y barata el *Modelado por Deposición Fundida* (en adelante FDM). Esta tecnología utiliza una boquilla caliente por la cual pasa el material que se funde y deposita sobre la placa de construcción, donde se enfría y solidifica. Los materiales utilizados pueden ser muy diversos, desde bioplásticos PLA hasta comida misma, y se emplean en forma de filamento enrollado en una bobina y conectado con la boquilla del cabezal.

Durante nuestro camino por la universidad hemos podido probar la impresión FDM en algunas asignaturas relacionadas con la impresión 3D sacando nuestras propias conclusiones al respecto. A través de nuestra experiencia resolvemos que este tipo de tecnología alcanza una calidad baja para el modelado de figuras, siendo descartable para este cometido. Además, los materiales utilizados son fácilmente fundibles por motivos obvios, así como de baja resistencia, lo que tampoco los convierte en un componente atractivo para este trabajo. Por último, los tiempos de producción de esta tecnología son muy lentos para lo que buscamos, por lo que concluimos en que no es una tecnología óptima para nuestro proyecto.

#### 3.3.2 SLA (*Estereolitografía*)

Posterior al FDM encontramos la *Estereolitografía* (en adelante SLA), una tecnología que transformó la impresión 3D. Las impresoras SLA utilizan espejos conocidos como galvanómetros que se colocan uno en el eje X y otro en el eje Y. Utilizando un rayo láser se dirige una luz ultravioleta a través de ellos sobre un tanque de resina líquida fotorpolimérica. A causa de esta exposición la resina se va solidificando creando capas superpuestas que van fabricando el objeto.

Este tipo de tecnología presenta una alta precisión con un aspecto mucho más liso y consistente que las FDM. No obstante, las resinas empleadas en SLA suelen emitir vapores tóxicos, por lo que es recomendable tomar precauciones al utilizarlas. Una vez realizada la pieza se debe lavar mediante alcohol isopropílico para más tarde curar con luz ultravioleta.

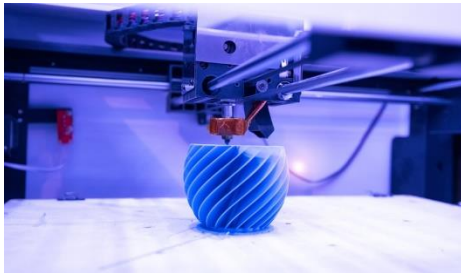


Fig. 11. Proceso de impresión por deposición fundida.

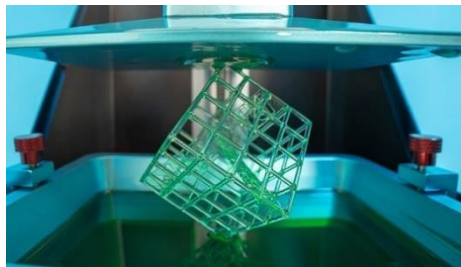


Fig. 12. Proceso de impresión con estereolitografía.

Ésta es una tecnología bastante interesante con la que se pueden hacer figuras de gran calidad. Sin embargo, el mayor problema que presentan estas impresoras es el tiempo y que las tecnologías más modernas desarrolladas a partir de la misma corrigen esta dificultad. Determinamos así que la SLA no alcanza a ser lo suficientemente óptima para nuestro trabajo.

### **3.3.3 DLP (Procesamiento Digital de la Luz)**

Podríamos decir que la tecnología de *Procesamiento Digital de la Luz* (en adelante DLP) es la hermana mayor de la SLA. La forma de trabajar de las impresoras DLP es casi idéntico al de las SLA, la gran diferencia está en que las impresoras DLP utilizan un proyector de luz digital para proyectar capas enteras en una sola imagen. Dicha imagen está compuesta por píxels cuadrados al ser arrojada desde una pantalla digital, lo que se traduce en pequeños bloques rectangulares llamados vóxels.

Como bien nos explican en la web *All3dp*, la luz es proyectada sobre la resina mediante pantallas de diodos emisores de luz (LED) o mediante una fuente de luz ultravioleta que se dirigen a la superficie de construcción a través de un dispositivo digital de microespejos (DMD). Este dispositivo controla el lugar donde es proyectada la luz generando un patrón en la superficie de construcción.

Esta tecnología puede lograr tiempos de impresión muchísimo más bajos que las SLA y alcanzar una mayor calidad de detalle convirtiéndola en una candidata perfecta para fabricar figuras modeladas digitalmente.

### **3.3.4 MSLA (Estereolitografía Enmascarada)**

Si la tecnología DLP era la hermana mayor de la SLA, la *Estereolitografía Enmascarada* (en adelante MSLA) sería la hermana gemela del DLP, aunque unos segundos mayor. Esta tecnología moderna utiliza una matriz LED a través de una *Pantalla de Cristal Líquido* (en adelante LCD) que muestra cada capa como una máscara. Como las DLP, utilizan una imagen digital compuesta por vóxels, pero la principal diferencia entre ambas tecnologías es que las MSLA utilizan una matriz de cientos de emisores individuales mientras que las DLP emplean un único punto de emisión de luz.

En todo lo demás, ambas tecnologías son prácticamente idénticas en eficiencia y calidad. Aunque podríamos destacar las MSLA en rentabilidad en comparación con las DLP que suelen ser un poco más caras.

Así pues, ésta es una tecnología apta y viable con la que poder realizar nuestro trabajo y, puesto que disponemos de la misma para hacerlo, será la tecnología de impresión 3D que utilizaremos para llevar a cabo nuestro cometido.



Fig. 13. Modelos de impresoras 3D con tecnología MSLA económicamente más accesibles.



Fig. 14. Wardokk, Age of Sigmar, Games Workshop, 2016.



Fig. 15. Wurrkog Prophet, Age of Sigmar, Games Workshop, 2022.

## 4. PROYECTO

### 4.1 DISEÑO Y CONCEPTUALIZACIÓN

#### 4.1.1 Moodboard

Para comenzar con el proyecto primero realizamos una exploración de personajes que se asemejasen al que íbamos a hacer a modo de referentes. Nos marcamos algunos criterios en nuestra búsqueda, pero sobre todo que fuera una criatura de raza orcoide y de estética tribal. El propósito del moodboard es que sirva de fuente de inspiración para más tarde dibujar nuestro propio diseño.

#### 4.1.2 Concept Art

Tras realizar el paso anterior disponemos de una documentación visual con la que comenzar a trabajar nuestra figura y por ende nuestra creación. Para empezar, cogimos papel y lápiz y realizamos unos primeros bocetos rápidos de desarrollo atendiendo a su estructura y volumen, el esqueleto, la proporción, etc. Ésta es una parte muy importante pues establecerá las primeras relaciones de nuestro personaje.

Posteriormente, trabajamos algunos de sus rasgos más característicos que son su mística conexión con los huesos, su actitud danzante, su expresión agresiva y su fisionomía extremadamente musculada. Por otro lado, también establecimos condicionantes expresivos a través de su personalidad y rasgos psíquicos para los cuales empleamos la tabla de la página siguiente.

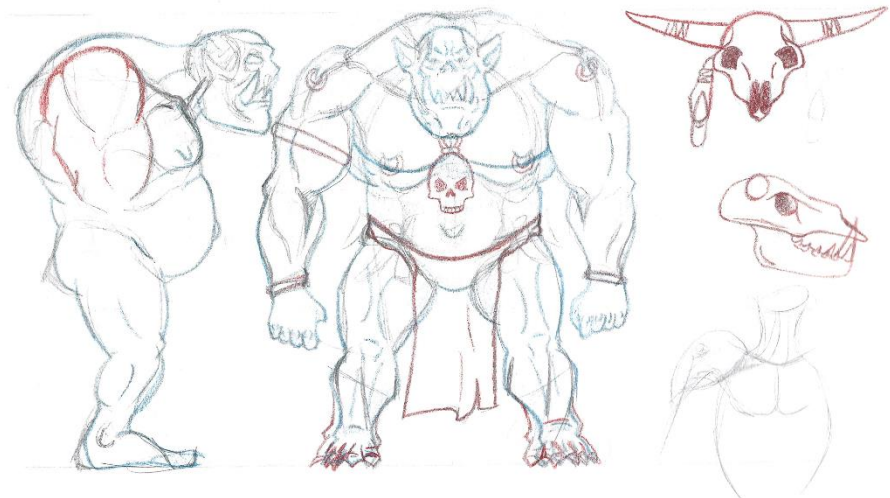


Fig. 16. Bocetos personales del cuaderno de diseño.

EXPRESION	Sensación		Sexo		Estado	Condición paralela	Personalidad contraria	Característica tipológica	Edad	Animal	Forma	Color	Sensación táctil	Material....
	+	-	m	f										
Bondad	○		○	○	Débil	Benignidad	Perversidad	Fraile	60	Perro S.Bernardo	Esfera	Azul	Tibia	Piel
Inteligencia	○	○		○	Medio	Agudeza	Necedad	Matemático	30	Mono	Aguda	Siena	Fria	Bronce
Humildad	○			○	Débil	Obediencia	Orgullo	Pobre	50	Oso pequeño	Voluble	Gris	Suave	Cristal
Sabiduría	○		○		Medio	Prudencia	Necedad	Científico	70	Oso	Cuadrada	Blanco	Rugosa	Agua
Magnanimidad	○		○		Débil	Justicia	Voluble	Juez	70	Elefante	Simple	Negro	Aspera	Madera
Coraje	○	○	○		Fuerte	Audacia	Miedo	Trapecista	20	Leopardo	Compleja	Rojo	Peluda	Orgánico
Amor	○		○	○	Medio	Afecto	Odio	Madre	25/80	Gorila	Redonda	Azul	Ruda	Metal
Tranquilidad	○			○	Débil	Calma	Excitación	Pescador	50	Perezoso	Triangular	Amari.	Tosca.	Barro.
Alegria	○		○	○	Fuerte	Vitalidad	Tristeza	Niña	12	Colibrí	Pequeña	Verde	Flácida	Vegetal
Maldad		○	○	○	Fuerte	Miedo	Bondad	Nazi	25	Serpiente	Crecida	Morado	Pegajosa	Hielo
Miedo		○		○	Fuerte	Inquietud	Valentía	Político	14	Murciélago	Sinuosa	Oscuro	Deslizante	Aire
Insensatez		○		○	Medio	Torpeza	Prudencia	Rico	18	Rana	Recta	Rojo	Blanda	Napa
Tristeza		○	○	○	Fuerte	Melancolía	Alegria	Exiliado	50	Gato	Curva	Negro	Fofa	Plástico
Envidia		○			Medio	Lujuria	Magnánimo	Trepador	25	Serpiente	Roma	Amari- llo	Lisa	Piedra
Cólera		○			Fuerte	Excitación	Tranquilidad	Boxeador	20	Hiena	Liosa	Naran- ja	Seca	Líquido
Pereza		○			Débil	Apatía	Activo	Conserje	45	Oso	Simple	Pardo	Húmeda	Viscoso
.....														

Fig. 17. Cuadro de condicionantes expresivos y entidades físicas.

Una vez creadas estas conexiones empezamos a trabajar su expresión corporal y facial, el movimiento, lo que podría llevar de indumentaria y de armamento. De esta manera obtendríamos el boceto definitivo con el que empezaríamos a trabajar en 3D. Así pues, adentrarse en el trabajo de modelado digital sería mucho más fácil y evitaría que nos bloqueásemos durante el proceso.



Fig. 18. Concept de chamán orco, Adrian Smith, 2014.

## 4.2 MODELADO 3D

### 4.2.1 El software ZBrush

Antes de desarrollar cómo modelamos nuestra figura nos vemos en la necesidad de explicar primero cuál fue el programa que utilizamos y los motivos por los cuales nos decantamos por éste y no otro.

El software utilizado fue *ZBrush*, un programa de modelado digital cuya característica principal es la capacidad para esculpir una malla digital como si fuera arcilla. A diferencia de otros programas de modelado parametrizado, *ZBrush* es una herramienta de arte que permite utilizar pinceles para dar forma y textura a esculturas digitales con un alto nivel de detalle. Hemos podido apreciar que este método de trabajo utiliza los mismos principios que emplearíamos en la escultura tradicional de estructura, planos, de lo general a lo específico, etc. Además, mediante herramientas como las *ZSpheres*, *Sculptris Pro* o *Dynamesh* los tiempos de trabajo se agilizan tanto como en el modelado clásico. Cabe señalar que *ZBrush* es un software muy empleado por los profesionales del sector del miniaturismo.

### 4.2.2 Blocking / Estructura

En primer lugar, construimos la estructura básica de nuestra figura mediante la herramienta de *ZSpheres*. A través de ésta creamos los hombros, los brazos y las piernas de una manera simple y rápida, simplemente estirando esferas conectadas entre sí. Para darle al cuerpo un mejor volumen inicial colocamos algunas *ZSpheres* que marcasen los planos del trapecio, de las dorsales y de las caderas. Estos puntos ayudarían a crear la forma de la malla y también a que con el posado no se deformase en zonas del cuerpo donde no nos interesase. Es importante mencionar que iniciamos nuestro trabajo desde una posición anatómica para poder diseñar un esqueleto que más tarde nos permitiera posar la figura.

Una vez finalizamos este proceso activamos el *Adaptative Skin* para que el propio programa nos crease una malla con la superficie de nuestras *ZSpheres*. De esta manera podríamos empezar a trabajar el modelado base utilizando los pinceles de esculpido del programa.



Fig. 19. Estructura de ZSpheres.

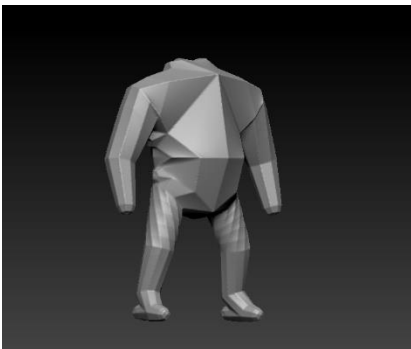


Fig. 20. Creación de la malla con Adaptative Skin.



### 4.2.3 Modelado Base

En esta etapa de trabajo empleamos todo tipo de pinceles como *Clay Buildup*, *Inflate*, *Move*, *Smooth* o *Dam Standard*. Con ellos comenzamos a crear los primeros volúmenes de manera anatómica, siempre de lo general a lo específico. A diferencia de los personajes para videojuegos, las figuras para impresión 3D pueden tener un alto nivel de poligonización (entre 1 y 2 millones de polígonos). Por ello durante esta fase del modelado no nos preocupamos mucho por la cantidad de polígonos generados, ya que más adelante los reduciríamos con la herramienta *Dynamesh*.

Este procedimiento permite no solo reducir los polígonos de la malla sino también fusionar las de los distintos objetos. Si bien el resultado no es muy limpio, posibilita que después se pueda organizar mejor con la herramienta *ZRemesher*, de la cual hablaremos más adelante.

No obstante, una vez modelado el cuerpo base tuvimos que detenernos para posar nuestra figura antes de entrar en una etapa de trabajo más avanzada.

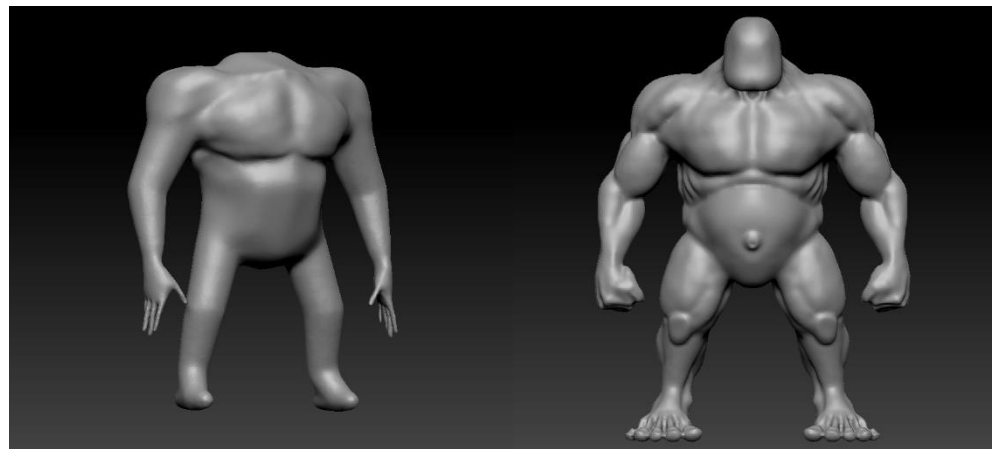


Fig. 21. Anatomía base inicial y modelado anatómico general.

### 4.2.4 Rigging / Posado

Durante este proceso empleamos las *ZSpheres* a modo de esqueleto para posar la figura. Para conseguir esto utilizamos la herramienta *Rigging* junto a la opción *Transpose Master*. De esta manera pudimos mover la malla, la cual está ligada a dicho esqueleto. Al realizar este procedimiento tuvimos que tener cuidado con los movimientos, pues la malla se mueve por cercanía a la estructura interna. Esto podía generar deformidades indeseadas en la misma, por lo que tuvimos que volver a modelar aquellas partes que se habían desfigurado. Una vez posada la figura nos embarcaríamos en la etapa del detallado.



Fig. 22. Rigging del Esqueleto.

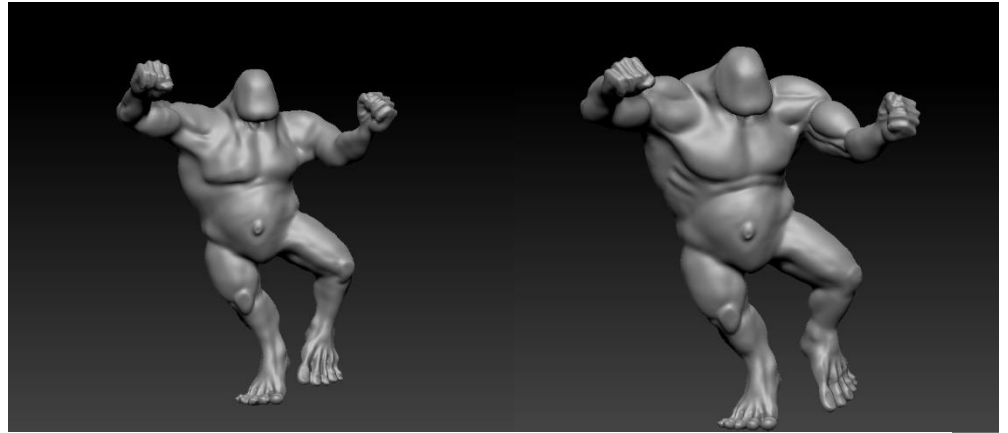


Fig. 23. Posado y remodelado.

#### 4.2.5 Modelado Detalles

Durante este proceso no solo corregimos las deformidades generadas por el posado, también profundizamos en la musculatura teniendo en cuenta la posición. Al ser una figura destinada a una escala de 28mm muchos de los detalles no se apreciarían, es por ello que se tienden a exagerar en esta clase de trabajos. Además, es importante remarcar que, a diferencia del modelado para videojuegos, en el modelado para impresión 3D no necesitamos hacer mapas de ningún tipo.

No solo trabajamos la anatomía, también modelamos la expresión del rostro, corregimos las proporciones, perfeccionamos las manos y pies, y reposicionamos levemente nuestra postura hasta obtener el movimiento deseado. Para ello, tuvimos que hacer previamente algunos estudios de la musculatura y del movimiento y de este modo acercar la anatomía humana a este ser antropomórfico. Prestamos atención no solo a la forma de los músculos sino también a sus inserciones desde un punto de vista anatómico.



Fig. 24. Modelado detallado.



Fig. 25. Modelado de accesorios y arma.



Fig. 26. Polypaint en zonas de mayor y menor concentración de polígonos.



Fig. 27. Malla remesheada y ordenada.

#### 4.2.6 Modelado Accesorios

En esta etapa dejamos aparcado nuestro modelo principal para trabajar en los elementos que la acompañan tales como ropa y accesorios. Trabajando individualmente en procesos de esculpido creamos cuerdas, cráneos humanos, un palo de madera, un tabardo de huesos y piercings en diferentes partes del cuerpo. Por otro lado, también le fabricamos una máscara con el cráneo de un animal bovino para el cual tuvimos que investigar sobre su anatomía.

Para el proceso de creación de la cuerda empleamos varios cilindros que enroscamos de forma paramétrica. Una vez elaborado el cruce fusionamos las mallas y las texturizamos con el pincel *Dam Standard*. Creado el fragmento de cuerda simplemente designamos un nuevo pincel con esa forma, cambiamos el modo de aplicación de la herramienta a línea y activamos la opción de continuidad. De esta forma conseguimos una cuerda que podíamos esculpir directamente sobre cualquier superficie.

El trabajo de los cráneos fue mucho más estudiado. Tras analizar algunos dibujos y visualizar referentes, modelamos nuestro propio cráneo partiendo de una esfera. Utilizando los pinceles de modelado movimos, inflamamos, hundimos y añadimos material hasta ir conformando la forma de nuestros cráneos.

Para no incrementar desmesuradamente la cantidad de polígonos que el modelo tenía lo modelamos todo a un nivel *lowpoly*. Una vez terminado cada objeto los llevamos con la figura principal y los juntamos mediante la herramienta *Merge*. Aun así, las piezas fusionadas seguían teniendo polygrupos distintos y mallas separadas. Para juntarlos completamente aplicamos un *Remesh By Union*, lo que permite fundir completamente las mallas convirtiendo el objeto en uno solo. Después, a través de *Auto Groups*, generamos un único poligrupo que fuera la figura con todos sus elementos.

Una vez satisfechos con el modelo y fusionadas todas las partes realizamos una *Dynamesh*. Con esto redujimos la cantidad de polígonos que la pieza tenía de 18 millones a poco menos de 1 millón y medio. Con este proceso no solo nos asegurábamos la fusión total de la malla y una amplia reducción de polígonos, sino también una poligonización de la malla equivalente. Con esto quiero decir que todos los polígonos en la malla tenían el mismo tamaño y estaban distribuidos en la misma por igual. No obstante, la malla creada mediante este procedimiento no está muy bien organizada, lo que puede traer problemas a la hora de cortar la pieza y demás procesos. Es por eso que copiamos nuestro modelo y lo pasamos por la herramienta *ZRemesher*. Este proceso reconstruye de nuevo la malla, pero de una forma más organizada. Sin embargo, para que salga bien debemos primero mediante *polypaint* indicarle las zonas donde queremos mayor o menor cantidad de polígonos. Esto permite que

zonas con mucho más detalle conserven la calidad, mientras que otras sin tanto detalle ahorren polígonos. Así pues, una vez obtenida la malla "remesheada", dividimos el número de polígonos hasta los 2 millones y, a través de *Project*, reflejamos los detalles de la figura final en la copia con la malla reorganizada.



Fig. 28. Detalles finales proyectados sobre la malla remesheada.

#### 4.2.7 Render

Terminado el trabajo de modelado utilizaremos la iluminación del programa para exportar unos renders que sirvan de presentación. Si bien el público prefiere ver modelos impresos y no renderizados, también nos sirve para incluirlo en nuestro portfolio.



Fig. 29. Renders finales.

#### 4.2.8 *Despiece*

Para llevar a cabo la reproducción es importante que desde este punto se consideren los posibles fallos durante el proceso de vertido y vaciado. Es por esto que en este último paso estudiaremos por dónde sería mejor cortar la figura y así imprimirla en partes.

Para realizar los cortes trabajaremos mediante booleanas desde el propio programa de *ZBrush*. Es importante crear un sistema de encaste que una las piezas de manera segura. Nosotros hemos trabajado dos sistemas distintos, uno mediante machihembrado que conectase las partes y otro mediante una tosca geometría que solo pueda conectar las piezas de una manera.

Separado el modelo exportamos en formato STL cada parte, para más tarde llevarlas al programa de impresión con el cual daríamos forma física a nuestra figura.



Fig. 30. Despiece de torso.



Fig. 31. Despiece de brazo izquierdo con machihembrado.

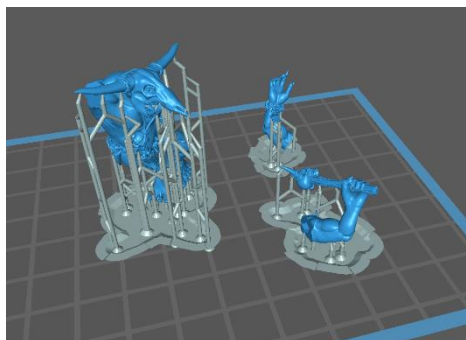


Fig. 32. Escenario de impresión en Chitubox.



Fig. 33. Impresión 3D completada del modelo final.



Fig. 34. Partes del modelo impreso con soportes.

## 4.3 IMPRESIÓN 3D

### 4.3.1 Elección de Técnica / Preparación del Modelo

Tras la investigación anterior, buscamos las tecnologías de impresión 3D más adecuadas para nuestro proyecto concluimos, que tanto el DLP como el MSLA se ajustan a la profusión de detalles deseada. Sin embargo, nos decantamos por la MSLA por ser una tecnología ligeramente más económica y accesible. La impresora que utilizaremos será una *Anycubik Photon Mono 4k*, una impresora de MSLA doméstica con una gran calidad de detalle.

Una vez el modelo está dividido por piezas, y exportado en ficheros STL<sup>3</sup>, llevamos los archivos al programa gratuito *Chitubox*. En éste prepararemos las piezas antes de llevarlas a imprimir. Es aquí donde reescalaremos la figura para obtener el tamaño deseado. Al ser piezas tan pequeñas no necesitarán de vaciado pues serían capas tan finas que se podrían romper y no saldrían bien. Una vez escalado, posicionamos las piezas en la escena del programa de manera que no genere problemas de impresión. Además, creamos una serie de soportes para que todas las partes pudieran ser impresas correctamente y una balsa que funcionaría de base para los soportes. Una vez listo, desde el propio programa cortaremos cada pieza en capas y guardaremos un nuevo archivo con formato *pwma*. De esta manera la impresora 3D podrá leerlo y llevar a cabo la impresión.

### 4.3.2 Impresión

Una vez listo el archivo lo llevamos a la impresora con un USB externo. Para realizar la impresión primero calibramos la máquina, luego llenamos la cubeta con suficiente resina y finalmente iniciamos el proceso de impresión. Cabe destacar que se utilizó resina biodegradable de la marca *Anycubic* trayendo así una producción responsable de esta clase de trabajos. El tiempo estimado nos vino indicado en la pantalla y aproximadamente señaló que tardaría unas 2:45 horas.

En relativamente poco tiempo conseguimos dar forma física a nuestro trabajo, obteniendo así el modelo *máster* de nuestro proyecto. Terminada la impresión, pasaremos a limpiar las piezas en un curadero durante 5 minutos con alcohol isopropílico. Esto no dañará la figura y le quitará los restos de resina líquida que tenga en su superficie gracias a las pequeñas aspas que mueven el líquido desde el fondo. Además, el alcohol se seca rápido por lo que dejará limpia las piezas para el proceso de postcurado.

<sup>3</sup> Formato de fichero idóneo para el intercambio de modelos digitales. Existen alternativas como el OBJ, VRML y 3DS, pero estos últimos crean errores de lectura.

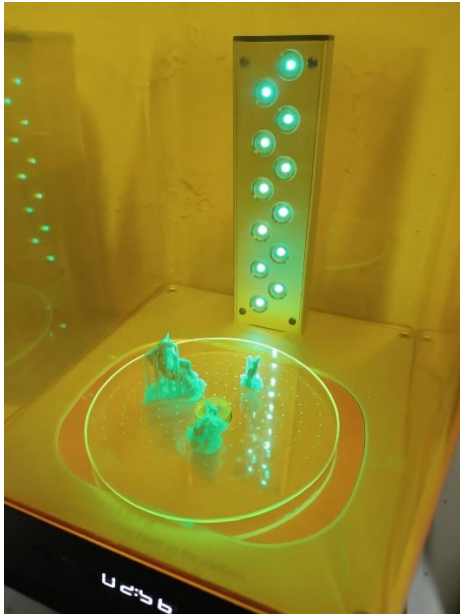


Fig. 35. Piezas curándose en el curadero.



Fig. 36. Tolvas y bebederos con forex y plasticard.



Fig. 37. Encofrado de MDF.

### 4.3.3 Postcurado

Para este sencillo paso también utilizaremos el curadero, pero esta vez cambiaremos el modo a baño de UVs. Este es un paso sumamente importante, porque endurecerá la resina dejándola lista para poderse manipular sin que ésta se rompa o se deshaga. Cabe destacar que el curadero tiene una tapa que rebota los rayos ultravioletas. Esto permitirá que la luz golpee las piezas desde todos los ángulos, endureciendo así cada lado por igual mientras gira en una plataforma rotatoria. Pasados 3 minutos, la impresión se ha completado en su totalidad.

### 4.3.4 Limpieza / Preparación del Molde

Ahora que ya tenemos nuestra pieza máster vamos a pasar a retirarse los soportes de impresión. Utilizando un escalpelo y teniendo sumo cuidado extraemos las partes de la figura. Con una lima quitamos las pequeñas rebabas que se hayan podido quedar del corte y dejamos las piezas lisas para la reproducción.

Una vez hecho esto vamos a darle un nuevo baño de UVs para endurecer todavía más la pieza y estar seguros de que no se romperá al hacerle el molde. Pasaremos las piezas por el curadero unos 6 minutos más. Listo pues, lavaremos con jabón y un cepillo suave cada parte, de manera que esté limpia de impurezas que pudieran reproducirse en el moldeo.

## 4.4 REPRODUCCIÓN Y MOLDEADO

### 4.4.1 Moldeo en Frío

Para crear el molde primero pegamos unos “palitos” de *forex*<sup>4</sup> y *plasticard* que hicieran de tolvas y bebederos de colada. Utilizamos un pegamento de cianocrilato y un activador en spray que acelera el proceso de secado y eliminase el exceso de adhesivo. Una vez hecho esto, dejamos que secase bien.

Mientras esperamos decidimos preparar el encofrado. Para ello construimos con madera MDF hidrófuga un cubículo cuadrado pegado con cola termofusible, de manera que fuera más fácil de retirar a posteriori. Listo el modelo se adhiere al interior del cubículo de forma que quede en el centro.

Ahora preparamos la silicona. Para ello utilizamos silicona para moldes, concretamente EASYL 3520, que al mezclarse con su catalizador (EASYCAT-20) en una proporción de 100/5, se vuelve elástico. Éste es un componente

<sup>4</sup> El forex es un material plástico de PVC expandido. Es especialmente adecuado para la impresión directa, fácilmente moldeable, ligero, resistente e impermeable.





Fig. 38. Cámara de vacío del tutor.

adecuado para moldes con difícil desmoldeo y sería necesario dada la complejidad de nuestra figura. Utilizando una cámara de vacío, facilitada por nuestro tutor, desgasificamos durante 10 minutos el material para extraer las burbujas de la fase de mezclado. Una vez pasado ese tiempo y antes de volcarlo en el encofrado, pasamos sobre la figura una capa generosa de silicona desgasificada con un pincel. Luego vertimos sobre el cubículo el resto del componente. Señalar que este material es un elastómero que cura a temperatura ambiente en 24 horas, por lo que tuvimos que dejarlo un día entero hasta que pudimos sacarlo de su receptáculo.



Fig. 39. Vertido de la silicona en el encofrado.

#### 4.4.2 Reproducción al Vacío / Presión

Pasadas las 24 horas retiramos el MDF y obtuvimos el molde completamente curado. Para abrirlo cogimos un escalpelo y nos armamos de paciencia. Debido a los pequeños detalles de la figura y los huecos en manos y accesorios resultó tremendamente complicado extraer el master de su interior, que terminó rompiéndose durante el proceso. No obstante, conseguimos mantener el molde intacto, así que continuamos con la reproducción.

Tras extraer el master, mezclamos resina de poliuretano de fraguado lento y la vertimos por el bebedero. Mientras todavía se estaba endureciendo, volcamos una tinta de color rojo para teñirla y la desgasificamos durante 2 minutos en la cámara de vacío antes de dejarla curar.



Fig. 40. Molde de silicona curado.

#### 4.4.3 Limpieza de Piezas / Cribado

Tras un curado de 15 minutos extrajimos del molde la pieza resultante. Para ello tuvimos que seccionar la silicona por los puntos más endebles de la figura retirándola finalmente de su interior. Ahora realizaríamos un cribado descartando las piezas que pudieran haber salido mal. Sin embargo, no sería necesario dado que todas las reproducciones salieron bastante bien.

Obtenidas las piezas resultantes, conseguimos una réplica de alto nivel de detalle salvo por la línea de molde, que con una lima y un escalpelo terminamos eliminando y dejando una reproducción exacta.



Fig. 41. Tintado de la resina.



Fig. 42. Modelo replicado.



Fig. 43. Figura montada e imprimada.



Fig. 44. Pintado Base.

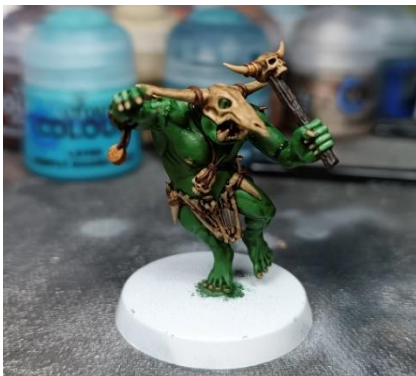


Fig. 45. Pintado de Sombras.



Fig. 46. Pintado de Detalles y Peana.

## 4.5 BOX ART

### 4.5.1 Montaje y Pintura

Listo el duplicado limpiamos la réplica con agua y jabón y pegamos entre sí cada parte con pegamento de cianocrilato para armar la figura entera. Por otro lado, la pegamos también a una base de plástico que le diera soporte. Una vez preparada pasamos al proceso de pintado imprimándola de blanco en primer lugar. De esta manera los colores se cogerán mejor al material facilitando esta labor y, al ser un tono de base claro, resaltará mejor los pigmentos. Cabe señalar que las pinturas utilizadas pertenecen a la gama *Citadel* que presentan una amplia variedad de tonos perfectos para pintar esta clase de miniaturas.

En primer lugar, pintamos los colores base de la figura utilizando tonos verdosos para la piel, tonos metalizados en dorado para los abalorios, algunos amarillos desaturados para los elementos óseos, y colores pardos para cuerdas y madera. Una vez completado este primer paso pasamos al segundo, el lavado. En este paso empleamos algunas pinturas diluidas que ayudaría a crear sombras en los recovecos de la miniatura. Para esto utilizamos un tono verdoso en la piel para dar mayor naturalidad a sus sombras, y otro marrón para los elementos óseos y demás. Éste último suele utilizarse comúnmente para este cometido.

Una vez dejado secar pasamos a recuperar algunos tonos en las superficies más planas utilizando los mismos colores que empleamos para la base. Seguidamente entramos a trabajar detalles para los cuales utilizamos una técnica de delineado que remarcase la forma de los músculos. También en abalorios y accesorios entramos a elevar los tonos repasando bordes y aristas. Fue en este paso donde empezamos a trabajar la peana para acelerar procesos. Mientras pintábamos brillos y detalles utilizamos una pintura texturizada que simulase tierra. Una vez seca la peana procedimos a pintarla con tonalidades cobrizas y aplicando un sombreado marrón. Finalmente, para recuperar brillos empleamos la técnica del pincel seco con tonalidades plateadas rematando la base con un poco de césped para modelismo. Como último paso pintamos el anillo de la peana con un tono metálico y la miniatura ya estaba lista para el paso final: la fotografía macro.



Fig. 47. Vista frontal y posterior de la miniatura pintada.

#### 4.5.2 Fotografía Macro

Llegados a este punto empleamos maquetas de escenografía y tapetes decorativos para hacer unas fotografías que hagan ver nuestro trabajo más grande. Más tarde editaríamos las imágenes con *Photoshop* para realizar una recreación ficticia del universo de la figura y así despertar el interés de potenciales compradores.



Fig. 48. Fotografías macro finales de la miniatura.

## 5. CONCLUSIONES

Este proyecto ha sido tanto un logro personal como un viaje lleno de dificultades, pero repleto de aprendizajes. Con muy pocos conocimientos del software ZBrush, nos embarcamos en un trabajo enriquecedor de autoaprendizaje. Aprendiendo los entresijos de un programa muy complejo que difiere por su versatilidad y una interface poco convencional.

El esfuerzo por modelar y producir una miniatura funcional que fuera imprimible en resina, ha sido arduo y complejo, ya que desde un desconocimiento total en la materia abarcábamos un proyecto de estas características. Sin embargo, nos sentimos orgullosos de haber alcanzado esta meta pese a las dificultades y los contratiempos, que lejos de intimidarnos nos han enseñado mucho para futuros proyectos.

No solo hemos logrado nuestro objetivo principal, con ello también hemos cumplido un sueño, el de modelar nuestra propia miniatura. Pero a nivel profesional hemos conseguido crear algo más, una metodología de trabajo eficaz y un producto de calidad que amplíe nuestro portfolio pudiendo interesar a empresas relacionadas con el sector. Destacar también que el proyecto nos ha servido para afianzar lo aprendido durante la carrera y profundizar en nuestras enseñanzas como escultor digital.

En conclusión, estamos orgullosos del trabajo realizado en un breve periodo de tiempo de 6 meses, pues lo abordamos casi desde la autosuficiencia y con la única ayuda de nuestro tutor experimentado en la materia. Estamos seguros de que esto nos servirá para abrirnos un camino profesional como escultor digital. Si bien nuestros esfuerzos se enfocan en el campo de la miniatura para wargames, existen numerosas posibilidades laborales tanto como *freelance* como en empresas dedicadas al sector. Por todo esto, finalizamos así con nuestro proyecto y esperamos que sea de utilidad para futuras generaciones.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1 MONOGRAFÍAS

- ARILDSEN, M.** (2019) *Sculpting Miniatures with Bob Plociennik*. Vertex School.
- DORCA, A.** (2008) *El hobby de los soldados en miniatura: el Wargame, el rol, el modelismo y el coleccionismo*. Alejo Dorca.
- SPENCER, S.** (1ª Edición) (2010) *ZBrush Digital Sculpting Human Anatomy*. Sybex.
- SPENCER, S.** (2ª Edición Revisada) (2011) *ZBrush Character Creation: Advanced Digital Sculpting*. Sybex.
- ZARINS, U. y KONDRATS, S.** (1ª Edición) (2014) *Anatomy for sculptors, understanding the human figure*. Exonibus.
- ZARINS, U.** (1ª Edición) (2017) *Anatomy of facial expression*. Exonibus.
- WELLS, H. G.** (2009) *Little Wars; a game for boys from twelve years of age to one hundred and fifty and for that more intelligent sort of girl who likes boys' games and books*. Project Gutenberg.

### 6.2 ARTÍCULOS

- ALOCADA** (23 de julio de 2014). [Entrevistas] *Felix Paniagua, de Avatars of War*. Bloodofkittens.com. <https://bloodofkittens.com/wargaminghub/2014/07/23/entrevistas-felix-paniagua-de-avatars-of-war/>
- All3DP** (16 de febrero de 2022). *Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D*. All3dp.com. <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>
- CANALE, M.** (marzo del 2004). *Summary*. Arstation.com. <https://www.artstation.com/martincanale/profile>
- FANHAMMER** (9 de agosto de 2013). *Entrevista a Juan Díaz*. Fanhammer.org. <https://fanhammer.org/kensei/entrevista-a-juan-diaz/>
- FANHAMMER** (28 de julio de 2016). *Entrevista a Lost Kingdom Miniatures – Impresionante Indiegogo de Enanos del Caos que llega*. Fanhammer.org. <https://fanhammer.org/empresas/entrevista-a-lost-kingdom-miniatures-impresionante-indiegogo-de-enanos-del-caos-que-llega/>
- GIMENO VACARISAS, G.** (3 de abril de 2022). *Los juegos de mesa se reivindican: el mercado aumenta un 20% durante la pandemia*.

RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20220403/repor-juegos-mesa/2324338.shtml>

**GONZÁLEZ, A.** (4 de agosto de 2021). *Games Workshop ha crecido hasta ser más rentable que Google.* Vandal.elespanol.com. <https://vandal.elespanol.com/noticia/r11738/games-workshop-ha-crecido-hasta-ser-mas-rentable-que-google>

**JIMÉNEZ PEÑUELA, J. R.** (Julio de 2018). *Narrativas de los soldados de juguete a partir de la Primera Guerra Mundial en Latinoamérica y el mundo.* Uniroja.es. <https://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/6583497.pdf>

**LORÉN GONZÁLEZ, G.** (10 de agosto de 2015). «*Beowulf*», traducción y comentario de J. R. R. Tolkien, editado por Christopher Tolkien. Laslecturasdeguillermo.wordpress.com. <https://laslecturasdeguillermo.wordpress.com/2015/08/10/beowulf-traducion-y-comentario-de-j-r-r-tolkien-editado-por-christopher-tolkien/>

**MAY, T.** (14 de enero de 2019). *Inside Games Workshop.* www.creativebloq.com. <https://www.creativebloq.com/features/inside-games-workshop>

**PÉREZ PORTO, J. y MERINO, M.** (25 de abril de 2019). *Orco - Qué es, definición y concepto.* Definicion.de. Última actualización el 4 de noviembre de 2020. <https://definicion.de/orco/>

**SURF** (4 de marzo de 2020). *Historia de Games Workshop en España.* Rodelos90.blogspot.com. <https://rodelos90.blogspot.com/2020/03/historiadegamesworkshop.html>

### 6.3 TRABAJOS FINAL DE GRADO

**FERRERO, C.** (2017) *APLICACIÓN DEL MODELADO DIGITAL Y LA IMPRESIÓN 3D EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PROPS Y FIGURAS COLECCIONABLES.* Valencia: Universitat Politècnica de València.

**MORENO, P.** (2022) *No More Figurines: Prototipado e impresión 3D de un muñeco articulado.* Valencia: Universitat Politècnica de València.

**PÉREZ, A.** (2016) *LOST KINGDOM MINIATURES. Modelado digital para impresión 3D.* Valencia: Universitat Politècnica de València.

### 6.4 TRABAJOS FINAL DE MÁSTER

**CARRATALÁ, A.** (2020) *Modelado profesional de escultura en plastilina. Técnicas, materiales y procedimientos aplicados a figuras de coleccionismo.* Valencia: Universitat Politècnica de València.

## 7. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Cronograma de creación propia en Excel.	8
Fig. 2. Imagen extraída del ArtStation de Martín Canale, <a href="https://www.artstation.com/artwork/zDGxyw">https://www.artstation.com/artwork/zDGxyw</a>	9
Fig. 3. Imagen extraída de la página web del museo de los soldaditos de plomo de Valencia, l'Iber, <a href="https://www.museoliber.org/coleccion-permanente/piezas-principales/granaderos-de-napoleon/">https://www.museoliber.org/coleccion-permanente/piezas-principales/granaderos-de-napoleon/</a>	10
Fig. 4. Imagen extraída de la página web de la BBC. Publicada el 3 de agosto de 2013, <a href="https://www.bbc.com/news/magazine-22777029">https://www.bbc.com/news/magazine-22777029</a>	11
Fig. 5. Imagen extraída de la página web de Age of Sigmar Lexicanum, <a href="https://ageofsigmar.lexicanum.com/wiki/File:Orruk_Warclans_01.jpeg">https://ageofsigmar.lexicanum.com/wiki/File:Orruk_Warclans_01.jpeg</a>	11
Fig. 6. Imagen extraída de la página oficial de Games Workshop, <a href="https://www.games-workshop.com/es-ES/Inicio">https://www.games-workshop.com/es-ES/Inicio</a>	13
Fig. 7. Imagen extraída de la página oficial de Lost Kingdom Miniatures, <a href="https://www.lostkingdomminiatures.com/es/saurian-ancients-cuetzpal/133-45-chameleon-heroine-v1.html#/26-soportes-pre_soportado">https://www.lostkingdomminiatures.com/es/saurian-ancients-cuetzpal/133-45-chameleon-heroine-v1.html#/26-soportes-pre_soportado</a>	14
Fig. 8. Imagen extraída de la tienda online de Avatars of War, <a href="https://www.myminifactory.com/object/3d-print-orc-warriors-multi-part-regiment-261756">https://www.myminifactory.com/object/3d-print-orc-warriors-multi-part-regiment-261756</a>	15
Fig. 9. Imagen extraída de la tienda online de Corvus Belli, <a href="https://store.corvusbelli.com/es/wargames/infinity/miniatures/posthumans">https://store.corvusbelli.com/es/wargames/infinity/miniatures/posthumans</a>	16
Fig. 10. Imagen extraída de la página web de La Biblioteca del Viejo Mundo, <a href="https://warhammerfantasy.fandom.com/es/wiki/Juan_D%C3%ADaz">https://warhammerfantasy.fandom.com/es/wiki/Juan_D%C3%ADaz</a>	16
Fig. 11. Imagen extraída de la página web de Impresioni3D, <a href="https://impresioni3d.com/servicios-de-impresion-3d-con-tecnologia-fdm-sus-ventajas/">https://impresioni3d.com/servicios-de-impresion-3d-con-tecnologia-fdm-sus-ventajas/</a>	18
Fig. 12. Imagen extraída de la página web de Innovacion-tecnología, <a href="https://www.innovacion-tecnologia.com/fabricacion-aditiva/impresion-3d-por-estereolitografia-sla/">https://www.innovacion-tecnologia.com/fabricacion-aditiva/impresion-3d-por-estereolitografia-sla/</a>	18

- Fig. 13. Imagen extraída de la página web de 3djake,  
<https://www.3djake.es/info/consejos/5-impresoras-msla-asequibles> 20
- Fig. 14. Imagen extraída de la página web de Age of Sigmar Lexicanum,  
[https://ageofsigmar.lexicanum.com/wiki/File:Wardokk\\_01.jpg](https://ageofsigmar.lexicanum.com/wiki/File:Wardokk_01.jpg) 21
- Fig. 15. Imagen extraída de la página web de Age of Sigmar Lexicanum,  
[https://whfb-de.lexicanum.com/wiki/Datei:Soulbound\\_Wurrgog\\_Prophet.jpg](https://whfb-de.lexicanum.com/wiki/Datei:Soulbound_Wurrgog_Prophet.jpg) 21
- Fig. 16. Imagen escaneada de nuestro cuaderno personal de diseño. 21
- Fig. 17. Imagen extraída de la asignatura de Morfología Estética para el ejercicio de creación de personaje ficticio. 22
- Fig. 18. Imagen extraída del ArtStation de Adrián Smith,  
<https://www.artstation.com/artwork/58bdw> 22
- Fig. 19. Captura de imagen del proceso de trabajo, estructura de ZSpheres. 23
- Fig. 20. Captura de imagen del proceso de trabajo, creación de la malla con Adaptive Skin. 23
- Fig. 21. Captura de imagen del proceso de trabajo, anatomía base inicial y modelado anatómico general. 24
- Fig. 22. Captura de imagen del proceso de trabajo, rigging del esqueleto. 24
- Fig. 23. Captura de imagen del proceso de trabajo, posado y remodelado. 25
- Fig. 24. Captura de imagen del proceso de trabajo, modelado detallado. 25
- Fig. 25. Captura de imagen del proceso de trabajo, modelado de accesorios y arma. 26
- Fig. 26. Captura de imagen del proceso de trabajo, polypaint en zonas de mayor y menor concentración de polígonos. 26
- Fig. 27. Captura de imagen del proceso de trabajo, malla remesheada y ordenada. 26
- Fig. 28. Captura de imagen del proceso de trabajo, detalles finales proyectados sobre la malla remesheada. 27
- Fig. 29. Captura de imagen del proceso de trabajo, renders finales. 28
- Fig. 30. Captura de imagen del proceso de trabajo, despiece de torso. 29
- Fig. 31. Captura de imagen del proceso de trabajo, despiece de brazo izquierdo con machihembrado. 29
- Fig. 32. Captura de imagen del proceso de trabajo, escenario de impresión en Chitubox. 30



Fig. 33. Fotografía del proceso de trabajo, impresión 3D completada del modelo final.	30
Fig. 34. Fotografía del proceso de trabajo, partes del modelo impreso con soportes.	30
Fig. 35. Fotografía del proceso de trabajo, piezas curándose en el curadero.	31
Fig. 36. Fotografía del proceso de trabajo, tolvas y bebederos con Forex y plasticard.	31
Fig. 37. Fotografía del proceso de trabajo, encofrado de MDF.	31
Fig. 38. Fotografía del proceso de trabajo, cámara de vacío del tutor.	32
Fig. 39. Fotografía del proceso de trabajo, vertido de la silicona en el encofrado.	32
Fig. 40. Fotografía del proceso de trabajo, molde de silicona curado.	32
Fig. 41. Fotografía del proceso de trabajo, tintado de la resina.	32
Fig. 42. Fotografía del proceso de trabajo, modelo replicado.	32
Fig. 43. Fotografía del proceso de trabajo, figura montada e imprimada.	33
Fig. 44. Fotografía del proceso de trabajo, pintado base.	33
Fig. 45. Fotografía del proceso de trabajo, pintado de sombras.	33
Fig. 46. Fotografía del proceso de trabajo, pintado de detalles y peana.	33
Fig. 47. Fotografía del proceso de trabajo, vista frontal y posterior de la miniatura pintada.	33
Fig. 48. Fotografía del proceso de trabajo, fotografías macro finales de la miniatura.	34