

Calicó

Corto de animación 3D



Grado en Ingeniería Multimedia

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Lola García Gómez

Tutor/es:

Mireia Luisa Sempere Tortosa

Septiembre 2022



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Justificación y objetivos

El motivo por el que he querido hacer un cortometraje de animación 3D es que, desde muy pequeña, me han gustado las películas de animación como *Monstruos, S.A.* o *Shrek*. Siempre me preguntaba cómo conseguían crear personajes y entornos mediante un ordenador y contar historias que consiguiesen despertar emociones y sentimientos en los espectadores. En la carrera, asignaturas como Modelado y Animación por Computador, Realidad Virtual o Postproducción Digital, me enseñaron aspectos básicos sobre modelado, animación y la industria que rodea a este mundillo. Me permitieron aprender e investigar más por mi cuenta. Finalmente, este proyecto es una oportunidad para demostrar mis conocimientos y adquirir otros nuevos en el proceso.

El objetivo de este proyecto es producir un cortometraje de animación 3D, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Multimedia y pasando por todas las etapas a la hora de desarrollar un proyecto de este tipo. Idea, desarrollo, producción y postproducción. Se modelarán los personajes y escenarios con sus correspondientes texturas y *rigs* y se creará una animación lo más profesional y pulida posible, buscando con esto un gran aprendizaje. Otro objetivo marcado es desarrollar habilidades artísticas y creativas necesarias en este tipo de proyectos.

A mi familia, gracias por apoyarme todos estos años.

A mi tutora Mireia, gracias por aconsejarme y resolver mis dudas.

*Al grupo de modelado3D UA, gracias por compartir información, recursos y proyectos
con el fin de aprender.*

Dedicado a mi abuelo Fernando, quien dedicó su tiempo a motivarme y enseñarme el valor de los estudios y aunque no podré ver su cara de felicidad al completar este capítulo de mi vida, sé que me sonríe desde el cielo.

“No tienes que ser grande para empezar, pero tienes que empezar para ser grande.”

Zig Ziglar

Índice de contenidos

1. Introducción.....	8
2. Marco teórico o estado del arte	9
2.1. Historia de la animación	9
2.2. Animación por computador en la actualidad	13
2.3. Principales estudios de animación.....	14
2.4. Animación en España	17
3. Objetivos	19
4. Metodología	20
4.1. Preproducción	20
4.1.1. Desarrollo de la idea	20
4.1.2. Guion.....	20
4.1.3. Storyboard	21
4.1.4. Arte conceptual	21
4.1.5. Herramientas.....	21
4.2. Producción.....	23
4.2.1. Modelado 3D	23
4.2.2. Retopología	24
4.2.3. Creación de escenarios.....	24
4.2.4. Texturas y materiales.....	24
4.2.5. Skinning y rigging.....	25
4.2.6. Iluminación	26
4.2.7. Cámaras	26
4.2.8. Animación	26
4.2.9. Renderizado	27
4.3. Postproducción	27
4.3.1. Montaje.....	28
4.3.2. Música y sonido	28
5. Cuerpo del trabajo.....	29
5.1. Desarrollo de la idea.....	29
5.1.1. Sinopsis.....	30
5.1.2. Guion.....	30
5.2. Storyboard	34
5.3. Arte conceptual	38
5.4. Modelado 3D.....	39

5.4.1. Felinos	39
5.4.2. Humanos	40
5.4.3. Objetos del entorno.....	44
5.5. Retopología	45
5.6. Creación de escenarios.....	47
5.7. Texturas y materiales	49
5.8. Skinning y rigging.....	53
5.9. Iluminación	56
5.10. Cámaras	56
5.11. Animación	57
5.12. Renderizado	58
5.13. Montaje	59
6. Conclusiones.....	61
7. Bibliografía.....	62

1. Introducción

Este proyecto consiste en la realización de un cortometraje de animación 3D, pasando por las fases del *pipeline* de producción necesarias, desde la concepción de una historia o idea hasta la postproducción una vez acabada la animación. El producto final no deberá exceder los 30 minutos de duración para poder considerarse un cortometraje.

Actualmente la animación 3D está en auge y en los últimos años se puede observar el aumento de películas y cortos de este tipo, pero la animación 3D no se limita al mundo del cine. A día de hoy la utilizan agencias de publicidad, departamentos de grafismo en televisión, agencias de arquitectura, simulaciones 3D usadas por la ciencia o ingeniería, videojuegos, etc (1).

En este proyecto, la idea principal es **mostrar la gran labor que llevan a cabo las asociaciones CES (Capturar, Esterilizar, Soltar) y concienciar sobre el daño que puede provocar el abandono de animales domésticos.**

El corto trata de 3 gatos que por distintas razones están en la calle y las personas del CES intentan darles una vida mejor, mostrando algunas de las situaciones con las que se encuentran, tanto buenas como malas. Con el objetivo de mostrar la realidad los personajes, la asociación (CES Novelda) y gran parte de la historia están basados en **hechos e historias reales**, modificándolos con el único propósito de dar sentido al guion del proyecto.

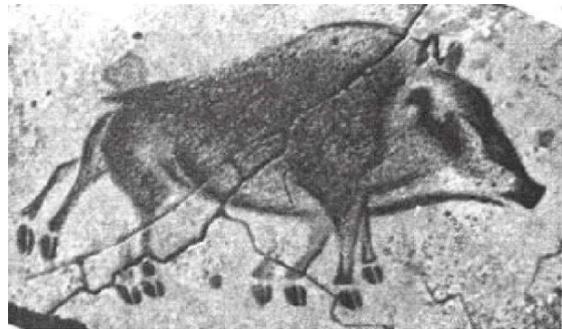
2. Marco teórico o estado del arte

La animación se considera una ilusión óptica a través de la cual se le da sensación de movimiento a dibujos, imágenes u objetos inanimados mediante el uso de diferentes técnicas que han ido evolucionando o sustituyéndose por otras nuevas a lo largo de la historia (2).

En este apartado veremos la evolución de la animación hasta la actualidad, tratando al final, sobre todo, la animación 3D por computador.

2.1. Historia de la animación

El interés por parte del ser humano en la animación podría tener origen en la prehistoria ya que, usando las herramientas disponibles de la época, se han hallado algunas muestras de arte rupestre representando animales con rasgos extraños que podrían estar representando el movimiento de la propia figura. Ejemplos de estos son la pintura de una cabeza de caballo superpuesta en cuatro posiciones diferentes en la cueva de Chauvet (Ardèche, Francia) o el jabalí de ocho patas de la cueva de Altamira (Santillana del Mar, España). Estas pinturas se datan hace unos 30.000 años aproximadamente, siendo las pinturas de Chauvet más antiguas que las de Altamira.



Figuras 1 y 2: Cabezas de caballo superpuestas (Chauvet) y jabalí de ocho patas (Altamira).

Fuente: <http://www.makimono.es/cine-rupestre/>

Existe la teoría de que estas pinturas se hacían teniendo en cuenta el relieve de las paredes y la luz que proporcionaban antorchas porque ayudaban a crear la sensación de profundidad y movimiento (3,4).

Miles de años más tarde aparecerían los jeroglíficos egipcios. Estas pinturas representaban aspectos políticos, religiosos y sociales mediante símbolos y dibujos. Lo interesante de ellos es que, sin ser capaces de leer y entender los símbolos, podemos entender parte de la historia gracias a la secuencia de escenas que suelen acompañarlos (5).

Sin embargo, no será hasta la época del barroco cuando se consiguen avances importantes en el mundo de la animación con la creación de la linterna mágica gracias al sacerdote jesuita, erudito y científico Athanasius Kircher. Este aparato es el antecesor del cinematógrafo y el proyector de diapositivas. Funcionaba basándose en la cámara oscura: adquiría imágenes del exterior, las hacía visibles en su interior, invertía este proceso y proyectaba las imágenes en el exterior. La linterna mágica estaba formada por una cámara oscura, varias lentes y un soporte corredero en el que había colocadas placas de vidrio con transparencias pintadas en ellas. Estas placas se alumbraban con una lámpara de aceite. Más tarde, el Conde Alessandro di Cagliostro mejoró a linterna mágica añadiendo un juego de ruedas que permitían aumentar o disminuir el tamaño de la imagen proyectada (6-9).



Figura 3: Fotografía de una linterna mágica.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Linterna_m%C3%A1gica

Más tarde, el médico, fotógrafo e investigador francés Étienne-Jules Marey estudió el movimiento con el objetivo de comprender el vuelo de aves e insectos al interactuar sus alas con el viento y representarlo en papel. La técnica que usó en sus investigaciones se conoce como **cronofotografía** y con ella conseguía plasmar la huella del movimiento. El invento más destacado de Marey fue el perfeccionamiento del revólver fotográfico inventado por Jules Janssen en 1874, al que llamó **fusil fotográfico**, un artefacto capaz de capturar hasta 12 imágenes por segundo (10-13).



Figura 4: Representación del fusil fotográfico de Marey.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Fusil_fotoqr%C3%A1fico

A raíz del fusil fotográfico surgió el **cinematógrafo**, obra de los hermanos Lumière en 1895. Esta máquina filmaba y proyectaba imágenes en movimiento y con ella se rodaron las primeras películas de cine, las cuales tuvieron ingresos muy mediocres al principio y gracias a la publicidad boca/oreja de las personas que asistieron, pronto se congregaron multitudes dispuestas a visualizar las proyecciones (14).

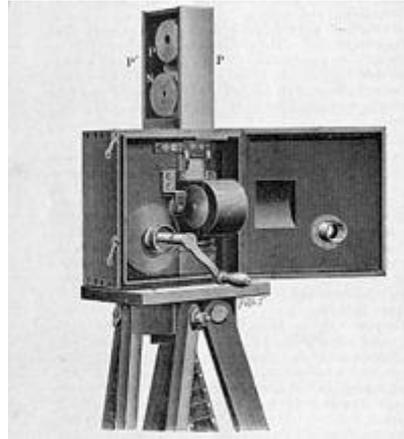


Figura 5: Fotografía de un cinematógrafo en modo proyección.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cinemat%C3%B3grafo>

No obstante, el cine de animación tradicional empezó a tomar importancia a partir de 1915 cuando Max Fleischer inventó el **rotoscopio** con ayuda de su hermano, Dave Fleischer. Esta máquina permitía redibujar manualmente dibujos cuadro a cuadro tomando como base una secuencia de movimiento real, filmada o grabada. Con el paso de los años esta técnica fue mejorada y popularizándose hasta ser adoptada por Walt Disney, quien la usó para llevar a cabo la película *Blancanieves y los siete enanitos* en 1937.



Figura 6: Fotograma de Blancanieves y los siete enanitos.

Fuente: <https://www.abc.es/play/pelicula/blancanieves-y-los-siete-enanitos-4695/>

La rotoscopia tomó una notoria importancia también en el mundo de los efectos especiales del cine, creando máscaras y capas de imágenes que permitían sustituir fondos, recortar personajes, eliminar objetos sobrantes, etc (15).

Durante este mismo año, Disney empezó a experimentar con la **cámara multiplano** planteada por Ubbe Ert Iwwerks en 1933. Consiste en láminas superpuestas en diversos planos que se desplazan vertical u horizontalmente haciendo que la cámara capte las imágenes con una sensación de tridimensionalidad. En 1940 se estrenó el largometraje *Pinocchio* usando esta técnica (16, 17).

En 1951, Norman McLaren, uno de los padres de la animación experimental y creador de varias técnicas usadas en el mundo del cine como la pixilación (variante del *stop motion* en la cual se usan personas en lugar de muñecos o marionetas) o el sonido sintético, dio vida a la **estereoscopía**. Consiste en cualquier técnica capaz de recoger información visual tridimensional y crear una ilusión de profundidad. Esta se crea visualizando una imagen ligeramente distinta para cada ojo. La estereoscopía es la precursora del cine 3D (18, 19).

Durante los siguientes 15 o 20 años aproximadamente, los **gráficos por computador** fueron objeto de estudio de matemáticos y científicos principalmente. A principios de los años 70, gracias al proyecto ARPA (*Advanced Research Projects Agency*) creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, se desarrollaron muchas de las técnicas básicas del 3D entre las cuales podemos encontrar: los sombreados de Gouraud, Phong y Blinn, mapas de texturas, algoritmos de detección de caras ocultas, subdivisión de superficies, trazado de líneas en tiempo real, los primeros intentos de realidad virtual, etc.

Por esta misma época, en 1968, Nikolai Konstantinov junto con un grupo de físicos y matemáticos soviéticos crearon **la primera animación por computador** mediante un modelo matemático que diseñaron que determinaba los movimientos de un gato. Este resolvía ecuaciones diferenciales ordinarias y devolvía cientos de posiciones en papel utilizando los símbolos del alfabeto. Después eran filmados en una secuencia y así nació el primer personaje animado: un gato andando.



Figura 7: Imagen de un gato andando creada por Nikolai Konstantinov y su equipo.

Fuente: <https://www.neoteo.com/gatito-animacion-por-ordenador-1968/>

En 1969, Lee Harrison, de la Corporación de Imágenes Computacionales de Denver, diseñó **Scanimate**, una computadora analógica capaz de crear animaciones en tiempo real. Se explotó en publicidad, promociones y aperturas de programas desde los años 70 hasta que a mediados de los 80 se sustituyó por la animación digital por ordenador, la cual producía imágenes más nítidas y gráficos 3D más sofisticados (20-23).

2.2. Animación por computador en la actualidad

Desde los años 80 hasta la actualidad, la animación por computador ha estado en constante desarrollo. Si retrocedemos en la línea temporal y contemplamos las animaciones de entonces con las de ahora podremos apreciar una gran diferencia en cuanto a la técnica y calidad final. Todo esto se debe a los avances tecnológicos que permiten la creación y desarrollo de diversas técnicas y estilos de animación (24).

A día de hoy prácticamente cualquier serie, película o anuncio que veamos contienen elementos animados por ordenador, en algunos casos son tan realistas que ni siquiera los percibimos. Un claro ejemplo de esto podemos verlo en *Star Wars: Episodio IX – El ascenso de Skywalker* (2019), donde trajeron de nuevo a la vida a la actriz Carrie Fisher como la princesa Leia tras su muerte en 2016. Para ello utilizaron metraje descartado de *Star Wars VII: El despertar de la fuerza* (2015). Modificaron su ropa, peinado y fondos en los que suceden las escenas y envejecieron la imagen de la actriz con CGI (*Computer Generated Imagery*) para adaptar las imágenes y hacer que encajasen dentro del contexto de la nueva película (25).

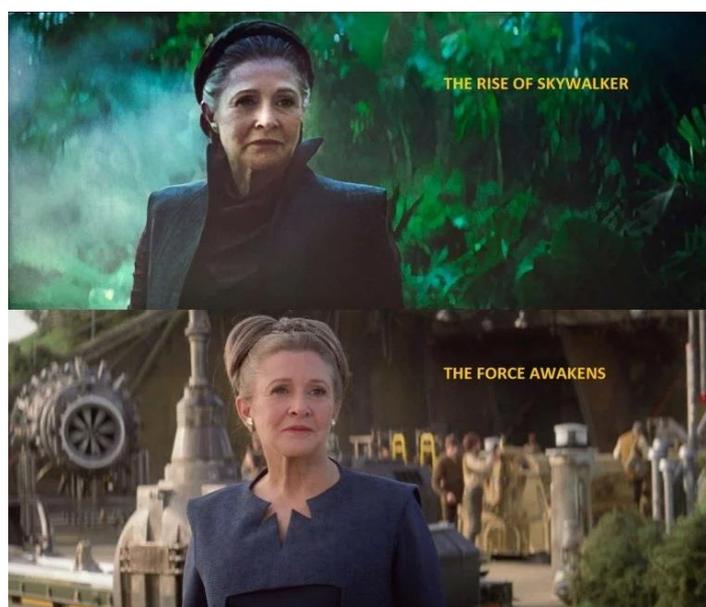


Figura 8: Imagen comparativa de una toma de *Star Wars VII: El despertar de la fuerza* (abajo) modificada mediante CGI para integrarla en la película *Star Wars: Episodio 9 – El ascenso de Skywalker* (arriba).

Fuente: <https://www.lafosadelrancor.com/2019/06/el-ascenso-de-skywalker-leia/the-rise-of-skywalker-leia-2/>

Cabe destacar que a día de hoy las imágenes y modelados 3D se utilizan en otros ámbitos además del cine: diseño de interiores, medicina, videojuegos, arquitectura, experimentación, recorridos virtuales, etc. Un buen ejemplo de esto es el modelo 3D de Notre Dame que construyó Ubisoft para el videojuego *Assassin's Creed: Unity*. La réplica digital de la catedral les llevó alrededor de 5000 horas de trabajo donde Caroline Miousse, artista responsable, se documentó con imágenes tomadas para recrear la arquitectura fielmente y trabajó con artistas de texturas para asegurarse de que Notre Dame se vería exactamente igual a la real. Más tarde, esta recreación pensada para un videojuego tomó importancia a nivel arquitectónico tras el incendio de la catedral en 2019, ya que esta es una de las representaciones más exactas que existen del edificio (26-28).



Figura 9: Reconstrucción hiperrealista de la catedral de Notre Dame para el videojuego *Assassin's Creed: Unity*

Fuente: <https://www.sacyr.com/-/un-videojuego-clave-para-reconstruir-notre-dame>

2.3. Principales estudios de animación

Existen una gran cantidad de estudios de animación actualmente que se dedican a la producción de películas y series. De entre ellos destacan principalmente 4 grandes estudios: **Walt Disney Animation Studios, Pixar, Studio Ghibli y DreamWorks Animation** (29).

El estudio de animación ya conocido por todos **Walt Disney Animation Studios** es el creador de algunas de las películas más queridas de la historia desde hace más de 80 años. Su primera película fue la ya mencionada *Blancanieves y los siete enanitos* (1937) y algunos ejemplos de sus películas más destacadas son: *Bambi* (1942), *La Cenicienta* (1950), *La Sirenita* (1989) y *El Rey León* (1994). Sus películas de animación más

taquilleras son *Frozen* (2013) y *Frozen II* (2019), cuya recaudación a nivel mundial superó los 2730 millones de dólares entre ambas.

Este estudio también es responsable de muchos cortometrajes de animación como: *Ferdinando el toro* (1938), *La pequeña cerillera* (2006) o *Mito: Un cuento glacial* (2019). Además son los creadores de Mickey Mouse, Minnie Mouse, el Pato Donald, Goofy, Pluto, entre otros personajes que se han convertido en las mascotas de la compañía y en figuras reconocidas en la cultura popular (30-32).



Figura 10: Cartel de la película *Frozen II* (2019)

Fuente: <https://www.filmaffinity.com/es/film672785.html>

El origen de **Pixar** tal y como lo conocemos hoy en día se remonta a 1986, cuando Steve Jobs adquirió *the Computer Division* de George Lucas e invirtió para convertirla en una empresa independiente de animación: Pixar.

Realizaron el primer corto de animación por computador 3D nominado para los Oscar: *Luxo Jr.* y son los creadores de otros muchos cortos conocidos como *Vuelo de pájaros* (2000), *Abducido* (2006), *La luna* (2011) o *Kitbull* (2019) entre muchos otros.

También son los creadores del primer largometraje animado por computador de la historia del cine, dando vida a los personajes de *Toy Story* (1995). A día de hoy se ha convertido en una franquicia y cuenta con un total de cuatro películas, estrenándose la última en 2019. Entre sus películas más famosas podemos encontrar *Monsters, Inc* (2001), *Buscando a Nemo* (2003), *Up* (2009), *Brave* (2012) o *Luca* (2021) entre muchas otras.

En 2006, Disney adquirió el estudio después de años de colaboración en diversas producciones de éxito (33-36).



Figura 11: Cartel de la película Luca (2021)

Fuente: <https://disney.fandom.com/es/wiki/Luca>

En 1985, nació **Studio Ghibli** como un pequeño estudio de producción de los suburbios de Tokio dirigido por Hayao Miyazaki e Isao Takahata junto con Toshio Suzuki como productor. Su objetivo principal era contar historias poéticas y emotivas, explorando las profundidades de la experiencia humana. A día de hoy son un estudio japonés de éxito el cual ha producido 6 de las 10 películas más taquilleras realizadas en Japón y cuenta con 20 largometrajes, varios cortometrajes, producciones para televisión y algunas colaboraciones artísticas con videojuegos.

La mayoría de sus animaciones se han hecho dibujando miles de cuadros a mano y podemos encontrar entre sus obras más famosas *Mi vecino Totoro* (1988), *La tumba de las luciérnagas* (1998), *La princesa Mononoke* (1997), *El viaje de Chihiro* (2001) o *El castillo ambulante* (2004) (37, 38).



Figura 12: Cartel de la película El castillo ambulante (2004).

Fuente: https://studioghibli.fandom.com/es/wiki/El_castillo_ambulante

En 1994, fundaron **DreamWorks Animation** el famoso director Steven Spielberg, el ex ejecutivo de Walt Disney Animation Studios Jeffrey Katzenberg y el productor discográfico y de cine David Geffen. Su objetivo era crear un lugar con libertad creativa y control sobre la distribución y comercialización de las películas.

Su primera película fue *Antz* (1998), la segunda película de la historia animada completamente por computador. Su lanzamiento supuso el comienzo de rivalidades con Pixar y riñas acaloradas entre DreamWorks y los ejecutivos de Pixar ya que ellos se encontraban en plena producción de *Bichos: Una aventura en miniatura* (1998). Esto se debió a que, tras dejar Katzenberg el estudio, tomó ideas de Pixar y las llevó a cabo en DreamWorks, dando como resultado dos películas muy similares.

En 2001, estrenaron *Shrek*, la cuarta película más taquillera de ese año y la primera en ganar un Óscar en la categoría de Mejor Película Animada. Tres años más tarde estrenaron *Shrek 2*, película que se considera la joya de la corona de DreamWorks. Fue nominada a la Palme d'Or en el festival de Cannes, a los Óscares en la categoría de Mejor Película Animada, a los Globos de Oro como Mejor Canción Original y a muchos otros premios (39).

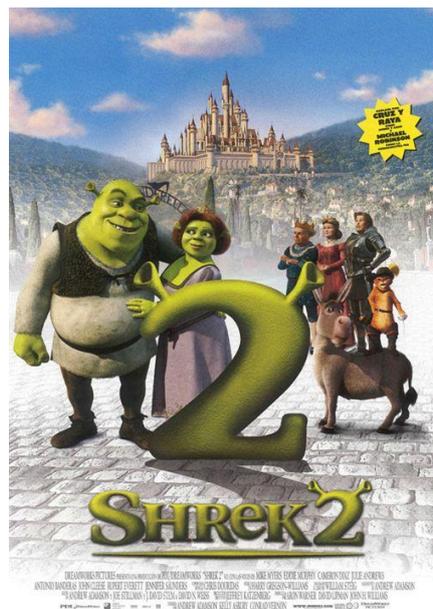


Figura 13: Cartel de la película *Shrek 2* (2004).

Fuente: <https://www.sensacine.com/peliculas/pelicula-40619/fotos/detalle/?cmediafile=20070785>

2.4. Animación en España

Se considera como pionero del cine de animación en España a Segundo de Chomón, cineasta que realizó numerosas películas entre 1908 y 1916 como *La casa encantada* (1908) o *Nuevo viaje a la luna* (1909).

La animación 3D en España no destacaría hasta el año 2001 con el estreno de *El bosque animado*, la primera producción española realizada íntegramente por computadora. También fue la primera película del país preseleccionada a los Premios Óscar como Mejor Película de Animación y aunque no resultó ser nominada finalmente, sí ganó dos Premios Goya y un galardón del Festival Internacional de cine del Sahara (40, 41).

En 2005 apareció en televisión por primera vez la famosa serie infantil *Pocoyó*, de la productora española Zinkia Entertainment. Tiene más de 150 capítulos, adaptaciones para videojuegos, cortometrajes y fue transmitida en más de 150 países. Un año después de su estreno fue galardonada como la mejor serie infantil de la televisión por el Festival Internacional Annecy.

En 2012 se estrenó *Las Aventuras de Tadeo Jones*, producida por Telecinco Cinema. Es la primera película de la franquicia Tadeo Jones, aclamada por la calidad de su animación 3D, los efectos visuales y el humor. Fue ganadora de un Premio Goya como Mejor Película de Animación.

En 2019 apareció en pantalla *Klaus*, obra de Sergio Pablos y su estudio The SPA Studios. Esta película está inspirada en la leyenda de Papá Noel y el origen de la Navidad y fue la primera película de animación original de Netflix, plataforma digital donde se estrenó la película. *Klaus* se realizó mediante técnicas tradicionales pero da la impresión de estar hecha por computadora. Esto se debe a la avanzada implementación de iluminación volumétrica que utilizaron, dando vida a escenarios y personajes. Fue nominada a los Premios Óscar y recibió diversos galardones en los Premios Annie.

Sin embargo, la película animada española más taquillera de la historia fue *Planeta 51* (2009), una producción de Ilion Animation Studios y ganadora de un Premio Goya como Mejor Película de Animación. Lo más interesante es que antes de su estreno en 2009, la película fue enviada a la Estación Espacial Internacional, marcando historia como la primera película en estrenarse en el espacio (42).



Figuras 14 y 15: Carteles de *Klaus* (2019) y *Planet 51* (2009).

Fuentes: <https://www.filmaffinity.com/es/film148968.html>

<https://www.filmaffinity.com/es/film835976.html>

3. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es crear un corto de animación 3D con el acabado más profesional posible, cubriendo todas las etapas de desarrollo que se llevan a cabo en estudios profesionales (preproducción, producción y postproducción). De esta forma podré adquirir y mejorar conocimientos para desenvolverme con destreza en ámbitos relacionados con el modelado y la animación.

Respecto al tema del corto, la historia tratará de dar visibilidad a la importante labor de las asociaciones de voluntarios CES (Captura, Esterilización, Suelta), quienes se encargan de cuidar y gestionar colonias de gatos ferales además de colaborar con protectoras de animales en la adopción responsable de algunos de estos animales. Mis objetivos son concienciar al espectador del valor de sus acciones tanto para la sociedad como para los gatos y las graves consecuencias que acarrea el abandono animal como consecuencia de adopciones irresponsables.

Por otro lado, los objetivos específicos de este proyecto podrían resumirse en los siguientes:

- Crear una historia propia basada en hechos reales.
- Investigar, comprender y trabajar todas las fases necesarias para el desarrollo de un cortometraje basándome en el flujo de trabajo que siguen los estudios involucrados en la industria.
- Aplicar los conocimientos previos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Multimedia y ampliarlos.
- Aprender y/o perfeccionar el uso de las herramientas pertinentes para el desarrollo del proyecto.
- Descubrir el área específica de este tipo de producciones donde seguiré formándome profesionalmente mediante otros estudios y proyectos personales.
- Conseguir un cortometraje con un acabado profesional como resultado final.
- Conseguir que esta producción sirva como carta de presentación en mi portfolio.

4. Metodología

La realización de un cortometraje consta de tres fases básicas: preproducción, producción y postproducción. Cada una de estas fases está formada por un conjunto de sub-fases que requieren ser completadas en un orden específico para el correcto desarrollo de proyectos de esta índole.

A continuación explicaré en qué consisten las fases aplicadas para realizar este proyecto.

4.1. Preproducción

La fase de preproducción es la primera etapa básica para el desarrollo de un cortometraje. Durante esta etapa se traza el proyecto audiovisual concretando la historia que se quiere contar, luego se escribirá el guion y se dibujará un *storyboard* que servirá como representación visual de este. También se crearán los primeros bocetos de la estética que tendrá el corto.

4.1.1. Desarrollo de la idea

Esta fase, dependiendo de cuán clara tengamos la idea, podrá desarrollarse de diferentes maneras. Podría buscarse inspiración mediante la visualización de otras producciones audiovisuales anotando ideas que resulten interesantes, organizar una lluvia de ideas recopilando cualquier idea sin censura y más tarde valorarlas o bien investigar sobre un tema en concreto si se tiene clara la idea principal del cortometraje.

En mi caso el tema estaba claro: **concienciación sobre el abandono animal y visibilizar el trabajo de las asociaciones CES**, por lo cual nos centraremos en investigar cómo colaboran en el bienestar animal, qué aportan a la sociedad y las consecuencias que acarrea abandonar gatos domésticos (aunque estas se aplican a cualquier animal no salvaje) (43, 44).

4.1.2. Guion

Una vez tengamos bien definida la idea principal y realicemos la investigación pertinente sobre lo que queremos plasmar en el proyecto procederemos a redactar el guion. Debe ser un documento literario que detalle las acciones de los personajes y sus diálogos (en caso de haberlos) y cómo son los escenarios con la mayor exactitud posible.

El guion se compone de **escenas o secuencias**. Fragmentos de la historia que ocurren en un mismo escenario y/o momento temporal, por lo cual, cuando se realice un cambio de escenario o una elipsis de tiempo, se cambiará a una escena diferente (45).

4.1.3. Storyboard

El *storyboard* es un conjunto de viñetas que representan de forma gráfica y sencilla el guion escrito previamente. Es una parte del desarrollo bastante laboriosa ya que hay que conseguir representar con dibujos sencillos la historia, planos de cámara y acciones. Bajo cada viñeta pueden añadirse textos breves indicando la escena, lugar, tiempo y una descripción corta de lo que representa.

De esta forma conseguiremos una visualización previa del cortometraje que nos ayudará a comprender y componer mejor las escenas finales. Debemos tener en cuenta que al ser una vista temprana del proyecto puede sufrir cambios en fases posteriores del desarrollo (46).

4.1.4. Arte conceptual

El arte conceptual son ilustraciones cuya función principal es representar visualmente el diseño de personajes, escenarios, estados de ánimo y cualquier elemento físico relevante de una producción. Son versiones tempranas y normalmente suelen realizarse diferentes bocetos hasta encontrar el estilo visual deseado.

En este caso, gran parte de los personajes y algunos escenarios están basados en la realidad por lo que los rasgos físicos de estos están definidos y nos centraremos crear una representación estilizada y fehaciente de ellos (47, 48).

4.1.5. Herramientas

Blender

Blender es una suite multiplataforma de código libre dedicado a la creación de contenido 3D con una amplia variedad de herramientas que capacitadas para soportar el flujo de trabajo de este proyecto: modelado, animación, renderizado, *rigging*, texturizado, composición y edición de vídeo entre otros. Por este motivo, será la herramienta principal del proyecto aunque no la única (49).



Figura 16: Logo de Blender.

Fuente: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Logo_Blender.svg

Quixel Mixer

Quixel Mixer es una herramienta gratuita de código abierto que nos permite combinar, modificar y crear materiales a través de una interfaz muy sencilla e intuitiva. Tiene una librería llamada *Quixel Megascans* de materiales PBR (*Physically Based Rendering*) a disposición del usuario. Es probablemente la librería de recursos más grande del mundo (50).

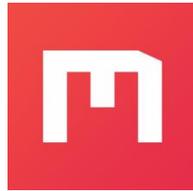


Figura 17: Logotipo de Quixel Mixer

Fuente: <https://docs.quixel.com/mixer/>

Adobe Photoshop

Más comúnmente llamado Photoshop, es un editor de fotografía desarrollado por Adobe Systems Incorporated. En este proyecto se usará puntualmente para crear y retocar algunas texturas necesarias (51).



Figura 18: Logotipo de Adobe Photoshop.

Fuente: <https://seeklogo.com/vector-logo/376202/photoshop-2020>

DaVinci Resolve

DaVinci Resolve es un programa de postproducción que combina herramientas de edición, etalonaje, efectos visuales, animaciones gráficas y audio en un solo programa. Su interfaz es sencilla y a la vez muy completa para proyectos profesionales permitiendo una dinámica de trabajo rápida, ya que no es necesario el uso de múltiples programas. Es el software más usado por los profesionales de Hollywood (52).



Figura 19: Logotipo de DaVinci Resolve.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/DaVinci_Resolve

4.2. Producción

Una vez completada la fase de preproducción y se hayan elegido las herramientas a usar, podremos pasar a la fase de producción del cortometraje.

4.2.1. Modelado 3D

Esta fase consiste en crear todos los objetos y personajes necesarios para el corto mediante el modelado 3D, haciendo uso de la herramienta de modelado elegida en preproducción para realizar esta tarea tras investigar diversas opciones.

Existen diferentes técnicas para realizar modelados 3D. En este proyecto se usarán las siguientes técnicas, seleccionando la que más se adecue a cada modelado:

- **Modelado con primitivas básicas:** Consiste en combinar objetos con formas básicas para obtener objetos más complejos. Estos los conocemos como primitivas: esferas, cubos, cilindros, conos, etc.
- **Método *box modelling*:** Se parte de una primitiva concreta: el cubo. Esta se manipula mediante subdivisiones, extrusiones o moviendo vértices y aristas para crear formas más complejas. Con esta técnica se pueden llegar a modelar hasta personajes.
- **Escultura digital 3D:** Mediante pinceles de escultura 3D se modifica una esfera u otro objeto sencillo hasta obtener formas más complejas y detalladas. Los pinceles modifican la malla estirando, aplastando, marcando, creando volumen, alisando, etc. Es similar a esculpir en arcilla y, por ello, es un método muy intuitivo.
- **Modelado *poly by poly*:** Por lo general este método utiliza polígonos de tres o cuatro y evita por completo los n-ágonos. Es un proceso tedioso pero que proporciona mallas muy eficientes.

- **Modelado 3D híbrido:** Es el método más común y consiste en mezclar diferentes técnicas de modelado. Es el más recomendado ya que permite aprovechar las ventajas que ofrecen diferentes métodos (53, 54).

4.2.2. Retopología

La retopología es una técnica digital basada en la simplificación de mallas 3D. Consiste en calcar mallas con alto número de polígonos reduciendo considerablemente la cantidad de estos y creando así un nuevo modelo mucho más simples de manejar. Este proceso se realiza mediante la técnica de modelado *poly by poly* explicada anteriormente. En animación se usan mallas formadas por *quads* (polígonos de cuatro lados) ya que ofrecen deformaciones óptimas y realistas gracias a los anillos de polígonos que simulan la musculatura de los personajes.

Esta simplificación de la malla apenas reflejará pérdida en la calidad del modelado y reducirá de manera drástica el flujo de trabajo del ordenador, haciendo que el proceso sea mucho más liviano y creando productos menos pesados que los originales (55).

4.2.3. Creación de escenarios

Tras terminar todos los modelados se crearán los escenarios del corto basándonos en el *storyboard* y el arte conceptual. Para ello, se creará un archivo para cada escenario diferente, se añadirán las estructuras básicas de cada uno de ellos y se anexarán los modelados precisos. La ventaja de hacer esto en lugar de enlazar los archivos radica en que si es necesario hacer alguna modificación en los modelados externos al escenario, los cambios se aplicarán también en aquellos archivos donde estén anexados.

4.2.4. Texturas y materiales

Los materiales de un objeto nos permiten entender la naturaleza de este por la forma en la que refleja, refracta y absorbe la luz, el relieve que tenga, etc.

Las texturas son imágenes cuadradas con unas dimensiones múltiplo de dos que otorgan información de diversas propiedades a los materiales, indicando cómo interactúa la luz con ellos. Existen muchos tipos de mapas de textura aunque los más comunes son los siguientes:

- ***Albedo/Color map:*** Representa el color de la superficie sin sombras ni luces.
- ***Specular map:*** Guarda la información de cómo es la reflexión de la luz en una superficie.
- ***Roughness map:*** Indica la difusión de la luz simulando la rugosidad de la superficie.

- **Normal map:** Falsea el ángulo en el que rebotan los haces de luz para simular huecos y relieves dando sensación de profundidad en superficies planas (56).

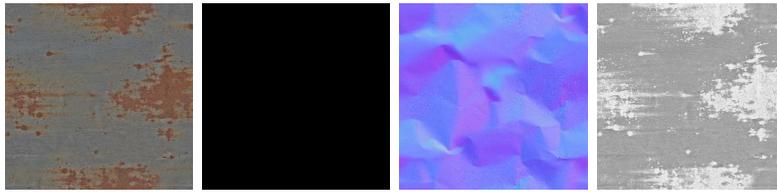
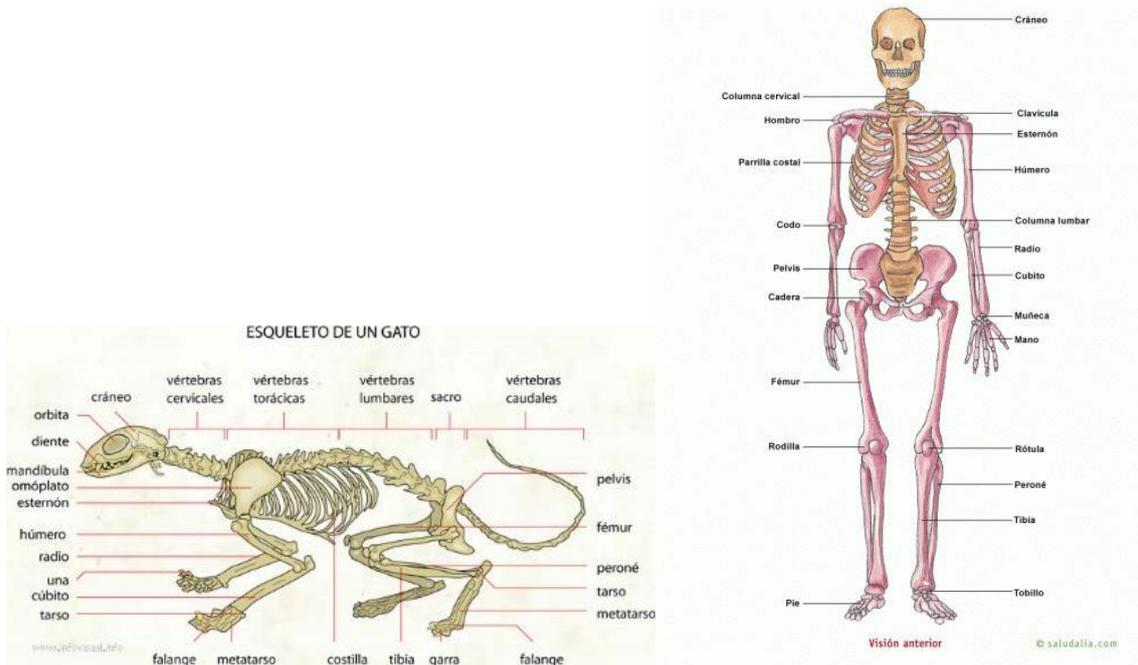


Figura 20: Mapas de textura de color, metalicidad, normal y rugosidad respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Skinning y rigging

El *rigging* en modelado 3D es un conjunto de huesos virtuales que hacen la función de esqueleto mediante el cual se puede deformar la malla simulando el movimiento del cuerpo. En este proyecto hay personajes humanos y felinos, por lo que deberemos crear dos estructuras óseas diferentes que imiten las reales. Para ello, se usarán imágenes de esqueletos como referencia.



Figuras 21 y 22: Dibujos didácticos de un esqueleto felino y uno humano.

Fuentes: <https://didactalia.net/de/gemeinde/materialeducativo/ressource/esqueleto-de-un-gato-diccionario-visual/8e9e0321-b5a8-4e68-b9c2-297952f19664>

<https://www.saludalia.com/atlas/esqueleto-humano>

El *skinning* es el proceso por el cual se asigna un *rigging* a una malla. De esta forma al manipular el esqueleto, la malla del personaje se moverá con él y podrán animarse los personajes. Existen las siguientes dos formas de mover la malla:

- **Cinemática directa (*Forward Kinematics*):** Los huesos hijo heredan la rotación de los padres. Es decir, si rotamos el fémur del esqueleto también lo harán la tibia, el peroné y los huesos del pie.
- **Cinemática inversa (*Inverse Kinematics*):** Como indica su nombre funciona de manera inversa a la cinemática directa. Se coloca el hueso hijo en la posición deseada y se calculan automáticamente las rotaciones de sus huesos superiores (57, 58).

4.2.6. Iluminación

La iluminación permite la visualización de las escenas y ayuda a crear una determinada atmósfera jugando con el color y la intensidad. Es capaz de dar significado a imágenes y expresar emociones y por ello tiene es fundamental en el mundo del cine.

El cine de animación cuenta con la ventaja de que se puede personalizar la luz completamente al gusto mediante distintos tipos de luces y sus respectivos parámetros. En este caso, al tener texturas que simulan relieves, rugosidad, entre otras cualidades, una iluminación correcta permitirá que se muestren detalles en los escenarios y personajes que de lo contrario pasarían totalmente desapercibidos. De esta manera las imágenes tendrán una mayor calidad visual (59).

4.2.7. Cámaras

A la hora de grabar el proyecto es importante tener claro dónde posicionar las cámaras para obtener los planos deseados. Si la fase de preproducción se ha trabajado correctamente su posicionamiento en cada escena ya debería estar definido gracias al *storyboard* y sus dibujos de referencia.

Gracias a que las cámaras de una animación no tienen limitaciones físicas se pueden obtener los planos deseados sin problemas. Se pueden colocar en cualquier punto haciendo, por ejemplo, tomas aéreas o en movimiento a la perfección y una cámara nunca interferirá en el plano de otra ya que son invisibles y no proyectan sombras.

4.2.8. Animación

La animación consiste en dar movimiento a objetos mediante diferentes técnicas y así contar historias y/o transmitir emociones. Esto engloba personajes, objetos, luces e incluso cámaras.

En este proyecto la animación se realizará mediante *keyframes* principalmente. Es una forma de animar mediante la cual se define la posición inicial del objeto y tras un intervalo de tiempo se define la posición final. Los fotogramas intermedios entre ambas posiciones las calculará automáticamente el programa donde esté trabajándose la animación, ahorrando de esta manera tiempo de trabajo. También se pueden animar cambios de color de la misma forma: Se establece un color inicial y otro final en la línea de tiempo y el programa se encargará de realizar el cambio progresivamente en el intervalo de tiempo elegido.

Para llevar a cabo animaciones como andar o correr se tomarán imágenes y vídeos de referencia con el objetivo de recrear los pasos de la forma más cercana a la realidad posibles. De esta forma se conseguirán animaciones fluidas que no resulten extrañas para el ojo humano. Este efecto se podrá mejorar cuando sea necesario modificando una serie de curvas mediante la herramienta *Graph Editor* de Blender, haciendo que la transición entre dos *keyframes* sea más rápida o lenta (60, 61).

4.2.9. Renderizado

El renderizado es la última etapa de la producción y consiste en generar imágenes digitales de los modelos y escenarios captados desde las cámaras que se han colocado previamente. En estas imágenes es donde se podrá apreciar todo el trabajo de iluminación, texturizado y los cambios realizados a las imágenes finales en la ventana de composición de Blender. Un ejemplo sería añadir el efecto de brillo del sol sobre los objetos o aplicar reducción de ruido en las imágenes para eliminar posibles errores.

Para exportar las animaciones, en este caso se hará fotograma a fotograma en formato png. Existe la posibilidad de exportar vídeos directamente en distintos formatos pero sería más complicado modificar o arreglar partes específicas. Además, si se produce un problema en el proceso de exportación podría perderse el vídeo completo. Haciéndolo fotograma a fotograma solo se perdería aquel que se estuviera procesando en ese mismo instante.

La resolución elegida para este proyecto es de 1920x1080 con una frecuencia de 24fps (fotogramas por segundo).

4.3. Postproducción

Es la última etapa de la producción. En ella se trabajan los últimos detalles para obtener la animación terminada por completo, añadiendo los elementos que se consideren oportunos: música, correcciones de color, créditos, etc.

4.3.1. Montaje

En esta etapa se convertirán a vídeo los fotogramas exportados en la fase de renderizado a una frecuencia de 24fps, se colocarán en el orden establecido por el *storyboard* y se añadirán los créditos finales. Si se considera oportuno, se aplicarán correcciones de color a algunas escenas con el objetivo de mejorar su visualización o contraste.

4.3.2. Música y sonido

Una vez terminado el montaje del corto se añadirán los sonidos, música y ruido ambiental deseados.

En este caso, al carecer de conocimientos musicales y no poseer equipos de grabación para captar parte de los sonidos necesarios, se recurrirá a audios disponibles en internet cuya licencia sea *Creative Commons 0* o cualquiera que me permita utilizarlos libremente.

5. Cuerpo del trabajo

Este proyecto se ha llevado a cabo siguiendo las fases propias de los estudios de animación. En los siguientes apartados se explica cómo se han trabajado detalladamente.

5.1. Desarrollo de la idea

El desarrollo de la idea para este proyecto ha sufrido grandes cambios, ya que en un principio pensé en hacer un videoclip animado, aunque la idea no terminaba de convencerme. La idea definitiva tuvo una gran influencia del cortometraje de Pixar llamado *Kitbull*. Este trata temas como el maltrato animal, los prejuicios sobre algunas razas de animales (en concreto perros potencialmente peligrosos) y la adopción de animales callejeros o abandonados.

Tras madurar la idea durante un tiempo decidí que mi cortometraje tendría como objetivo dar visibilidad al trabajo de asociaciones de voluntarios que velan tanto por el bienestar de los animales como el de las calles que compartimos sin ser conscientes con ellos. Para llevar a cabo este trabajo de la manera más objetiva posible me puse en contacto con una asociación de mi localidad: CES Novelda. Fui con ellas a observar su labor en las calles: capturar, esterilizar y soltar los gatos callejeros de la ciudad. También recopilé información sobre historias que recordasen y me explicaron que, además de controlar las colonias ferales, ayudan a buscar hogar a aquellos felinos que lo necesiten por diferentes razones: abandonos, lesiones graves o cachorros que pueden adaptarse a la convivencia con humanos.



Figuras 23 y 24: Fotografías tomadas durante la captura de un gato callejero para su posterior esterilización y puesta en libertad.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez recopilada toda la información necesaria desarrollé una historia basada en hechos y personajes reales en su mayoría. De esta manera sería capaz de mostrar la realidad y únicamente recurriría a la creatividad para poder conectar diferentes historias y hechos, ya que de otra manera sería imposible mostrarlas en una historia con sentido.

5.1.1. Sinopsis

Un coche se acerca a un descampado en la noche y frena. Una persona baja y abandona a dos gatos en el lugar: Tofu y su hermano. Tristes, se adentran en la oscuridad del descampado y duermen en unas cajas de cartón.

Al día siguiente, Tofu intenta animar a su hermano a salir en busca de comida pero este se niega por la depresión que sufre tras el abandono. Tofu le trae comida a diario y este se niega a comer. Las personas del CES, María y Tania, descubren a Tofu llevándose comida de sus comederos callejeros y lo siguen hasta donde se encuentra su hermano, ya muerto. Tofu huye asustado y María y Tania meten a su hermano en una caja. Tofu observa en la lejanía y se va.

Tras un tiempo vagando por las calles, Tofu advierte un gran barullo dentro del mercado del pueblo y decide alejarse. De allí sale corriendo una gata tricolor muy joven, Musa, que acaba de robar un pez y choca con Tofu accidentalmente. Se miran confusos y ambos huyen juntos cuando la gente del mercado les lanzan cosas.

Musa lleva a Tofu hasta su refugio, comparte con él el pez robado y con el paso de los días forjan una amistad y conviven juntos felizmente.

5.1.2. Guion

ESCENA 1. DESCAMPADO (EXTERIOR, NOCHE)

Un coche llega desde la lejanía y se detiene enfrente de un descampado sin parar el motor, en la carretera alumbrada por farolas. Baja una persona del coche, abre el maletero y deja en la acera a dos gatos: Tofu y su hermano, tirando sus objetos con ellos. Los dos gatos observan cómo la persona

vuelve a subir al coche y los abandona. Tofu maúlla desde en medio de la carretera y entristece al darse cuenta de que no volverá a por ellos.

Ambos gatos se adentran en la oscuridad del descampado y encuentran unas cajas de cartón donde deciden refugiarse para pasar la noche. Tofu entra primero, se tumba y le sigue su hermano. Ambos están tristes. Fundido en negro.

ESCENA 2. DESCAMPADO (EXTERIOR, DÍA)

Tofu se despierta antes que su hermano, se estira antes de salir de la caja y decide ir en busca de comida. Maúlla a su hermano para intentar animarlo a ir con él pero solo consigue una mirada de apatía absoluta. Tofu ve algo a lo lejos que le llama la atención y decide acercarse a investigar.

ESCENA 3. DESCAMPADO (EXTERIOR, DÍA)

Tofu descubre un comedero pegado al descampado. Lo separa una reja metálica pero encuentra un hueco por el que colarse y pasa por él al otro lado. Come un poco y ve al lado una lata vacía. La coge con la boca, la llena de comida y se la lleva a su hermano, el cual se niega a comer. Tofu sigue llevándole comida a diario en vano hasta que un día las personas del CES siguen a Tofu hasta donde se encuentra su hermano.

Tofu se asusta cuando descubre que lo han seguido y le maúlla a su hermano para que despierte y huya con él. No despierta porque ha fallecido, cede en el intento y huye solo mientras dos personas del CES se acercan a las cajas de cartón donde se escondían. Dentro encuentran a su hermano fallecido y se lo llevan de allí en una de las cajas. Tofu observa a lo lejos antes de irse.

ESCENA 4. CALLE (EXTERIOR, TRANSICIÓN DÍA-NOCHE)

Tofu vaga por las calles solo sin saber a dónde ir día y noche.

ESCENA 5. MERCADO DEL PUEBLO (EXTERIOR, DÍA)

Mientras Tofu sigue vagando por las calles, escucha a lo lejos barullo. Ve que el ruido procede del interior del mercado del pueblo, decide dar media vuelta y alejarse. Un cubo de plástico sale disparado en dirección a Tofu, se asusta y mira atrás.

Musa, una gata más joven que Tofu y tricolor, sale corriendo con un pez robado en la boca, huyendo de las personas del mercado. Va distraída sin mirar al frente, choca con Tofu y se le cae el pescado de la boca. Tras el golpe, se miran, Musa se levanta y recoge el pescado para seguir huyendo. Desde el mercado siguen lanzándoles cosas y Tofu decide huir con Musa.

ESCENA 6. CALLEJÓN (EXTERIOR, ATARDECER-NOCHE)

Musa y Tofu llegan hasta el callejón donde ella vive y se detienen frente a un bidón oxidado donde Musa vive. Se gira y parte el pescado robado por la mitad, ofreciéndole comida a Tofu. Él la acepta y comen juntos. Más tarde, cuando empieza a anochecer, ambos se meten en el bidón y se duermen. Fundido en negro.

ESCENA 7. CALLEJÓN (EXTERIOR, DÍA)

Musa se despierta, sale del bidón y se estira. Mira atrás y le maúlla a Tofu para que la siga. Él se levanta y va tras ella. Musa lo guía hasta unas cajas de madera junto a un muro de ladrillo, sube hasta arriba del todo y se deja caer al otro lado. Tofu la sigue.

Una vez al otro lado, Musa guía a Tofu hasta un comedero del CES y ambos pueden alimentarse allí.

ESCENA 8. CALLEJÓN (EXTERIOR, DÍA)

Musa y Tofu han empezado a vivir juntos y mientras este último descansa tomando el sol sobre el bidón, Musa lo acecha desde un lateral. Tofu nota su presencia y se gira a observar pero Musa se esconde en las sombras y no la ve, así que continúa descansando tranquilo.

Musa aprovecha la oportunidad para saltar sobre él jugando pero calcula mal la fuerza y termina cayendo por el otro lado del bidón y casi tira a Tofu al suelo también, quedándose colgando del bidón con sus patas delanteras. Consigue incorporarse sobre este de nuevo, mira abajo, donde está Musa y salta saliendo del plano.

ESCENA 9. CALLEJÓN (EXTERIOR, ATARDECER)

Musa está al otro lado del muro de ladrillo y Tofu entra en el plano saltando desde arriba. Cuando ambos están en el suelo se dirigen al comedero del CES para alimentarse.

ESCENA 10. CALLEJÓN (EXTERIOR, ATARDECER)

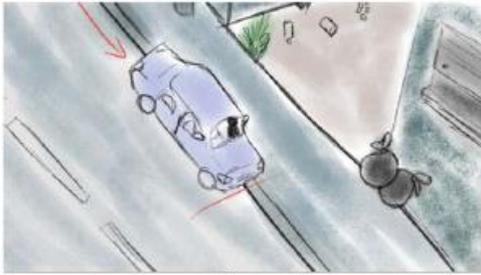
Tofu está tumbado frente al bidón oxidado del callejón descansando. Musa está jugando con la cola de Tofu y lo muerde repentinamente, asustándolo. Tofu la mira con expresión de sorpresa e intenta liberar su cola de ella, pero no lo consigue. Musa lo ha tomado como un juego e intenta atrapar la cola de Tofu con sus patas delanteras.

Cuando finalmente la atrapa, patalea con sus patas traseras boca arriba, jugando. De momento se detiene sin soltar la cola, mira a Tofu y él le dedica una mirada molesto mientras gruñe.

ESCENA 11. CALLEJÓN (EXTERIOR, NOCHE)

En la noche Musa y Tofu se encuentran tumbados dentro del bidón. Tofu lame a Musa, ella se apoya en Tofu y viceversa de manera que se duermen. Fundido en negro.

5.2. Storyboard



Escena 1. Exterior. Noche.
Entra un coche en escena y aparca enfrente de un descampado.



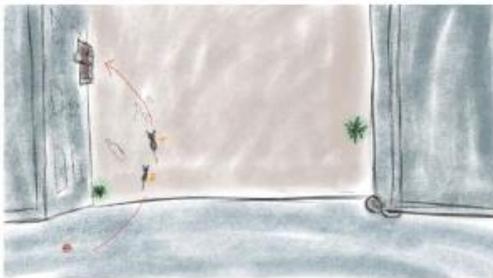
Escena 1. Exterior. Noche.
Alguien sale del coche y abre el maletero para sacar algo.



Escena 1. Exterior. Noche.
Saca a dos gatos del maletero (Tofu y su hermano). Tira sus objetos.



Escena 1. Exterior. Noche.
Entra al coche y abandona a los gatos en la calle.



Escena 1. Exterior. Noche.
Abandonan la carretera y se meten en el descampado buscando refugio.



Escena 1. Exterior. Noche.
Se meten en una caja de cartón y duermen hasta el día siguiente.



Escena 2. Exterior. Día.
Tofu intenta animar a su hermano para salir a buscar comida. No lo consigue.



Escena 3. Exterior. Día.
Tofu encuentra comida al otro lado de una valla. Pasa por un agujero.



Escena 3. Exterior. Día.
Tofu come y coge comida con una
pata para llevársela a su hermano.



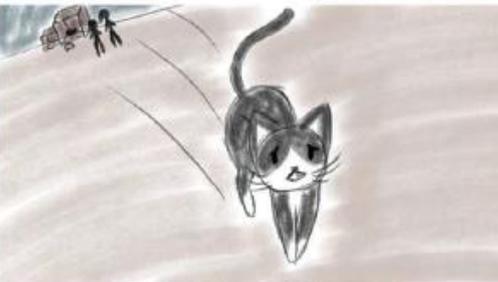
Escena 3. Exterior. Día.
Le trae comida a diario pero se niega a
comer.



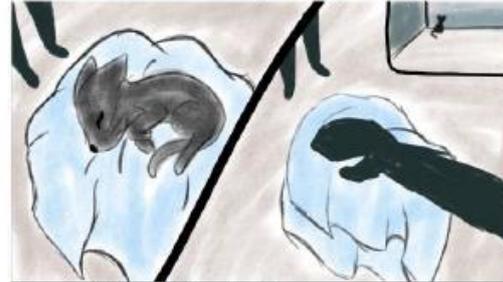
Escena 3. Exterior. Día.
dos personas del CES han notado que Tofu
se lleva comida a diario y lo siguen.



Escena 3. Exterior. Día.
Encuentran a su hermano en una caja,
muerto. Tofu maulla para que huya.



Escena 3. Exterior. Día.
Cuando se acercan Tofu huye por
miedo y deja a su hermano.



Escena 3. Exterior. Día.
Sacan al hermano de la caja, lo tapan y se
van. Tofu observa a lo lejos antes de irse.



Escena 4. Exterior. Transición día-noche.
Tofu empieza a vagar por las calles solo.



Escena 5. Exterior. Día.
Tofu escucha ruido en el mercado de abastos.
Dentro hay un gato al que persiguen.



Escena 5. Exterior. Día.
Toju decide dar media vuelta y alejarse.



Escena 5. Exterior. Día.
Lanzan un cubo en dirección a Toju y se gira para mirar atrás.



Escena 5. Exterior. Día.
Ve a una gata (Musa) corriendo hacia él.



Escena 5. Exterior. Día.
Musa choca con Toju y se le cae el pescado.



Escena 5. Exterior. Día.
Se miran. Siguen forzándose cosas. Musa coge el pescado y corre. Toju la sigue.



Escena 6. Exterior. Atardecer.
Llegan al callejón donde vive Musa.



Escena 6. Exterior. Atardecer.
Musa comparte el pescado con Toju.



Escena 6. Exterior. Atardecer-Noche.
Duermen y empiezan a vivir juntos.

FUNDIDO
EN NEGRO



Escena 7. Exterior. Día.
Musa le enseña a Tofu un comedero que hay cerca del callejón.



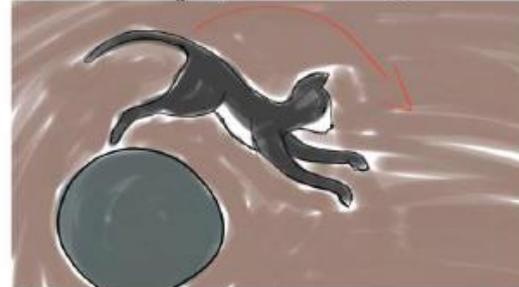
Escena 7. Exterior. Día.
Musa se despierta y maulla para que Tofu la siga.



Escena 8. Exterior. Día.
Musa mira a Tofu y salta sobre él. Musa cae al suelo y Tofu se queda colgando.



Escena 8. Exterior. Día.
Tofu consigue volver a subir al barril tras el golpe.



Escena 8. Exterior. Día.
Salta del barril y sale del plano.



Escena 9. Exterior. Atardecer.
Tofu salta desde el muro en el que está el comedero y come con Musa.



Escena 10. Exterior. Atardecer.
Musa juega con Tofu.



Escena 11. Exterior. Noche.
Duermen juntos.



Figuras 25, 26, 27 y 28: Páginas del storyboard.

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Arte conceptual

Dado que casi todos los personajes de este proyecto están basados en personas y gatos reales se han tomado fotografías de estos como referencia. Los escenarios también están basados en la realidad por lo que se han buscado edificios de interés en concreto para recrearlos. Otros escenarios se han creado con elementos similares pero haciendo que no se puedan relacionar con los lugares reales. Esto es con el objetivo de proteger las colonias felinas que he visitado, evitando revelar accidentalmente sus ubicaciones.

Para modelar a los personajes humanos usé como referencia imágenes frontales y de perfil de un cuerpo. Para los personajes felinos en cambio boceté el cuerpo en vista lateral ya que no encontraba ninguna referencia que se ajustase a lo que tenía en mente.

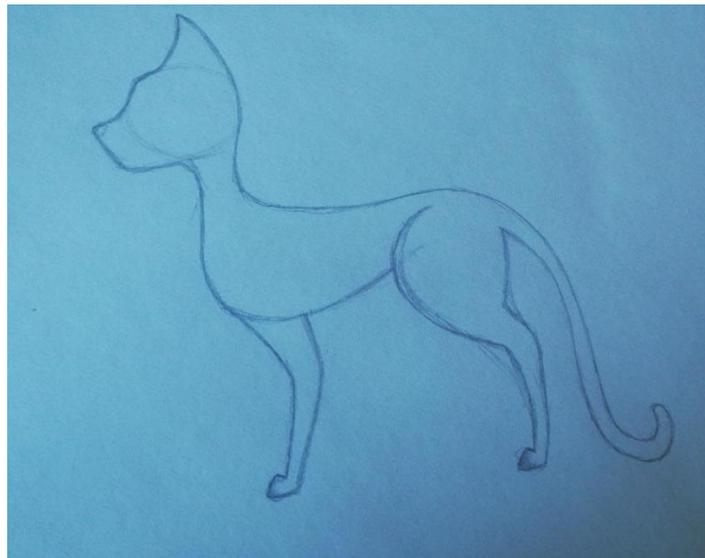


Figura 29: Boceto del cuerpo felino en vista de perfil.

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Modelado 3D

Una vez claro el arte conceptual para personajes y escenarios se puede continuar con el modelado 3D usando *Blender*.

5.4.1. Felinos

Tal y como menciono arriba, el modelado de los gatos se ha realizado usando como referencia un boceto del perfil. No realicé ninguno frontal debido a su complejidad y carencia de información que aportaba. Preferí modelar el volumen del cuerpo sin referencias.

La técnica utilizada para el modelado de los felinos fue híbrida, es decir, que como explico en el apartado de metodología utilizo diferentes técnicas de modelado con el objetivo de aprovechar las ventajas que ofrecen.

Primero creé el modelo base mediante el método *box modelling*: modifiqué formas sencillas con extrusiones, subdivisiones y moviendo vértices hasta obtener el resultado deseado. Después incrementé el número de polígonos de la malla y usé el método de escultura digital para terminar de detallar el cuerpo, suavizar curvas y obtener así un modelo más orgánico. El resultado fue una malla con una densa cantidad de polígonos no apta para realizar animaciones. Este problema se resolverá posteriormente.



Figura 30: Malla del cuerpo felino con una densa cantidad de polígonos.

Fuente: Elaboración propia.

El interior de la boca de los gatos se ha modelado teniendo en cuenta su anatomía real, colocando las piezas dentales en sus posiciones correspondientes. Tanto los dientes como la lengua se han modelado usando *box modelling*.

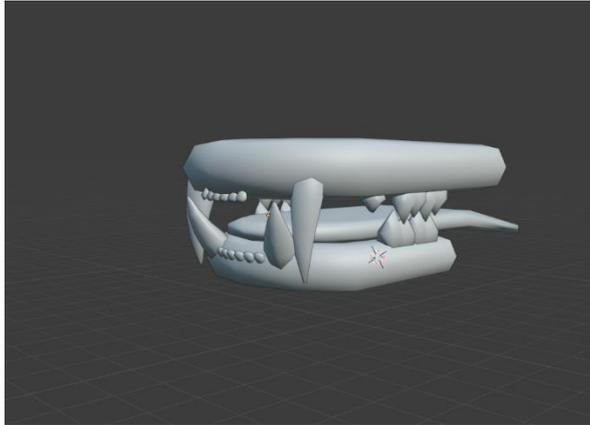


Figura 31: Modelado del interior de la boca de un gato.

Fuente: Elaboración propia

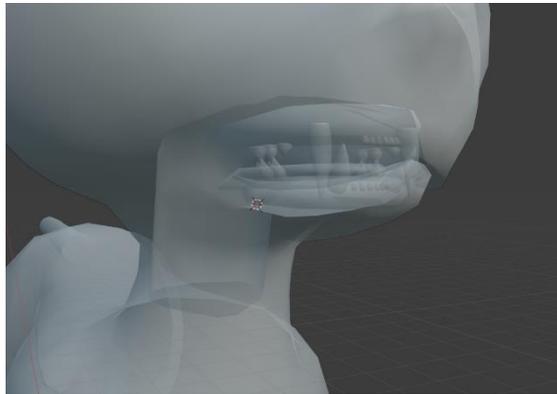


Figura 32: Vista en rayos X de la boca de un gato.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2. Humanos

Para los humanos he utilizado como referencia imágenes de cuerpos que encontré en internet. El proceso de modelado fue prácticamente igual al de los felinos. Primero apliqué la técnica de *box modelling* para crear la base del cuerpo, incrementé el número de polígonos y usé la escultura digital para terminar de detallar el cuerpo.

La única diferencia con respecto a los gatos radica en que el modelado de algunas partes, como las orejas, lo he realizado a parte y lo he integrado más tarde en el modelo final debido a la complejidad de estas zonas. Al hacerlo de manera independiente es más sencillo darles forma. El resultado fue un modelo con una alta cantidad de polígonos y, al igual que con los felinos, este problema se resolverá más adelante.

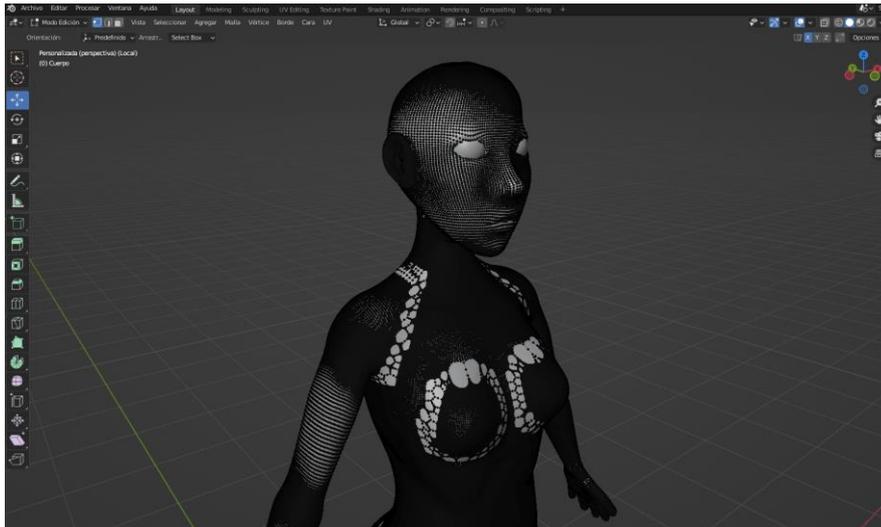


Figura 33: Malla del cuerpo humano con una densa cantidad de polígonos.

Fuente: Elaboración propia.

El interior de la boca humana se ha modelado teniendo en cuenta su anatomía real, colocando las piezas dentales en sus posiciones correspondientes. Tanto los dientes como la lengua se han modelado usando *box modelling*.

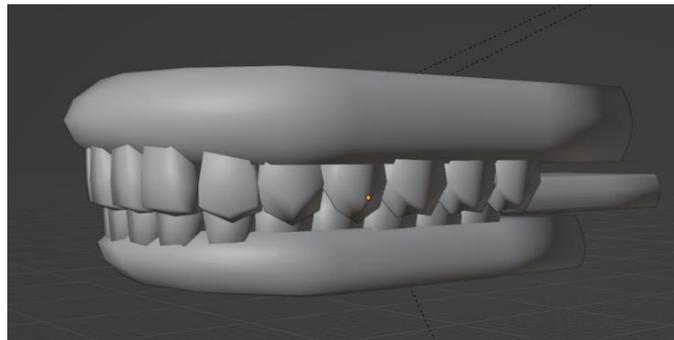


Figura 34: Modelado del interior de una boca humana.

Fuente: Elaboración propia.

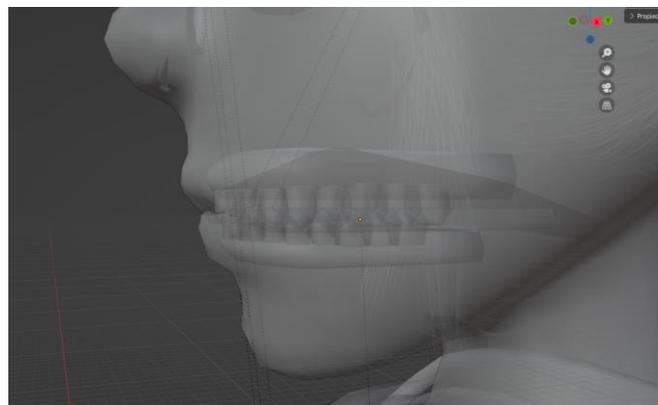


Figura 35: Vista en rayos X de una boca humana.

Fuente: Elaboración propia.

El pelo de los personajes humanos se ha creado usando un sistema de partículas. Para ello se ha creado una copia de la zona del cráneo donde queremos que haya pelo y reducimos su tamaño ligeramente, de forma que la copia quede en el interior del cráneo original. Al hacer esto y añadir el sistema de partículas de pelo en la copia, evitaremos colocar por error hebras de pelo en zonas donde no corresponda y, al estar por dentro del cráneo, no se producirán errores visuales en el que alguna hebra se quede flotando en el aire. Se ajustarán los parámetros para conseguir la densidad y el tipo de hebras que deseemos para el pelo.

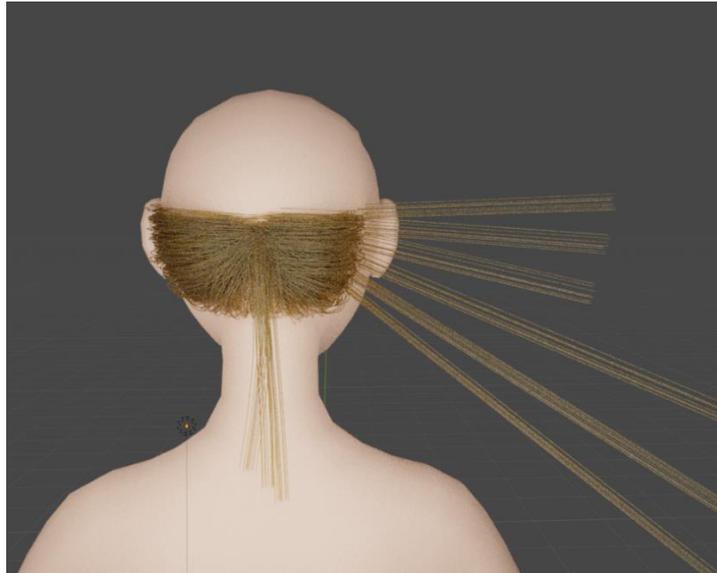


Figura 36: Imagen del proceso de creación del pelo.

Fuente: Elaboración propia.

En el menú de edición de partículas se dará forma al pelo de los personajes ya que ofrece herramientas para añadir, cortar, alargar y peinar las hebras entre otras. También ofrece la opción de editar todas las hebras a la vez o seleccionar las de interés y que los cambios solo se apliquen a esas en concreto (62).



Figuras 37 y 38: Imágenes de los peinados terminados.

Fuente: Elaboración propia.

La ropa se ha modelado usando como base el cuerpo de los personajes. Por ejemplo, para crear los pantalones se ha seleccionado desde los tobillos hasta la cintura del personaje, se ha duplicado esa parte de la malla y se ha separado de la malla del cuerpo para que sea un objeto independiente. Esto se hace desde el modo edición, seleccionando la malla que se ha duplicado y pulsando la letra P. Así aparecerá el menú de separar, en este caso se hará por selección.

Una vez la malla sea independiente, se aumenta su tamaño de manera que sea ligeramente más grande que el cuerpo. Después se modificará la malla hasta que tenga la forma deseada de la ropa y para finalizar se le dará un poco de volumen a la ropa usando el modificador *solidificar* (63).



Figuras 39 y 40: Imágenes de la ropa terminada.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, otros elementos como accesorios se han modelado usando referencias si eran formas muy complejas o de manera directa si eran formas sencillas.

Para modelar las gafas de María se ha buscado un modelo parecido a las gafas reales y se ha modelado media gafa. Después con el modificador *simetrizar* se ha hecho la otra mitad, así se ahorra tiempo de modelado y aseguramos que ambas mitades serán exactamente iguales.



Figura 41: Modelado de unas gafas.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3. Objetos del entorno

Muchos de los objetos del entorno se basan en formas simples por lo que la técnica predominante es el modelado con primitivas básicas. Por ejemplo, los edificios, aceras y carreteras son cubos y planos texturizados.

Otros objetos más complejos se han hecho mediante *box modelling*. Los más sencillos sin referencias, solo con los conocimientos propios sobre ese tipo de objetos y otros sí han requerido imágenes de referencia. Un ejemplo sería el modelado del coche que se ha hecho en base a los planos de un *Fiat Punto Young*.

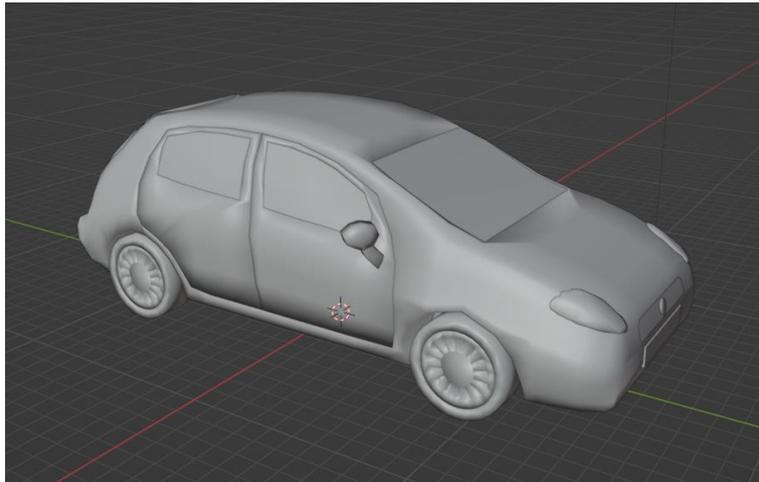


Figura 42: Modelado de un coche basado en un Fiat Punto Young.

Fuente: Elaboración propia.

El único objeto modelado usando escultura 3D son las bolsas de basura que aparecen en el primer escenario. Al tener formas muy orgánicas, la forma más sencilla de modelarlas era partiendo de una esfera y dándoles la forma deseada con los pinceles que ofrece *Blender*. Las asas de las bolsas se han modelado aparte de la misma manera que el resto del objeto y posteriormente se han unido.



Figura 43: Modelados de bolsas de basura.

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, existe un objeto modelado usando modificadores: la reja metálica del primer escenario. Puesto que es un patrón que se repite a lo largo y ancho de todo el modelado, hacerlo manualmente habría sido un proceso tedioso y con resultados mediocres por lo que se optó por esta opción. Para ello se crea un plano y desde el modo edición se subdivide la cantidad de veces que se considere oportuno, en este caso 50. Así se obtiene un patrón cuadrado a lo largo del plano pero necesitamos que estos roten 45° para que tengan la posición característica de este tipo de rejas. Siguiendo en el modo edición con toda la malla seleccionada, se accede al menú *Borde*, se selecciona la opción *Revertir subdivisión* y aplicamos una única iteración. De esta forma ya se habrán rotado los cuadrados 45° .

Una vez preparado el plano se le podrá dar forma a la reja. Para ello, se accede al modo objeto y se busca el modificador *Estructura*. Este utilizará las aristas creadas anteriormente en el plano para crear la geometría de reja final (64).



Figura 44: Reja modelada usando un plano y modificadores.

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Retopología

En este punto se resolverá el problema que surgió en los modelados de los cuerpos humanos y felinos anteriormente: se reducirá la cantidad de polígonos de la malla a una cantidad manejable a la hora de animar los personajes y procesar los renders. Además, los polígonos triangulares de los que se componen las mallas, serán sustituidos por polígonos de cuatro lados ya que son los que ofrecen mejores resultados en animación.

Para llevar a cabo este proceso se hará uso de diversos modificadores y herramientas con el objetivo de hacer el proceso de retopología un poco más sencillo ya que es un proceso largo.

Primero, se creará un plano y se colocará lo más cerca del modelo original, escalándolo hasta un tamaño aproximado del que queremos que sean los nuevos polígonos de la malla. Una vez esté posicionado donde queremos, desde el menú *Adherir a* se seleccionará la opción *Cara*, así el plano se adaptará ligeramente a la forma de la malla que tiene debajo.

Para evitar trabajar el doble, se añadirán dos modificadores al plano: *Subdividir* y *Simetrizar* que permitirán trabajar sobre una mitad del modelo generando la misma malla en el otro lado. Para que funcione correctamente se debe situar el plano inicial centrado sobre la malla base. Por último se añadirá un último modificador: *Envolver* cuya función es “pegar” el plano a la malla de abajo como si fuese una piel.

Una vez preparada la base se podrá empezar el proceso de retopología desde el modo edición con la herramienta *Crear polígono*. Esta permite generar nuevos planos a partir del plano inicial con las mismas características. De esta manera poco a poco iremos creando una malla nueva sobre el modelado original, pero con muchos menos polígonos. Si durante el proceso hay problemas para visualizar el trabajo que se está realizando, desde el menú *Propiedades de objetos*, en la pestaña *Visualización en vistas* se podrá solucionar activando la casilla *En frente* para que la nueva malla siempre se vea por encima de la vieja (65).

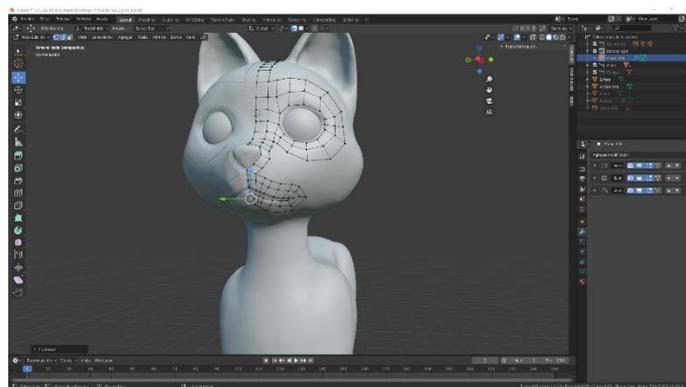
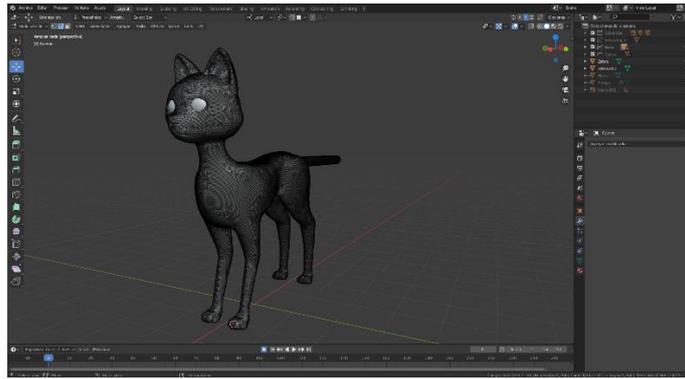


Figura 45: Proceso de retopología del cuerpo felino.

Fuente: Elaboración propia.

Durante la creación de la nueva malla se harán anillos de polígonos alrededor de zonas como los ojos y la boca. Esto permitirá más adelante una correcta animación de estas zonas. También debe tenerse en cuenta que las zonas de las articulaciones, boca y ojos deberán tener una mayor densidad de polígonos para facilitar la correcta deformación de la malla.



Figuras 46 y 47: Comparación de la malla antes (arriba) del retopo y después (abajo).

Fuente: Elaboración propia.

El proceso a seguir con el cuerpo humano es exactamente el mismo, por lo que omitiré su explicación concreta ya que va implícita en la realizada para el cuerpo felino.

Una vez terminado este proceso el resultado será una malla apta para animación.

5.6. Creación de escenarios

Terminados todos los personajes y algunos objetos, comenzó la fase de creación de los escenarios. Para ello se creó un archivo para cada escenario y en ellos la base de cada uno: aceras, carreteras y edificios.

El cortometraje consta de tres escenarios exteriores: un descampado entre dos edificios, una reconstrucción digital del mercado de abastos de Novelda y un callejón sin salida.

Los escenarios deben concordar con el tamaño de los personajes. Dado que estos se crearon con anterioridad, se anexaron a los archivos de los escenarios y la base fue creada teniendo en cuenta sus tamaños para que fuese coherente.

Los objetos decorativos se han creado dentro de los escenarios y se han ido reciclando en escenarios posteriores si eran necesarios. Por ejemplo, las farolas se han creado en el archivo del escenario 1 y se han importado en el escenario 3 dado que también aparecen. También se han tenido en cuenta los tamaños de los personajes para que los tamaños

tengan sentido y porque algunos de los objetos deben tener el tamaño suficiente para que los personajes puedan acceder a su interior.



Figura 48: Render del escenario del descampado entre dos edificios.

Fuente: Elaboración propia.



Figuras 49 y 50: Render del escenario de la recreación digital del mercado de abastos de Novelda en comparación con una fotografía de este.

Fuentes: Elaboración propia. (Arriba)

<http://novelda.es/el-ayuntamiento-abre-el-plazo-para-licitar-la-redaccion-del-proyecto-de-mejora-del-mercado> (Abajo)



Figura 51: Render del escenario del callejón sin salida.

Fuente: Elaboración propia.

5.7. Texturas y materiales

Una vez estén todos los modelados finalizados y los escenarios montados se podrán aplicar las texturas y materiales para cada malla.

En este proyecto se han utilizado materiales procedurales y tres tipos de texturas: pintadas a mano, creadas desde el programa *Quixel Mixer* y descargadas de páginas de internet con licencia CC0. Es decir, texturas bajo una licencia que permite modificarlas y/o usarlas para cualquier fin sin necesidad de dar créditos.

Antes de aplicar texturas y materiales a los objetos es necesario preparar la malla mediante el menú *Mapeo UV* al que se puede acceder desde el modo edición de *Blender* pulsando la tecla U. Una vez dentro de este menú se han utilizado dos opciones. La primera es *Desplegar*, opción que genera un mapa de texturas de la malla de manera automática. La segunda es *Marcar como costura*. Esta opción permite generar las partes del mapa de texturas por donde se desee, seleccionando las aristas por donde deba hacerse el despliegue de la malla. Esta opción es muy útil a la hora de texturizar objetos con formas complejas y necesitamos manipular ciertas zonas del mapa de texturas en un único conjunto (66).



Figura 52: Malla de Musa marcada con costuras en rojo.

Fuente: Elaboración propia.

Los objetos con materiales procedurales no requieren texturas ya que se han creado los colores, volúmenes, brillos, etc, desde la pestaña *Shading* usando los nodos que ofrece el programa. Algunos materiales son muy sencillos ya que solo se han modificado los valores del nodo *BSDF Principista*, otros son un poco más complejos añadiendo nodos de ruido o rampas de color para añadir volumen o variaciones de color en una misma malla y otros son avanzados con distintos tipos de nodos para conseguir resultados mucho más complejos. Un ejemplo de estos últimos serían los ojos de los personajes. Tanto la esclera como el iris de los ojos se han realizado proceduralmente (67).

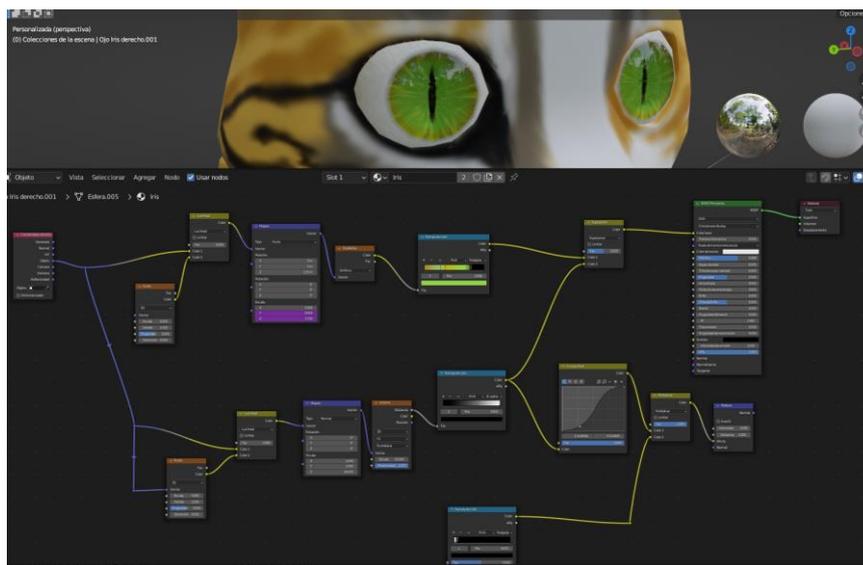


Figura 53: Nodos utilizados para crear el material procedural del iris.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la imagen de arriba la creación del iris procedural es bastante compleja y posee nodos de ruido, mapeo de coordenadas, rampas de color, curvas RVA, voronoi, relieve y algunos más. La ventaja de este procedimiento es que en cualquier momento se pueden modificar las características del iris si fuese necesario, cambiando así su aspecto hasta que se adapte al que se esté buscando. Además, el motivo de hacer este tipo de material en los ojos es que nos permitirá animar la dilatación de las pupilas más adelante.

Las texturas creadas mediante *Quixel Mixer* se hacen mediante un sistema de capas similar a *Photoshop*. El programa posee una librería interna de texturas base que se pueden usar para crear otras diferentes modificándolas con pinceles de color, volumen o incluso mezclando capas con diferentes texturas entre sí. También se pueden crear las texturas desde cero, aunque es recomendable usar las bases disponibles para conseguir mejores resultados.

Una vez finalizada la textura el programa permite exportar distintas imágenes de textura (color, normales, rugosidad...), seleccionando solamente las que se necesiten. También permite elegir la resolución de las texturas.

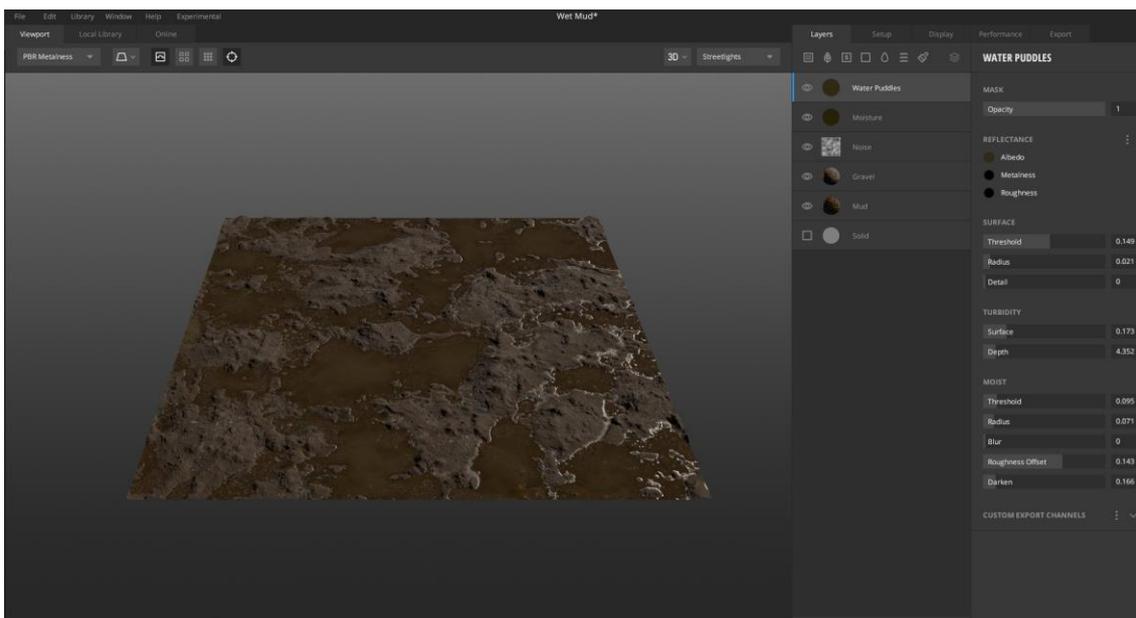


Figura 54: Ejemplo de textura modificada usando *Quixel Mixer*.

Fuente: Elaboración propia.

Casi todas las texturas descargadas de internet se han utilizado tal y como son, aunque algunas se han importado a *Quixel Mixer* para modificarlas de la misma forma que las existentes en su librería interna.

Para asignar las texturas a materiales se ha hecho uso de un *Add-on* llamado *Node Wrangler*, el cual habrá que activar previamente para poder usarlo. Este *add-on* permite

importar, en la pestaña *Shading*, todos los mapas de una textura mediante el atajo de teclado *Ctrl+Shift+T* y seleccionando las imágenes correspondientes de la textura. Una vez seleccionados generará automáticamente los nodos necesarios para aplicar la textura al material elegido (68).

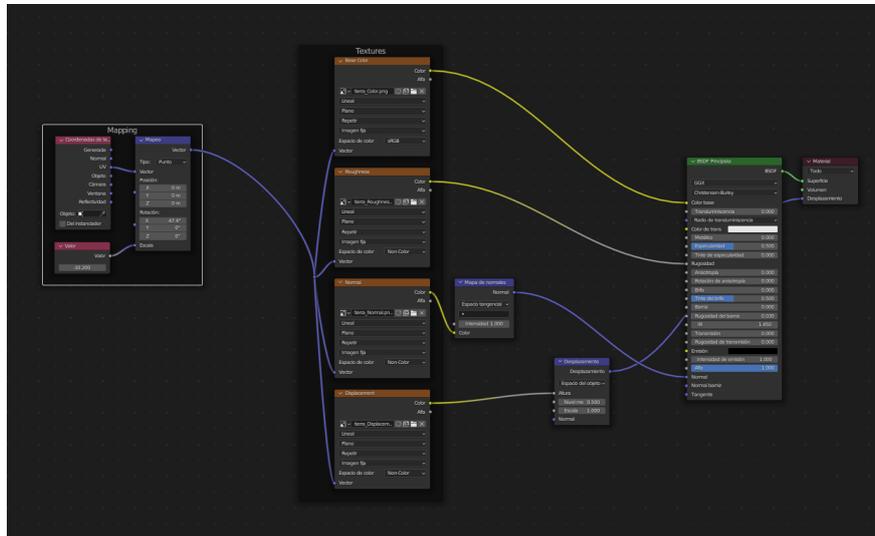


Figura 55: Ejemplo de nodos generados automáticamente mediante el add-on Node Wrangler.

Fuente: Elaboración propia.

Las texturas pintadas a mano se han hecho desde el modo pintar textura de *Blender*. Esto es porque permite pintar sobre la malla como si fuese una figura de arcilla seca. Las texturas pintadas a mano se han utilizado para la piel de los gatos y algunos elementos de la ropa de los personajes ya que al estar basados en seres reales era necesario imitar manualmente algunos detalles (66).



Figura 56: Modo pintar texturas (derecha) y visualización de la textura creada (izquierda)-

Fuente: Elaboración propia.

5.8. Skinning y rigging

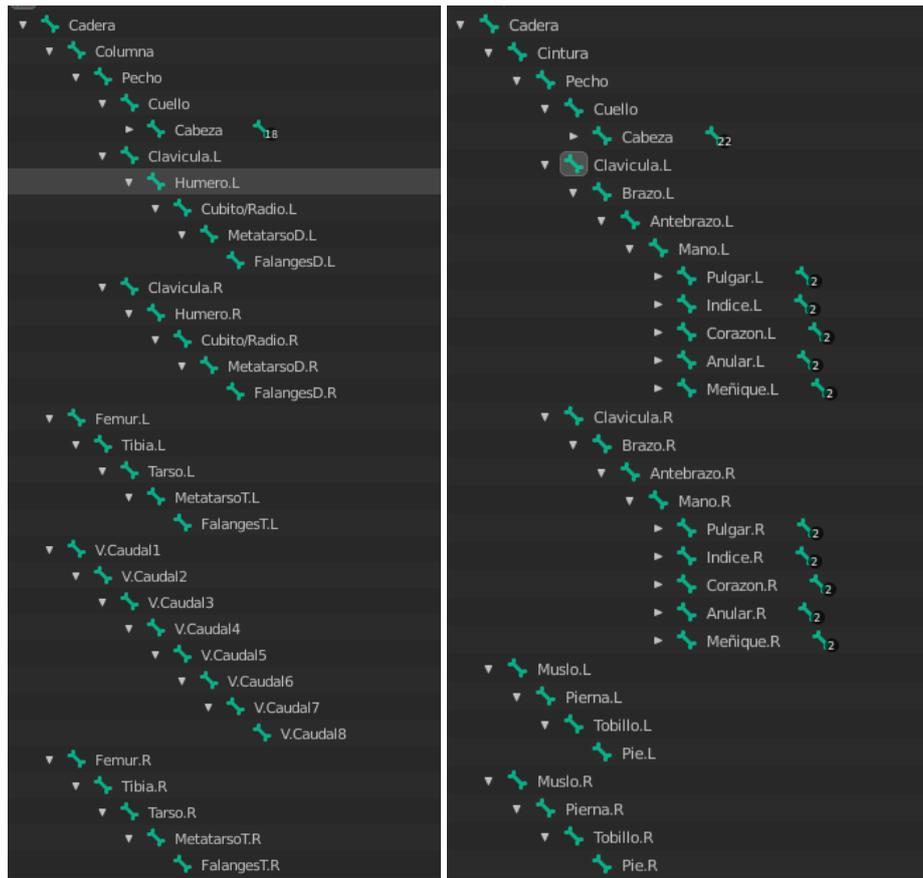
Durante la fase de *rigging* se crearán los huesos de los personajes y los de algunos objetos que requieran animación. Estos constarán de dos tipos de huesos; los primeros imitarán los esqueletos humanos y felinos. Los segundos serán controladores de formas clave. A continuación se explicará el procedimiento para crear ambos tipos.

Para crear los esqueletos primero de todo, tal y como se comentó en el apartado cuatro, hay que estudiar la anatomía humana y felina para entender cómo están articulados e imitar su constitución con los huesos de *Blender*. Una vez clara la estructura hay que entender cómo funciona la jerarquía de huesos para aplicarla de la misma manera en los esqueletos que se creen. Tanto los humanos como los felinos comparten una estructura y jerarquía muy similares, por lo que la siguiente explicación se puede aplicar a ambos tipos de esqueletos.

Primero, debe crearse un hueso padre, el hueso del que dependerán todos los demás. Por lo general este hueso suele ser el equivalente a la cadera. De ella saldrán cuatro huesos en cadena, los cuales de abajo a arriba corresponderían a la columna, el pecho, el cuello y la cabeza. Cada uno de ellos será hijo del anterior por lo que si, por ejemplo, rota el hueso del cuello, la cabeza heredará su movimiento.

Luego se creará una extremidad superior e inferior del esqueleto, ambas del mismo lado y se les asignará el nombre correspondiente seguido de *.L* si son las extremidades izquierdas y *.R* si son las derechas. Una vez terminadas se les asignará como hueso padre el que corresponda a su superior. En el caso de la extremidad de arriba se asignará como superior el hueso del pecho, seleccionando primero el hueso principal de la cadena de huesos de la extremidad superior (clavícula), luego el hueso del pecho y al pulsar *Ctrl+P* aparecerá el menú *Definir como superior* y se seleccionará *Mantener transformación* para que la extremidad se una sin necesidad de un hueso entre ellos. Se seguirá el mismo proceso para unir la extremidad inferior y, en el caso de los gatos, la cola. Para crear las extremidades opuestas se puede hacer una simetría del esqueleto y creará las del otro lado, cambiando automáticamente el *.L* o *.R* que se añadió anteriormente por el opuesto. Esta letra es la que indica si son extremidades izquierdas (*Left*) o derechas (*Right*).

En la siguiente imagen se puede observar la jerarquía de huesos y las similitudes entre la humana y la felina.



Figuras 57 y 58: Jerarquía del esqueleto felino (izquierda) y del esqueleto humano (derecha).

Fuente: Elaboración propia.

A la hora de animar expresiones faciales o cualquier tipo de acción que requieran manipulaciones de la malla complejas, se usarán formas clave y controladores. De esta manera se conservará la forma de la malla original y solo será necesario deformar una única vez la malla.

Para realizar este procedimiento primero se debe acceder al modo edición, seleccionar todos los vértices de la malla y guardar una forma clave base. Así será como se mantendrá guardada la malla sin alterar. Luego, se procederá a crear una forma clave por cada acción que queramos que realice la malla (parpadeos, abrir la boca, sonreír, fruncir el ceño, etc). Podría darse por terminado en este punto ya que al acceder a la pestaña de formas clave se pueden activar las acciones que deseemos desde ahí pero para agilizar este proceso se añadirán huesos que tendrán la función de controladores faciales. Una vez creado el controlador haciendo click derecho sobre una forma clave, se le asignará un hueso que habremos creado previamente y se concretará qué acción activará este controlador. Por ejemplo, el controlador que abre la boca se activará al rotar el hueso correspondiente en el eje X.

También, como se comenta en el apartado de materiales y texturas, estos controladores se pueden aplicar en los materiales procedurales para modificar parámetros como el tamaño de la pupila y de este modo simular una dilatación de esta.



Figura 59: Pupila relajada (izquierda) y dilatada (derecha) usando controladores faciales.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado el *rigging* podrá hacerse el *skinning* de los personajes, es decir, la asignación de los huesos a la malla.

El proceso es bastante sencillo: se selecciona la malla, luego el esqueleto al que se quiera unir y finalmente se pulsa *Ctrl+P* para abrir el menú de *Definir como superior* y se elegirá la opción *Con influencias automáticas*. El programa unirá los huesos a la malla haciendo que cada hueso tenga ciertas influencias sobre esta, siendo más intensas cuanto más cercana sea la malla al hueso.

Tras comprobar cómo se ha adherido el esqueleto al modelado, se podrá corregir errores en el modo pintar influencias. Un error común al hacer esta unión es que el hueso del cuello tenga algo de influencia sobre la cabeza, provocando que al rotarla se deforme la malla. La influencia de los huesos se puede interpretar en base a los colores que aparezcan sobre la malla, siendo nula el color azul y máxima el color rojo. Sabiendo esto se pueden corregir las influencias pintando sobre la malla. Cuanto más frío sea el color menos influencia tendrá y viceversa (69-74).

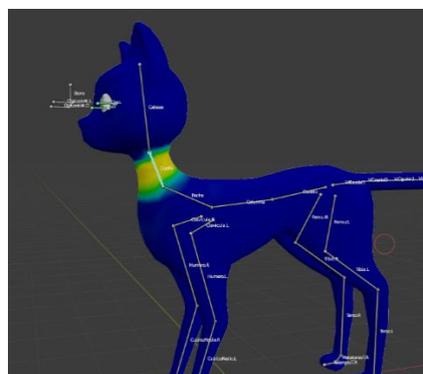


Figura 60: Influencias del hueso del cuello sobre la malla del cuerpo.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado este proceso los personajes estarán listos para ser animados.

5.9. Iluminación

La iluminación de este proyecto se realizará en gran parte usando el tipo de luz *Sol* de *Blender* ya que todos los escenarios se encuentran en el exterior. Se pueden simular distintos momentos del día modificando los parámetros de color, intensidad e inclinación del sol.

Además se han usado luces volumétricas para generar luces artificiales de farolas en la noche. Este tipo de luces se crean usando un foco y un cubo que recoja en su interior el área en la que afecte la luz del foco. Al cubo se le añadirá el material *Dispersión volumétrica* de *Blender*, el cual permitirá ver en el renderizado final el haz de luz que generaría una farola en la vida real (75, 76).

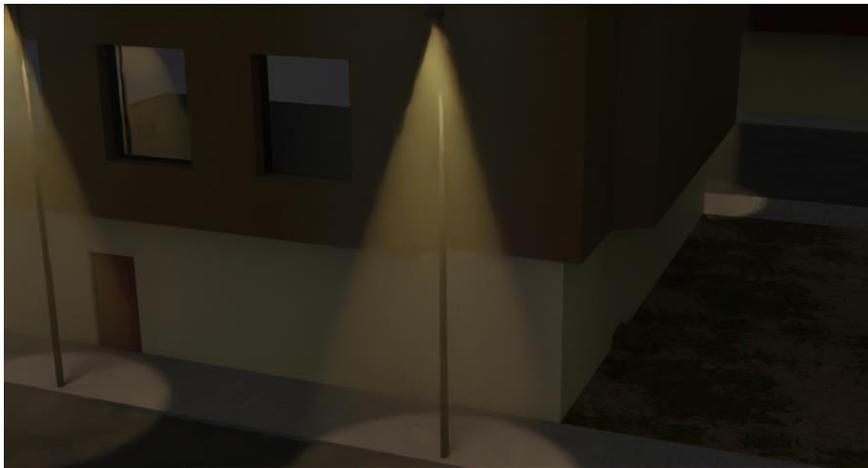


Figura 61: Render de escena nocturna con luces volumétricas en las farolas.

Fuente: Elaboración propia.

En algunos casos puntuales también se han usado planos emisores de luz con el objetivo de iluminar ligeramente escenas nocturnas que de lo contrario serían demasiado oscuras.

5.10. Cámaras

Para la grabación del cortometraje se han usado múltiples cámaras colocadas en distintas posiciones y ángulos. Algunas de ellas son fijas y otras han sido animadas, según las necesidades de la escena.

Para animar una cámara se añaden *keyframes* en la línea de tiempo al igual que al animar personajes como se explicará en el siguiente apartado.

Los cambios de cámara se realizan asignándolas a ciertos tramos de la línea de tiempo. Esto se puede hacer seleccionándola y luego haciendo que sea la cámara activa actual

pulsando *Ctrl+NumPad0*. Para finalizar, se pulsará *Ctrl+B* sobre la línea de tiempo y esa cámara será la que grabará desde el fotograma actual hasta que termine la animación o se produzca otro cambio de cámara (77).



Figura 62: Cambios de cámara señalados sobre la línea de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

5.11. Animación

Las animaciones de este proyecto se han realizado en su totalidad mediante *keyframes*. Como se explica anteriormente, esta animación consiste en establecer un fotograma inicial, otro final y los fotogramas intermedios se calcularán automáticamente.

El tipo de animación elegida para este proyecto es la cinemática directa (*Forward Kinematics*): los huesos hijo heredan el movimiento de los hijos padre. Esta decisión se ha tomado por gusto personal ya que me resultaba más sencillo conseguir algunas animaciones mediante esta técnica.

En algunos casos, las animaciones calculadas automáticamente por *Blender* no son exactamente como se habían pensado en un principio y se ven extrañas. Esto ocurre cuando el movimiento de los huesos no es exactamente como en la vida real y es necesario modificar parte de los *keyframes*. Por ejemplo, al andar una persona primero levanta el muslo y posteriormente estira la pierna para hacer contacto con el suelo. *Blender* no tiene en cuenta estos detalles, mueve todos los huesos a la vez. Esto puede solucionarse accediendo a la *Planilla de tiempos*, donde se pueden visualizar desglosados todos los *keyframes* de los huesos individualmente. Se buscará el hueso correspondiente al muslo y se adelantará el final de su movimiento, así se logrará corregir el error.

Este procedimiento se podrá aplicar para cualquier tipo de corrección pertinente en las animaciones, valorando si necesitan moverse los *keyframes* adelante o atrás en la línea de tiempo (78, 79).

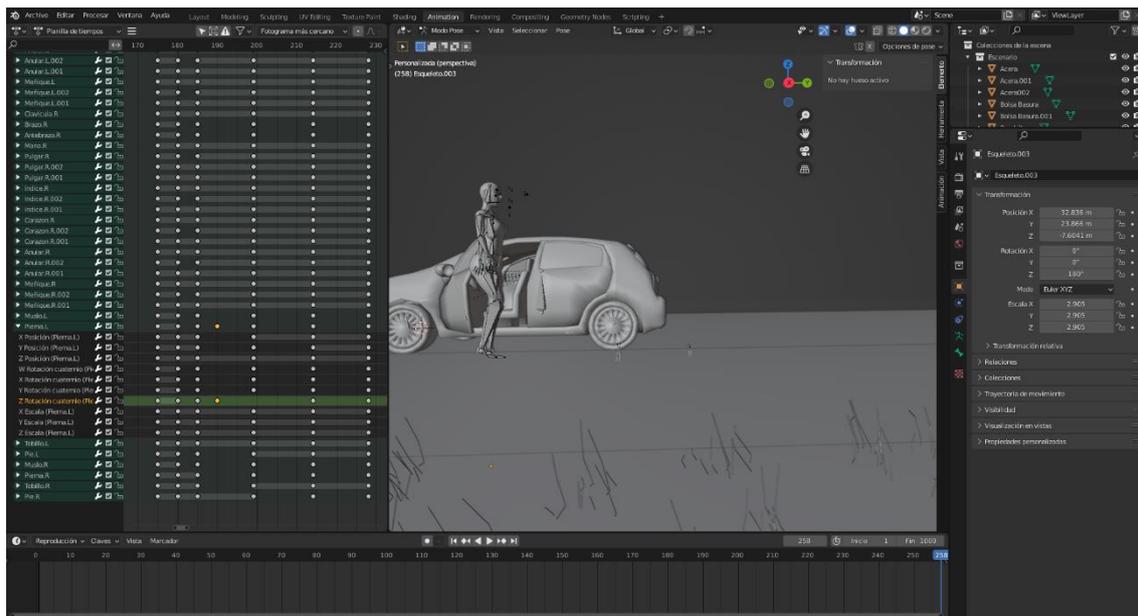


Figura 63: Corrección del movimiento de la pierna al andar, señalizados en naranja los keyframes afectados.

Fuente: Elaboración propia.

Los controladores faciales, al ser en esencia huesos también, se animarán exactamente igual que los esqueletos. Solo deberá tenerse en cuenta qué parámetro se ha establecido para activar las formas claves a las que están asignados y añadir los *keyframes* en la línea de tiempo cuando se desee.

5.12. Renderizado

La resolución elegida para las imágenes es de 1920x1080 a una frecuencia de 24fps. El formato de las imágenes renderizadas es PNG ya que este formato no tiene pérdidas. La desventaja es que se obtendrán imágenes más pesadas. El conjunto de fotogramas del cortometraje pesa alrededor de 21GB, habiendo un total de 7.200 aproximadamente.

El motor de render escogido para producir las imágenes es *Cycles*, el motor propio de *Blender*. Los motivos de esta elección son que con las últimas actualizaciones desde la versión 3.0 en adelante, la velocidad de renderizado es de dos a ocho veces más rápido y que la reducción de ruido en las imágenes ha mejorado la conservación de detalles en la imagen final.

Para darle un mejor resultado a las imágenes finales se usarán algunos nodos en la pestaña *Compositing*. Funciona de manera similar a la pestaña *Shading* de la que se ha hablado anteriormente con la diferencia que aquí los nodos se aplican sobre el renderizado de las imágenes en lugar de modificar texturas.

Para mejorar las imágenes se añadirá un nodo de *reducción de ruido* con el objetivo de eliminar pequeños errores visuales en la imagen final. También se añadirá un nodo de *destello* con el efecto *resplandor de niebla* para simular el resplandor que emiten los objetos y cuerpos cuando incide directamente ellos la luz solar o lunar.



Figura 64: Render final de un fotograma con reducción de ruido y resplandor de niebla.

Fuente: Elaboración propia.

5.13. Montaje

Dado que el cortometraje se ha renderizado fotograma a fotograma, es necesario un programa de postproducción capaz de convertir esas secuencias de imágenes en un vídeo con la frecuencia elegida para el proyecto.

DaVinci Resolve ofrece esta opción al importar secuencias de imágenes numeradas en la pestaña de medios. Para una mejor organización, a la hora de importar una nueva escena se creará una carpeta para cada una de ellas. De esta forma será más sencillo localizar los fragmentos que se quieran incluir en la línea de tiempo.

En esta fase es donde se añadirán los elementos finales del corto como fundidos en negro o los créditos. Estos últimos se crearán desde cero mediante los nodos que tiene *DaVinci Resolve*.

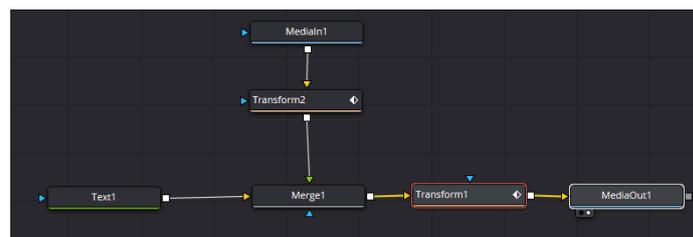


Figura 65: Esquema de los nodos que conforman los créditos finales.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que, al aplicar correcciones y efectos en el renderizado de los fotogramas, parte de la postproducción está ya hecha y solo será necesario aplicar efectos nuevos para enlazar algunas escenas entre sí. En las pistas de audio podrá añadirse el audio del cortometraje: sonido ambiental, ruidos, voces, música, etc.

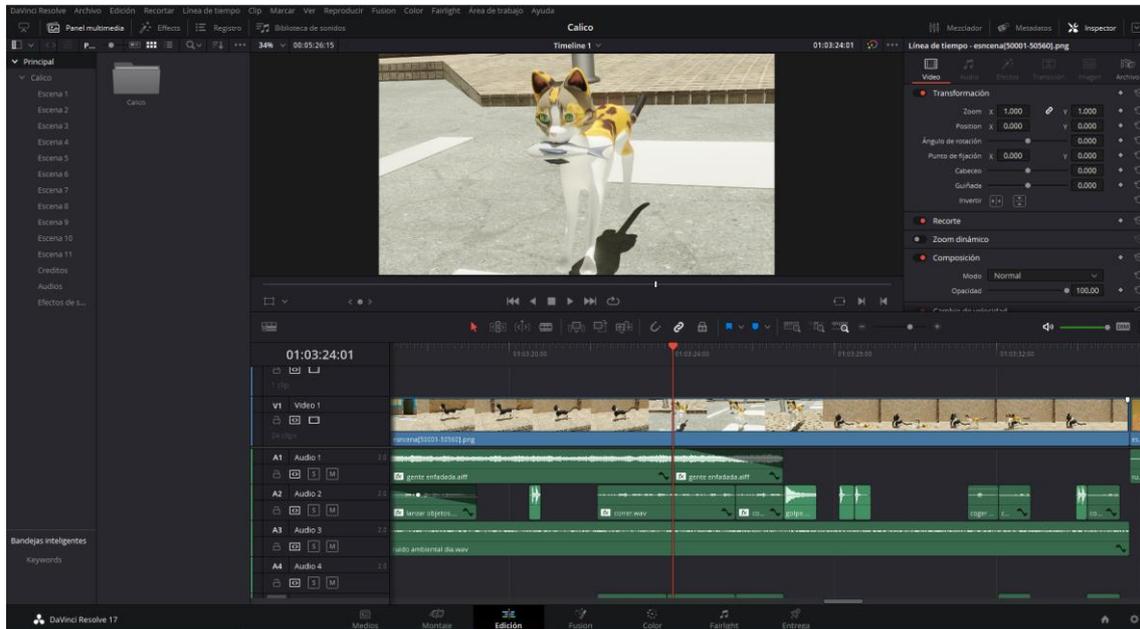


Figura 66: Espacio de trabajo de DaVinci Resolve durante el montaje del cortometraje.

Fuente: Elaboración propia.

Dado que todos los sonidos empleados en el montaje son o bien elaboración propia o bien con licencia *Creative Commons 0* del repositorio en línea *Freesound*, han podido ser recortados y/o modificados con efectos de audio libremente para adaptarlos y que encajen perfectamente con el video.

6. Conclusiones

- **A nivel profesional y objetivo**

Se ha conseguido completar exitosamente el proceso de creación de una producción audiovisual, pasando por todas las fases del *pipeline* de trabajo de una producción de esta índole.

Se han superado imprevistos surgidos durante todo el proceso, aprendiendo así a gestionar problemas y obtener una solución satisfactoria para el proyecto entendiendo que no siempre los resultados serán los pensados en un principio.

Se han adquirido conocimientos nuevos muy valiosos para desarrollar nuevos proyectos de este tipo en el futuro.

El resultado obtenido, teniendo en cuenta que este ha sido un proceso de aprendizaje, cumple con prácticamente todos los objetivos propuestos para este proyecto.

- **A nivel personal**

A la hora de calcular el tiempo estimado para completar este proyecto se cometió un gran error y eso repercutió en el proyecto descartando escenarios y personajes ya creados porque no daba tiempo a animar y renderizar las escenas en los que aparecen, por lo que se acortó la animación para la entrega del proyecto. Aun así no será trabajo en vano ya que la idea del corto inicial será completada a posteriori para que la asociación CES Novelda pueda utilizar mi trabajo como vídeo de concienciación ante el abandono animal y dar visibilidad a su labor.

Existen algunos errores en el proyecto debidos principalmente a la inexperiencia en algunas fases de la producción y se han ocultado en la medida de lo posible cuando no se ha encontrado una solución viable.

Además de acortar la animación por una mala estimación del tiempo inicial, también influyó compaginar la elaboración del proyecto con trabajo, ya que el tiempo que iba a dedicar en un principio a su desarrollo se vio bastante reducido. También influyó la capacidad de mi ordenador para renderizar. No podía exigirle demasiado debido a sus características.

En conclusión, este proyecto ha sido una experiencia muy enriquecedora la cual me ha ayudado a elegir en qué área me quiero especializar y aunque resulta molesto no incluir parte de trabajo por limitaciones del tiempo, estoy satisfecha con los resultados obtenidos y orgullosa por haber superado un reto de estas dimensiones.

7. Bibliografía

1. La animación 3D se usa en todas las áreas [en línea]. Campus Internacional de Producción Digital. (2 de abril de 2019). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.campusproducciondigital.com/blog/item/115-la-animacion-3d-se-usa-en-todas-las-areas>
2. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Animaci%C3%B3n>
3. CARRANZA, Alexandra. Esta es la Historia de la Animación que no encontrarás ni en Wikipedia [en línea]. Crehana. (7 de junio de 2021). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.crehana.com/blog/animacion-modelado/historia-de-la-animacion-que-no-encontraras-ni-en-wikipedia/>
4. REGO, Blanca. Cine rupestre [en línea]. Makimono. (18 de noviembre de 2013). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <http://www.makimono.es/cine-rupestre/>
5. MARTÍNEZ BABÓN, Javier. Jeroglíficos, la escritura más enigmática. Historia National Geographic [en línea]. 2018 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/jeroglificos-escritura-mas-enigmatica_8933
6. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2021 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Linterna_m%C3%A1gica
7. TRILNICK, Carlos. Linterna mágica [en línea]. Proyecto IDIS. (7 de julio de 1646). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://proyectoidis.org/linterna-magica/>
8. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Atanasio_Kircher
9. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cagliostro>
10. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cronofotograf%C3%ADa>
11. FotoNostra [en línea]. [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.fotonostra.com/biografias/marey.htm>

12. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2020 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Rev%C3%B3lver_de_Janssen
13. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Fusil_fotogr%C3%A1fico
14. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cinemat%C3%B3grafo>
15. ¿Qué es la rotopscopia? Descripción e historia [en línea]. OK Video. (15 de agosto de 2020). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://okvideo.es/blog/que-es-la-rotopscopia-descripcion-e-historia>
16. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_multiplano
17. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Ub_Iwerks
18. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Estereoscop%C3%ADa>
19. Norman McLaren [en línea]. Centre de Cultura Contemporània de Barcelona. (5 de febrero 2021). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.cccb.org/es/participantes/ficha/norman-mclaren/11677>
20. ARPANET: El origen de Internet [en línea]. NIC Argentina. (Diciembre de 2017). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://nic.ar/es/enterate/novedades/arpamet-el-origen-de-internet>
21. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_animaci%C3%B3n_por_computadora
22. 3dtrain. Historia de la animación por computadora [en línea]. Wordpress. (3 de septiembre de 2014). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://3dtrain.wordpress.com/2014/09/03/historia-de-la-animacion-por-computadora/>
23. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2019 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Scanimate>
24. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Animaci%C3%B3n_por_computadora

25. ROBINSON, Joanna. Star Wars: How “Princess Leia Lives” in Episode IX: The Rise of Skywalker [en línea]. Vanity Fair. (12 de abril de 2019). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.vanityfair.com/hollywood/2019/04/star-wars-episode-ix-rise-of-skywalker-princess-leia-carrie-fisher>
26. RUBIO ARROYO, Isabel. Un videojuego, clave para reconstruir Notre Dame [en línea]. Sacyr. (24 de febrero de 2021). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.sacyr.com/-/un-videojuego-clave-para-reconstruir-notre-dame>
27. Assassin’s Creed Unity ayudará a la reconstrucción de Notre Dame [en línea]. Mundo Deportivo. (17 de abril de 2019). [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.mundodeportivo.com/videojuegos/20190417/461707325746/notre-dame-assassins-creed-unity.html>
28. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 18 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Incendio_de_la_catedral_de_Notre_Dame_de_Par%C3%ADs
29. DELGADO, Mariló. Los 10 mejores estudios de animación del mundo [en línea]. HobbyConsolas. (11 de enero de 2020). [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.hobbyconsolas.com/listas/10-mejores-estudios-animacion-mundo-552937>
30. Walt Disney Animation Studios [en línea]. 2022. [Consulta 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.disneyanimation.com/>
31. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pel%C3%ADculas_con_las_mayores_recaudaciones_de_Walt_Disney_Studios
32. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Walt_Disney_Animation_Studios
33. Pixar [en línea]. 2022. [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.pixar.com/our-story-pixar>
34. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pixar>
35. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/RenderMan>

36. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Toy_Story_\(franquicia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Toy_Story_(franquicia))
37. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Studio_Ghibli
38. SIENRA, Regina. Studio Ghibli: todo lo que debes saber sobre el legendario estudio de animación japonés [en línea]. My Modern Met. (24 de enero de 2021). [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://mymodernmet.com/es/historia-studio-ghibli/>
39. RUSSO, Fabiana. DreamWorks, la historia de una de las más grandes productoras de películas [en línea]. Tentulogo. (20 de octubre de 2020). [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://tentulogo.com/dreamworks-la-historia-de-una-de-las-mas-grandes-productoras-de-peliculas/>
40. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Cine_de_animaci%C3%B3n_en_Espa%C3%B1a
41. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Segundo_de_Chom%C3%B3n
42. DONDÉ, Eduardo. La historia de la Animación en España [en línea]. Industria Animación. (15 de mayo de 2020). [Consulta: 25 enero de 2022]. Disponible en: <https://www.industriaanimacion.com/2020/05/la-historia-de-la-animacion-en-espana/>
43. Google Sites [en línea]. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/eltallerdecortometrajes/galeria/videos>
44. IONOS [en línea]. 2018. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.ionos.es/startupguide/productividad/brainstorming-o-lluvia-de-ideas/>
45. AprenderCine [en línea]. 2021. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://aprendercine.com/guion-literario-formato-plantilla/>
46. PÉREZ, Agustín. Escuela Superior de Diseño de Barcelona [en línea]. 2022. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disenio-grafico/que-es-y-como-crear-un-storyboard>
47. MASDEARTE [en línea]. 2022. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://masdearte.com/movimientos/arte-conceptual/>

48. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Arte_conceptual_\(dise%C3%B1o_gr%C3%A1fico\)#:~:text=El%20arte%20conceptual%20E2%80%8B%20son,realice%20en%20el%20producto%20final](https://es.wikipedia.org/wiki/Arte_conceptual_(dise%C3%B1o_gr%C3%A1fico)#:~:text=El%20arte%20conceptual%20E2%80%8B%20son,realice%20en%20el%20producto%20final)
49. Blender [en línea]. 2022. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting_started/about/introduction.html
50. UT-HUB [en línea]. 2022. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.ut-hub.com/quixel-3-herramientas-render-para-unreal-engine/#:~:text=Quixel%20Mixer%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n.empaquetado%20de%20canales%20y%20exportaci%C3%B3n>
51. Wikipedia, La enciclopedia libre [en línea]. 2022 [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop
52. Blackmagicdesign [en línea]. 2022. [Consulta: 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.blackmagicdesign.com/es/products/davinciresolve>
53. Monstruos del diseño [en línea]. 2022. [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://monstruosdeldiseno.com/podcast/tipos-tecnicas-modelado-3d>
54. VAZQUEZ, Candela. ¿Qué es el modelado 3D y cuáles son los 4 métodos principales de modelado? [en línea]. GoPillar. (1 de abril de 2021). [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.gopillarnews.com/es/que-es-el-modelado-3d/>
55. MENÉNDEZ, Laura. ¿Qué es la retopología? [en línea]. Lightbox Academy. (29 de octubre de 2021). [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://lboxacademy.es/blog/que-es-la-retopologia/#:~:text=La%20retopolog%C3%ADa%20es%20una%20t%C3%A9cnica,esta%20figura%20en%20un%20principio>
56. Animum creativity advanced school [en línea]. 2022. [Consulta; 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.animum3d.com/blog/materiales-y-texturas-introduccion-al-shading-en-3d/>
57. Monsuton [en línea]. 2022. [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.monsuton.com/rigging/>
58. Centro de excelencia de software libre Castilla-La Mancha [en línea]. 2022. [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.esi.uclm.es/www/cglez/fundamentos3D/04.05.FKIK.html>

59. FERNÁNDEZ ALMOGUERA, M^a del Carmen y LÓPEZ LÓPEZ, Enrique. La estética cinematográfica: luz y color [en línea]. Centro de Comunicación y Pedagogía. (24 de mayo de 2018). [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <http://www.centrocp.com/la-estetica-cinematografica-luz-color/>
60. TORRES, Ana. ¿Qué es la animación 3D y qué tipos existen? [en línea]. Escuela Superior de Diseño de Barcelona. (18 de julio de 2021). [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/animacion/que-es-la-animacion-3d-y-que-tipos-existen>
61. Piziadas [en línea]. 2010. [Consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://piziadas.com/2010/06/animacion-3d-key-framing-blogs.html>
62. Modelad 3D. (26 de enero de 2021). Como hacer pelo en 3d con Blender 2.90 [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=2faXmaqAbuw>
63. John Cuaces. (3 de noviembre de 2018). 29. Creación de personaje en Blender – “Rigueando” la ropa y los accesorios [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=8o47LxwE0Iw&t=828s>
64. Pixamuse. (10 de octubre de 2020). Rejas y tuberías | Blender Tutorial [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=5mEWOSSSyE>
65. 3Dilusion Arte Blender. (19 de febrero de 2019). Blender tutorial español 2.80 &&& Retopología para principiantes – 1-primeros pasos [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=XuEF7h54ec>
66. Germán Coronel. (26 de enero de 2021). ¿Cómo pintar un personaje 3D? [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=MusMqDwXaIc>
67. CG Cookie. (11 de marzo de 2020). Creating a Procedural Eyeball with Blender 2.8 [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=JcHX4AT1vtg>
68. 3Dilusion Arte Blender. (7 de mayo de 2020). Blender atajos para texturas tutorial en español (node wrangler) eficaz [vídeo en línea]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=U1qMfu_guCs
69. Unity Tutor. (12 de julio de 2020). Blender 2.8 – Como Ponerle Huesos a Modelos 3D – Armature – Rig [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=sLNQPwmbfdc>
70. PIXXO 3D. (22 de enero de 2020). Tutorial: Rig Eyes In Blender 2.83 [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=vvEuroezCng>

71. PIXXO 3D. (11 de junio de 2017). How to rig a tongue Blender tutorial, HD [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=YCrrGtvGTTE&t=702s>
72. John Cuaces. (22 de octubre de 2018). 27. Creación de personaje en Blender – “Weight paint”, “Shape keys” y “Drivers” [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zMqBTDyLzUg>
73. CRISTOBAL BLENDER. (26 de febrero de 2021). RIG BLENDER, TRANSFERIR INFLUENCIAS Y PESOS MUY FACIL Y RAPIDO [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=HA1BcIVmcfs>
74. CGDive. (17 de septiembre de 2020). Character Weight Paint Workflow (beginner tutorial) [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=5SLlp3AwShM>
75. Tamal Digital. (20 de febrero de 2021). Blender | Luces Volumétricas (ILUMINACIÓN MÁS REALISTA EN CYCLES) [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=uY1dPQfBSvs>
76. Eme Uve. (15 de noviembre de 2020). Crear efecto Bloom con Cycles en Blender Tutorial Blender para principiantes Efecto Bloom de Eevee [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=GXGzx7Pr8o4>
77. Str3Dlok. (2 de mayo de 2021). Animar Cambios de Cámara [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=2elBB18HVwU>
78. Doceaeme. (5 de mayo de 2013). Doceaeme Tutoriales 1x01 – Cómo hacer un buen parpadeo [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=XiwW8GcnKw8>
79. Germán Coronel. (3 de julio de 2021). Curso de Blender | Como animar un personaje | [vídeo en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=h4CyfdKJdLg>