



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES  
ARTS DE SANT CARLES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Bellas Artes

Root-04: Preproducción, Producción y Posproducción de  
escenas clave de un cortometraje de animación 3D

Trabajo Fin de Grado

Grado en Diseño y Tecnologías Creativas

AUTOR/A: Pous Castillo, Joan

Tutor/a: Giner Martínez, Francisco

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es realizar las escenas clave de un cortometraje de Animación 3D titulado *Root-04*.

La memoria recopila en primera instancia la selección de las escenas clave del cortometraje en función de su relevancia en la historia; posteriormente la etapa de preproducción, con un storyboard y colorscrip de todo el cortometraje además de una animática precisa para las escenas seleccionadas; seguidamente la etapa de producción, con la animación y renderizado de las escenas específicas; y finalmente la etapa de posproducción, abordando tanto el apartado visual como el diseño de sonido.

### **PALABRAS CLAVE**

Animación, 3D, Cortometraje, Producción, Ficción, Robot.

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to make the key scenes of a 3D Animation short film: *Root-04*.

The report first compiles the selection of the key scenes of the short film according to their relevance in the story; then the pre-production stage, with a storyboard and colourscrip of the entire short film as well as a precise animatic for the selected scenes; then the production stage, with the animation and rendering of the specific scenes; and finally the post-production stage, addressing both the visual section as well as the sound design.

### **KEYWORDS**

Animation, 3D, Short Film, Production, Fiction, Robot.

## CONTRATO DE ORIGINALIDAD

Este Trabajo Fin de Grado ha sido realizado íntegramente por el alumno Joan Pous Castillo. Este es el último trámite para la obtención del título de la promoción 2019/2023 del Grado en Diseño y Tecnologías Creativas de la Universidad Politécnica de Valencia.

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

Firma: Joan Pous Castillo

Fecha: 24/06/2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JP', written in a cursive style.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis padres y a mi hermana, por su apoyo emocional en todo lo que hago.

A mi pareja y amigos, por confiar en mis habilidades y en mi trabajo, además de ayudarme en el proceso creativo.

Y finalmente a mi tutor, por ser meticuloso en las correcciones y ofrecerme feedback muy útil del proyecto y de la memoria.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1. JUSTIFICACIÓN	5
1.2. OBJETIVO GENERAL	5
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4. METODOLOGÍA	6
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>8</b>
2.1. UN MEDIO PARA TODOS	8
2.2. LA IMPORTANCIA DEL STORYTELLING	9
2.3 LA PSICOLOGÍA DEL PROPÓSITO	11
<b>3. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>11</b>
3.1. DESARROLLO	11
3.1.1. <i>Guion</i>	12
3.1.2. <i>Referentes</i>	14
3.1.3. <i>Diseño de personajes y fondos</i>	16
3.1.4. <i>Storyboard</i>	18
3.2. PREPRODUCCIÓN	19
3.2.1. <i>Animática 2D</i>	20
3.2.2. <i>Color-script</i>	20
3.2.3. <i>Modelado 3D de personajes y fondos</i>	21
3.3. PRODUCCIÓN	25
3.3.1. <i>Lay-out</i>	25
3.3.2. <i>Animación</i>	26
3.3.2.1. <i>Blocking</i>	26
3.3.2.2 <i>Spline</i>	26
3.3.2.3 <i>Polish</i>	26
3.3.3. <i>Render</i>	26
3.4. POSTPRODUCCIÓN	28
3.4.1. <i>Montaje y corrección de color</i>	28
3.4.2. <i>VFX</i>	29
3.4.3. <i>Diseño de sonido</i>	30
3.5. RESULTADOS	30
<b>4. PRESUPUESTO</b>	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>33</b>
<b>7. ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>35</b>
<b>8. OBJETIVOS ODS</b>	<b>37</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>37</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

El proyecto *Root-04* tiene su origen en la curiosidad que devino en necesidad por aprender la técnica y proceso de elaboración de un cortometraje de animación 3D a principios del grado.

La idea de construir un personaje preparado para ser animado con el fin de practicar la técnica me resultaba interesante, un personaje robot específicamente, puesto que, a priori, es más sencillo de construir y de animar debido a su naturaleza no deformable. No obstante, tras la concepción del personaje surgió mi necesidad de buscarle un sentido y construir la historia de *Root-04*.

La elaboración de la idea sufrió una intensa etapa de cambios que dejó el proyecto inestable y sin una idea clara de lo que pretendía transmitir por causa de un pobre planteamiento inicial, hasta que para este TFG se planteó una metodología útil que ayudó a definir el proyecto y convertirlo en un planteamiento sólido. Es por ello por lo que en esta memoria se aspira a destacar el papel de una buena planificación en la creación de material audiovisual profesional.

La motivación principal del proyecto es la promoción personal como animador 3D, ya que la creación de un cortometraje de animación es una práctica directa del proceso de trabajo de la industria. Si bien como producto final puede ser una fuente de promoción a través de festivales, a su vez una selección de escenas de este puede suponer un buen material para el portafolio personal.

Este documento pretende recopilar el comienzo del proceso de creación del cortometraje, desde la concepción de un guion completo hasta la creación de las primeras escenas terminadas, atravesando las etapas previas de preproducción y diseño.

## 1.2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto es abordar algunas fases del proceso de creación del cortometraje de animación 3D *Root-04*, buscando tratar temas como la curiosidad, la autonomía y el sentido del propósito en la vida a través de una historia animada y de la narrativa visual empleada.

## 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos incluyen: finalizar un guion completo con una trama atractiva, realizar una preproducción que comprenda una animática 2D

y un *color-script*<sup>1</sup>, modelar y texturizar los personajes, fondos y *props*<sup>2</sup> y prepararlos para la animación, animar y renderizar algunas escenas, y, por último, realizar la postproducción de estas al diseñar el sonido y añadir *VFX*<sup>3</sup> en caso de que sea necesario. Además, se busca evaluar la calidad artística y técnica del cortometraje en función de su coherencia narrativa, fluidez visual, uso de color y luz, y efectividad en la comunicación de la historia.

Se espera que este proyecto sirva como una muestra de las habilidades y conocimientos adquiridos durante mi formación académica, y que pueda ser utilizado como parte de mi portafolio para futuras oportunidades laborales en el campo de la animación y producción audiovisual.

Para llevar a cabo estos objetivos, debido a que la producción completa del cortometraje requiere una inversión de tiempo superior a los ECTS asignados a este TFG, se ha optado por acotar el desarrollo del proyecto. De esta manera, pese a explicar el desglose de guion completo, las etapas que se abordarán en la metodología del proyecto sólo incluirán una parte del cortometraje.

#### 1.4. METODOLOGÍA

La metodología de este proyecto se fundamenta en el proceso de trabajo que Juan Ignacio Meneu<sup>4</sup> detalla en su tesis doctoral *Planificación y procesos de producción para un cortometraje de animación 3D (2020)*, dividiendo el desarrollo de un proyecto de animación 3D en 4 etapas:

1. **Desarrollo:** En esta etapa inicial, es importante que se genere una idea clara y concisa para el cortometraje. Para ello, se debe crear el guion y un primer *storyboard*<sup>5</sup> para visualizar la historia y cómo se va a contar. Además, en esta etapa se diseña el concepto visual del proyecto, incluyendo el diseño de personajes, escenarios y *props* que aparecerán en el cortometraje. Esto también puede incluir la creación de ilustraciones conceptuales para ayudar a definir el estilo visual de la producción.
2. **Preproducción:** En la etapa de preproducción, se deben planificar y organizar los recursos necesarios para producir el cortometraje. Es importante crear una animática 2D, que es una versión animada

---

<sup>1</sup> Un *color-script* es un esquema visual secuencial que pretende mapear el color, la iluminación y los ritmos emocionales en una animación o película.

<sup>2</sup> En animación y videojuegos, un *prop* es cualquier objeto en el set de una producción que no sea vestuario o escenografía. Se refiere generalmente a un objeto interactuable por los actores o personajes.

<sup>3</sup> *VFX* es el acrónimo de efectos visuales, que son las técnicas utilizadas para crear imágenes digitales que no se pueden filmar con una cámara real.

<sup>4</sup> Profesor ayudante doctor en el departamento de dibujo de la Universitat Politècnica de València. Licenciado en Bellas Artes, Máster en Producción Artística y Doctor en Arte: Producción e investigación. Especialista en animación 2D y 3D.

<sup>5</sup> Un *storyboard* es una secuencia visual de ilustraciones o imágenes que se utilizan para planificar y previsualizar una producción audiovisual.

del *storyboard* para definir los movimientos y la duración de las escenas. También se crea un *color-script*, que es una guía visual para la evolución de la paleta de colores que se utilizará en el proyecto. Asimismo, se modelan y texturizan los personajes, escenarios y *props*, y se crean los *rigs*<sup>6</sup> necesarios para que los personajes puedan moverse y articularse correctamente.

3. **Producción:** En la etapa de producción, se realiza una organización de los planos o *Lay-outs*<sup>7</sup>, basados en la animática 2D, para establecer la posición de la cámara y de los personajes en los sets y, finalmente, se realiza la animación.
4. **Postproducción:** Por último, en la etapa de postproducción se realiza en primer lugar la corrección de color o etalonaje, que implica ajustar la imagen para que tenga un aspecto coherente en todo el cortometraje. También se realiza el doblaje de voces y se crean los *VFX* o efectos visuales, como la creación de humo o explosiones. Por último, se diseña el sonido, incluyendo los efectos sonoros y la música, para crear una experiencia auditiva inmersiva para el público.

En relación con los softwares utilizados para el flujo de trabajo de este proyecto, *Blender 3D*<sup>8</sup> es el programa principal, habiendo sido utilizado en las etapas de modelado, texturizado procedural y animación. En la medida de lo posible, puesto que *Blender* es un programa muy versátil, se centralizó la mayoría de los procesos relativos al 3D con este software para evitar problemas de compatibilidad, sin embargo, para el texturizado orgánico más complejo se utilizó la herramienta *Substance Painter*<sup>9</sup>, software especializado en texturizado de mallas 3d con herramientas muy precisas. Con respecto a la corrección de color y montaje se empleó *Premiere Pro*<sup>10</sup>; para *VFX* se optó por *After Effects*<sup>11</sup>; y por último, el diseño de sonido y música se abordó mediante *Adobe Audition*<sup>12</sup>.

Debido a la complejidad del proyecto en cuanto a escenarios, también se añadió a la metodología ordinaria la incorporación de *props* secundarios creados por usuarios de internet a través de librerías como *Sketchfab*. Los

---

<sup>6</sup> Un *rig* es una estructura virtual que permite controlar el movimiento y la deformación de un modelo 3D. El *rig* se compone de huesos, controladores, restricciones y otros elementos que definen la cinemática y la dinámica del modelo.

<sup>7</sup> Un *Lay-out* en animación 3D es el proceso de crear la estructura básica de una escena, incluyendo la posición y el movimiento de los personajes, los objetos y la cámara.

<sup>8</sup> *Blender 3D* es un software libre y de código abierto que permite crear y editar modelos tridimensionales, animaciones, gráficos y juegos. <https://www.blender.org/>

<sup>9</sup> *Adobe Substance Painter* es un software de pintura 3D que permite crear texturas realistas y detalladas para modelos 3D. <https://www.adobe.com/es/products/substance3d-painter.html>

<sup>10</sup> *Premiere Pro* es un software de edición de vídeo profesional desarrollado por Adobe.

<sup>11</sup> *After Effects* es un programa de edición de vídeo y animación digital desarrollado por Adobe.

<sup>12</sup> *Adobe Audition* es un software de edición de audio profesional que permite grabar, mezclar, editar y masterizar sonidos.

derechos de autor de dichos modelados están protegidos bajo la licencia creative commons por atribución 4.0 internacional, permitiendo ser usados comercialmente con la debida atribución al autor.

ACTIVIDADES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1-12	13-19	20-26	27-31	1-9	10-16	17-23	24-30	1-7	8-14	15-21	22-31	1-11	12-18	19-25	26-30
Cerrar guion																
Storyboard y Animática 2D																
Color script																
Animación*																
Postproducción de escenas																
Introducción y Metodología																
Referentes																
Preproducción (Memoria)																
Producción (Memoria)																
Postproducción (Memoria)																
Bibliografía e Índice de Figuras																
Conclusiones																
Reuniones Paco																

\*La actividad **Animación** empieza en una etapa más temprana ya que se abordará en la asignatura de Producción de animación como trabajo complementario a partir del 20 de marzo.

Fig 1. Cronograma del proyecto.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. UN MEDIO PARA TODOS

El contexto de los cortometrajes de animación y la animación 3D ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas. En la actualidad, la animación se ha convertido en una forma de expresión artística y de entretenimiento única.

No obstante, la animación sigue estando asociada en gran medida a contenidos infantiles. Este estigma es resultado de una larga tradición de producciones animadas para niños, que han sido su principal público desde los años 30. El precario acabado que tenían las primeras series animadas causó rechazo al público adulto, ya que se utilizaba una mezcla poco acertada entre imagen fija con imágenes en movimiento, llegando a superponer labios reales sobre un personaje animado para reducir costes (método Syncro-Vox). Sin embargo, este medio conseguía entretener al público infantil, favoreciendo que se utilizaran estas series animadas como niñera. Esto hizo que las productoras empezaran a especializar su contenido y a vender juguetes de las mismas producciones, convirtiéndose la animación de público infantil en una estrategia de mercado muy rentable (Llamas, 2020).

Según Brunetti (2017), “la animación se asume como un medio para niños y, por lo tanto, no es vista como un medio para abordar temas serios y profundos”. Este pensamiento ha dificultado que la animación sea vista como un medio legítimo para narrar historias complejas, adultas y profundas. El director mexicano Guillermo Del Toro (2022) afirma en una entrevista para



Fig 2. Ejemplo de Syncro-Vox de la serie Clutch Cargo.

DiscussingFilm<sup>13</sup> que “la animación no es un género para niños; es un medio. La animación es cine. La animación es arte. Y puede contar historias magníficas y complejas que parecen hechas a mano por humanos, para humanos”.

En un artículo publicado por Forbes, la animadora y directora Elizabeth Ito<sup>14</sup> afirmó que “la animación está experimentando un renacimiento” y que “los creadores de contenido se están dando cuenta de que hay un mercado adulto para la animación” (Orsini, 2019). Además, el artículo señala que la animación se utiliza cada vez más en publicidad y en la producción de programas de televisión y películas dirigidos a un público adulto.

Otro ejemplo es el éxito de la serie animada *Rick y Morty*<sup>15</sup>, que se ha convertido en una de las series animadas más populares entre los adultos debido a su humor oscuro y su compleja trama. El creador de la serie, Dan Harmon<sup>16</sup>, es conocido por su técnica del *Story Circle*<sup>17</sup>, que es una herramienta que ayuda a los escritores a estructurar sus historias y crear personajes complejos y significativos.

## 2.2. LA IMPORTANCIA DEL STORYTELLING

El *storytelling* es la capacidad de contar historias, pero también es un conjunto de técnicas y herramientas que permiten construir una narrativa coherente y catártica para el público. La animación como medio de narración requiere una historia que se adapte a la naturaleza del medio y sea capaz de aprovechar su potencial narrativo. Según Miller (2019), “un buen *storytelling* es crucial para la animación, porque el medio es visual y emocionalmente impactante, pero también puede ser frívolo si la narrativa no tiene un sentido claro”. La confección de un *storytelling* funcional es esencial para superar el estigma de la animación infantil, porque permite construir historias que abordan temas serios y profundos con un enfoque adulto y trascendental.

“Contar historias es algo natural para los humanos, pero como vivimos en un mundo antinatural, a veces necesitamos un poco de ayuda para hacer lo que haríamos de forma natural.” (Harmon, 2014). La estructura circular o *Story Circle* de Dan Harmon es una herramienta del guionismo que se utiliza para poder elaborar una narrativa completa y con una evolución orgánica. Esta estructura consta de ocho pasos:

---

<sup>13</sup> DiscussingFilm es un perfil de Twitter dedicado exclusivamente a ofrecer contenido sobre las novedades del cine de actualidad.

<sup>14</sup> Elizabeth Ito es una directora y guionista de animación estadounidense. Es conocida por su trabajo en series como *Adventure Time*, *Gravity Falls* y *City of Ghosts*.

<sup>15</sup> *Rick y Morty* es una serie de animación para adultos creada por Justin Roiland y Dan Harmon.

<sup>16</sup> Dan Harmon es un guionista, productor y actor estadounidense. Es conocido por ser el creador de las series de televisión *Community* y *Rick y Morty*,

<sup>17</sup> El *Story Circle* es una técnica de escritura creativa que consiste en dividir una historia en ocho partes. Se basa en el concepto del viaje del héroe adaptable a diferentes formatos y géneros.

1. **La zona de confort:** El protagonista se presenta en un estado de estabilidad, en su vida diaria y habitual.
2. **Quiere algo:** El protagonista desea algo que lo saca de su zona de confort y lo motiva a buscar una solución.
3. **Entra en un mundo nuevo:** El protagonista abandona su zona de confort y se adentra en un nuevo mundo desconocido.
4. **Se adapta:** En el nuevo mundo, el protagonista se enfrenta a una serie de obstáculos y desafíos que le impiden alcanzar su objetivo y debe adaptarse.
5. **Encuentra lo que quiere:** El protagonista supera los obstáculos y alcanza su objetivo. Aquí es cuando el argumento y el personaje colisionan, puesto que lo que quiere el protagonista en un principio no siempre es lo que necesita.
6. **Paga un precio muy alto:** Aunque el protagonista obtiene lo que quería, los valores del héroe se ven afectados por las consecuencias de sus actos, en ocasiones se ve materializado en pérdidas físicas o emocionales. Aquí sucede un cambio en el protagonista.
7. **Regresa a la zona de confort:** El protagonista regresa a su estado de estabilidad, pero transformado y cambiado por su experiencia.
8. **Ha cambiado:** El protagonista ha aprendido una lección y ha crecido emocionalmente gracias a su experiencia en el mundo nuevo. Puede materializarse con un cambio personal, un cambio de su entorno, o ambos.

Cada una de estas etapas se conecta con la siguiente a través de la causa y el efecto, y juntas forman una estructura circular que se repite a lo largo de la historia. Este modelo permite a los escritores crear historias complejas y congruentes, manteniendo al mismo tiempo al espectador comprometido e interesado en la trama. Esta estructura ha sido utilizada en una amplia variedad de producciones audiovisuales, incluyendo películas como *Pulp Fiction*<sup>18</sup> y series de televisión como *Breaking Bad*<sup>19</sup>. Su éxito radica en la capacidad de generar un patrón predecible y coherente, pero al mismo tiempo lo suficientemente flexible para permitir la creación de historias únicas y emocionantes.

### 2.3. LA PSICOLOGÍA DEL PROPÓSITO

Así como el papel de la consecución y estructura de los elementos narrativos son importantes para la creación de una buena historia, el entramado de conceptos y creencias que vienen anidadas en ella es otro pilar fundamental.

---

<sup>18</sup> *Pulp Fiction* es una película de 1994 dirigida por Quentin Tarantino que narra varias historias entrelazadas de criminales y gánsteres en Los Ángeles.

<sup>19</sup> *Breaking Bad* es una serie de televisión estadounidense que narra la transformación de un profesor de química con cáncer en un poderoso narcotraficante.

Como veremos más adelante, la historia de Root-04 habla de la búsqueda de un propósito y de la autorrealización personal a través de servir a un objetivo que trascienda el individuo y aporte al bienestar de un colectivo o sociedad.

Un aspecto fundamental para el desarrollo personal y el bienestar es la autorrealización, es decir, el proceso de alcanzar el máximo potencial de nuestras capacidades, talentos y motivaciones individuales. La autorrealización implica tener un propósito de vida que nos oriente y nos ilusione, y que trascienda lo meramente individual para contribuir a un bien común. Ayudar a las personas y aportar valor al mundo puede ser una forma de encontrar ese propósito y de sentirnos plenos y felices. Según Maslow (1943), la autorrealización es la cúspide de la jerarquía de necesidades humanas, y solo puede satisfacerse cuando las necesidades inferiores (fisiológicas, de seguridad, de afiliación y de reconocimiento) están cubiertas en su mayor parte. Así, ayudar a los demás no solo nos permite cumplir con nuestro propósito, sino también satisfacer nuestras necesidades sociales y de estima. Además, según diversos estudios (Martela y Ryan, 2016), ayudar a los demás también nos reporta beneficios psicológicos como mayor autoestima, sentido de competencia, autonomía y conexión con los demás, lo que favorece nuestra autorrealización.

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta los ECTS del TFG, se deben adaptar los objetivos materiales del proceso de producción a unas metas asumibles. Dado que la naturaleza de la historia de *Root-04* es compleja y extensa, se optó por acotar la preproducción a una porción de la historia que puede funcionar como proyecto aislado, del mismo modo, la producción y postproducción se realizó también de un segmento, que es exponente de las calidades finales que tendrá el cortometraje final. No obstante, este proyecto pretende ser finalizado en cuanto sea posible.

#### 3.1. DESARROLLO

La etapa de desarrollo en una producción audiovisual es esencial para plasmar de manera gráfica las ideas que se encuentran en la mente del director. A menudo se requiere de un guionista y un *concept artist*<sup>20</sup> para desarrollar la idea inicial. El guionista se encarga de escribir y argumentar la idea, mientras que el artista de concepto se enfoca en el diseño gráfico y en la creación de conceptos visuales.

---

<sup>20</sup> Un *concept artist* es un artista profesional encargado de crear la estética visual de proyectos de entretenimiento, como películas, videojuegos o cómics, basándose en las ideas y el guion del director o el escritor.

Sin embargo, aunque es importante seguir ciertos pasos durante esta etapa, no existe una fórmula única para cada producción audiovisual. En algunos casos, el mismo creador puede desempeñar el papel de guionista y dibujante, por lo que no se requiere un equipo de trabajo adicional, como es el caso de este proyecto.

### 3.1.1. Guion

Aunque el guion completo se encuentra en el anexo I (8.1), transcribimos un pequeño resumen pues es necesario que el lector conozca la historia con la que trabajamos y que vertebramos todo el proyecto.

En el contexto de *Root-04*, los humanos se enfrentan a una amenaza creciente de radiactividad que surge en las afueras de la ciudad sin origen aparente. Aunque la ciencia aún no ha encontrado una forma de eliminarla, se crean 4 casas robot en el corazón de cada núcleo radiactivo para proteger a los humanos. Cada casa alberga un robot diseñado para buscar y proteger objetos infectados capturándolos en cápsulas de aislamiento.

La historia de *Root-04* aspira a tener una trama interesante, mantener la tensión en el espectador y transmitir un significado profundo y real. Para ello, se adaptó a la estructura circular de Dan Harmon que hemos comentado anteriormente, de manera que la historia se podría dividir según la siguiente cadena de sucesos:

1. **La zona de confort:** En el principio del cortometraje, se presenta la vida diaria de *Root-04* en su rutina de proteger las afueras de la ciudad.
2. **Quiere algo:** A través de una vieja revista abandonada, *Root-04* descubre la fascinante vida de la ciudad y el mundo humano, el cual desconocía por completo, despertando en él una emoción nunca proporcionada por su rutinario trabajo. En este punto de la historia se plantea el dilema de seguir sus instintos o continuar con su labor de protección. *Root* quiere ir a la ciudad.
3. **Entra en un mundo nuevo:** En el caso de *Root-04* el mundo nuevo se materializa en un plano más abstracto, el robot acaba de descubrir que la ciudad de la que habla la revista existe en el mismo mundo que él, incitándolo a iniciar una nueva aventura. No obstante, tras una larga jornada investigando la revista, el robot pierde la noción del tiempo y se percata de que sus niveles de batería son críticos y además se encontraba lejos de su casa para recargarse. En una frenética vuelta a su casa, su batería se agota justo antes de alcanzar el cargador.
4. **Se adapta:** El protagonista se debe enfrentar a una serie de obstáculos y desafíos. En este caso, *Root* se despierta en el suelo, consiguió conectarse el cargador tras su apagón. Sin embargo, la caída supuso una rotura frontal de la batería del robot, afectando

- a sus niveles de energía que ahora quedaban muy limitados. Este percance le impide alcanzar su objetivo y debe adaptarse.
5. **Encuentra lo que quiere:** *Root-04* encuentra una solución para su limitación de batería y logra alcanzar su objetivo de empezar su viaje a la ciudad.
  6. **Paga un precio muy alto:** En este punto los valores del héroe se ven afectados por las consecuencias de sus actos. En *Root-04*, el robot pone en peligro a la humanidad, y una niña humana está al borde de ser infectada por una negligencia en la cadena de trabajo de aislamiento. Es entonces cuando *Root* descubre que su verdadera función es proteger a la ciudad y que su labor es necesaria, por lo que tiene que renunciar a su deseo inicial de tener una vida humana.
  7. **Regresa a la zona de confort:** *Root-04* regresa a su estado de estabilidad y vuelve a su rutina anterior.
  8. **Ha cambiado:** *Root-04* ha aprendido una lección y ha crecido emocionalmente gracias a su experiencia en el mundo humano, encontrando un propósito más grande que hace significativa su existencia.

Como complemento narrativo, en el guion se tuvieron en cuenta otros métodos de retención de audiencia, los llamados *set-ups* y *pay-offs*. En el mundo del guionismo, los *set-ups* y *pay-offs* son elementos clave en la narrativa que pueden marcar la diferencia entre una historia convincente y una que deja al espectador insatisfecho.

Un *set-up* es una técnica narrativa en la que se introduce un elemento o una situación en la historia que parecen irrelevantes o sin importancia en ese momento, pero que posteriormente se convierten en una pieza importante en la trama. Un buen *set-up* puede crear expectativas y plantear preguntas en el espectador, lo que a su vez puede generar interés y mantenerlo involucrado en la historia.

Por otro lado, un *pay-off* es la resolución de un *set-up*, es decir, el momento en el que se revela la importancia de ese elemento o situación que se introdujo anteriormente. Un *pay-off* efectivo no solo debe ser satisfactorio para el espectador, sino que también debe ser coherente con el resto de la trama y la evolución de los personajes.

Los *set-ups* y *pay-offs* pueden aparecer en diferentes formas en el guionismo, desde pequeños detalles como un objeto aparentemente insignificante, hasta eventos importantes en la trama. A menudo, los mejores guionistas utilizan los *set-ups* y *pay-offs* para crear giros argumentales sorprendentes y emocionantes que mantienen al espectador comprometido con la historia.

En *Root-04* existen varias situaciones de *set-ups* y *pay-offs* para incrementar el factor sorpresa y la conexión emocional del espectador con la

historia. El ejemplo más evidente se presenta cuando el robot descubre la existencia del mundo humano a través la revista. Root realiza un dibujo que muestra a él mismo dentro de la ciudad, representando su fuerte deseo de ir. Este evento tiene su correspondiente *pay-off* al final del cortometraje, cuando al volver a su rutina transformado por su viaje, se presenta dicho dibujo como plano final de la historia, pero esta vez habiendo sustituido la imagen de sí mismo por la niña humana con la que conecta durante su aventura, como recordatorio del sentido de su deber.

### 3.1.3. Referentes

La búsqueda de referentes es crucial para orientarse a la hora de encontrar un estilo visual y un diseño de personajes adecuado en una producción audiovisual, ya que permite a los creadores inspirarse y nutrirse de otras obras y estilos para generar nuevas ideas y enfoques creativos.

Para el universo visual de *Root-04*, se tuvieron en cuenta dos aspectos principales, el tratamiento de la cámara y los encuadres, y la iluminación.

Con respecto al tratamiento de la cámara se tuvo como referente principal a *Big Boom*, un cortometraje de animación 3D dirigido por Brian Watson en el que se nos presenta un mundo postapocalíptico, desde el punto de vista de un robot de servicio de una gasolinera. Este metraje tiene un excelente tratamiento de la melancolía y vacío a través de la metáfora visual proporcionada por una distancia focal muy angulada a la par que una profundidad de campo extremadamente corta, brindando imágenes con una distorsión de lente que enfatiza la soledad del personaje frente a su inmenso entorno y un desenfoque exagerado de todos los elementos que no forman parte de la acción principal que aísla aún más al protagonista. Este efecto aporta al cortometraje un aire muy estético a la par que sugerente e inquietante.



Fig 3. Fotograma del cortometraje *Big Boom*.

Con respecto a referentes de iluminación y color, el cortometraje *Borrowed Time* fue una referencia clave. Dirigido por los artistas de Pixar Andrew Coats y Lou Hamou-Lhadj, el protagonista visual del filme es un tratamiento de luz ambiental y cielos hiperrealistas, que bañan a los personajes de luces de atardeceres y cielos nublados muy contrastados.



Fig 4. Fotograma del cortometraje *Borrowed Time*.

Para el diseño del personaje principal *Root-04* se tuvieron en cuenta varios referentes de diseño de androides de otras producciones audiovisuales, para de esta manera tener una guía de los mecanismos de la estructura de *Root* en función de la movilidad que necesitaba el robot.

Del cortometraje de *Pixar*<sup>21</sup> *Smash & Grab* se utilizó como referente el sistema de 3 dedos de uno de sus personajes, el cual facilita el agarre de una gran variedad de objetos. Además, otro elemento que resultó interesante para *Root-04* es el cable que conecta a los robots y les da energía, una referencia muy evidente para el cargador de nuestro robot.



Fig 5. Fotogramas del cortometraje *Smash & Grab*.

Para las expresiones de *Root-04*, el diseño del protagonista en el cortometraje *Burn-E*<sup>22</sup> fue la referencia principal, con un visor que muestra los ojos del robot a través de una pantalla de tipo LED, además de tener una estructura general muy atractiva que hace que *Burn-E* tenga un aspecto adorable, adjetivo que interesó plasmar en *Root-04*.

<sup>21</sup> *Pixar* es una compañía de animación por computadora que produce películas, cortometrajes y series de televisión de gran calidad y éxito comercial.

<sup>22</sup> *Burn-E* es un cortometraje animado de Pixar que se basa en la película WALL-E.



Fig 7. Concept art primitivo de Root-04.

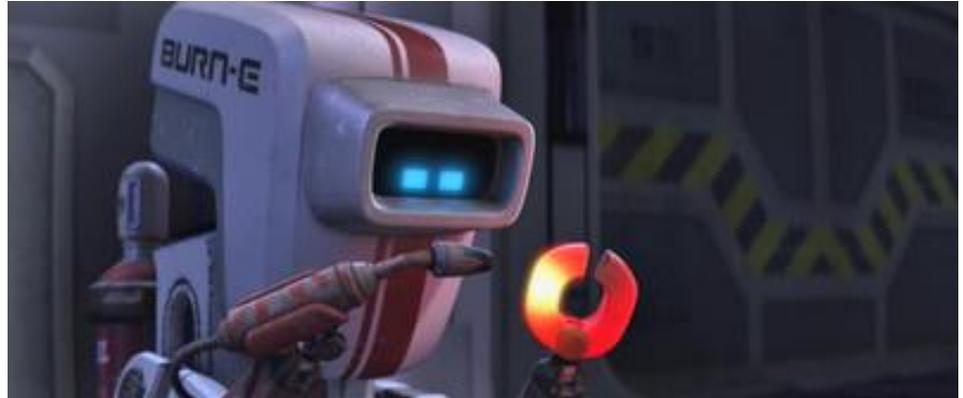


Fig 6. Fotograma del cortometraje Burn-E.

### 3.1.4. Diseño de personajes y fondos

Para pensar en un diseño de personaje eficaz, se tuvo que pensar en las funcionalidades y acciones que el robot necesitaba desempeñar durante el cortometraje.

En primer lugar, la tarea del robot precisa de un aparato disparador de proyectiles de aislamiento, y si bien se hubiera podido incluir en el propio robot, se optó por separarlo y crear unos adaptadores que se adhieren al robot a modo de mochila a través de un imán en la parte posterior del robot, de manera que estas mochilas se pudieran recargar desde la casa, así como elegir otra mochila mientras el proceso de recarga se lleva a cabo. Esta mochila dispone de un cañón vinculado para poder apuntar a los objetivos infectados. Asimismo, el imán del robot también sirve para adaptarse el cargador al final de su jornada de trabajo y recargar su energía. Además, para justificar que el robot no se pueda adherir a cualquier superficie metálica por causa del imán, el robot puede activar o desactivar la imantación a voluntad mediante un botón en su torso.

Acerca del movimiento del personaje, el robot debe ser capaz de transitar por terreno no uniforme por las condiciones de la zona en la que realiza su trabajo, es por ello por lo que Root-04 cuenta con dos tractores oruga<sup>23</sup> pequeños y planos que le permiten un movimiento versátil y rápido.

<sup>23</sup> “Un tractor oruga es un dispositivo de tracción utilizado principalmente en vehículos pesados, como carros de combate y tractores, u otro tipo de vehículos. Consiste en un conjunto de eslabones modulares que permiten un desplazamiento estable aun en terrenos irregulares.” (Wikipedia, 2022)

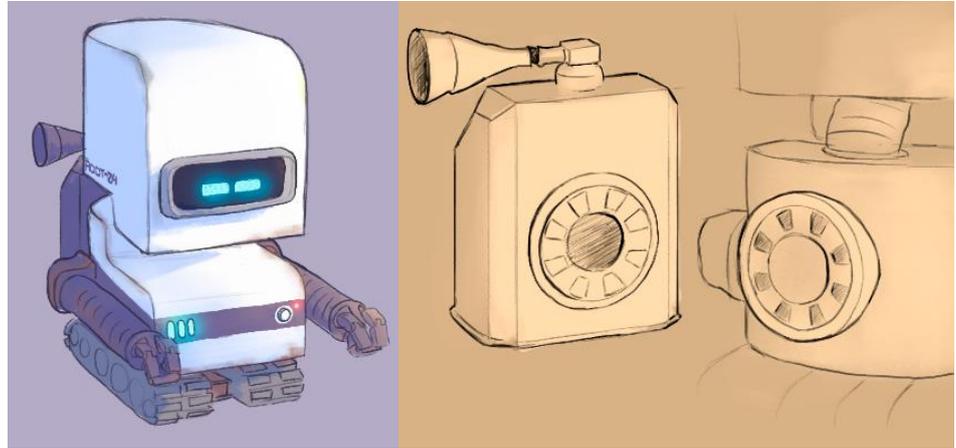


Fig 8. Concept art de Root y su mochila

Para el diseño de los fondos se tuvieron en cuenta las características de la trama del cortometraje. La casa de *Root-04* se sitúa en un vertedero, por lo que en el entorno deben abundar desechos de todo tipo. En cuanto a la vegetación, teniendo en cuenta que se trata de una zona con brotes radiactivos, se optó por una flora apagada e irregular.



Fig 9. Concept art del exterior de la casa.

Con respecto a la casa de *Root-04*, el diseño está supeditado a la función que ha de realizar, por lo tanto, se estructuró con un escaparate de mochilas con su respectivo sistema de selección y recarga de estas, así como también un cargador para proporcionar energía al robot. La estética debe acompañar a la del robot, de manera que alude a una estructura simplificada y minimalista con luces LED que proporcionan un aire futurista.

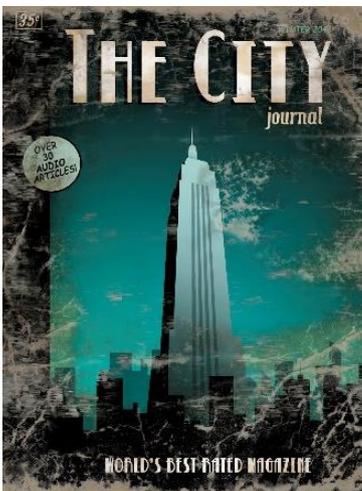


Fig 11. Diseño de la portada de revista "The City".

Orbitron

Fig 12. Tipografía elegida para el cortometraje.



Fig 10. Concept art del interior de la casa.

Como *prop* principal a diseñar, la revista "The City" es un buen ejemplo que sintetiza el universo en el que el protagonista se sitúa. La revista supone un punto de inflexión en la historia, por lo que resulta esencial que su diseño resuma la esencia del mundo humano. Como el cortometraje se sitúa en un futuro hipotético, con el objetivo de brindar un toque original se optó por mostrar una estética que aluda a un diseño editorial propio de la corriente artística del *retrofuturismo*<sup>24</sup>. Además, como la mayoría de *props*, dado que se trata de objetos desechados es importante que su apariencia sea vieja y deteriorada.

Para la identidad visual del diseño del robot y su casa se buscó una tipografía que transmitiera seguridad, por la función protectora del robot, y vanguardia, de manera que la fuente *Orbitron*<sup>25</sup> supuso una buena elección por sus formas muy cuadradas y estables, como también por recordar a corrientes futuristas.

### 3.1.5. Storyboard

El *storyboard* es una herramienta fundamental para la planificación y el desarrollo de un cortometraje de animación. Consiste en una representación visual de la historia dividida en fotogramas, mostrando directrices aproximadas del espacio y poses de los personajes, así como también otros elementos relevantes para la narración. El *storyboard* permite al director y al equipo de animación tener una visión global del proyecto, anticipar posibles problemas o desafíos, y definir el estilo y el tono del cortometraje.

En *Root-04*, el *storyboard* tuvo un papel muy importante para definir los encuadres y estética compositiva del metraje, utilizando, en ocasiones, planos con una gran angulación de cámara. Como detalle a destacar, se planificó el

<sup>24</sup> El *retrofuturismo* es un estilo artístico y cultural que combina elementos de la nostalgia por el pasado con la imaginación de cómo se predecía el futuro en el pasado, desde una perspectiva anterior a los años 80.

<sup>25</sup> *Orbitron*: Tipografía gratuita de *Google Fonts* diseñada por Matt McInerney en 2019.

efecto vértigo<sup>26</sup> para una de las escenas, el cual consiste en un movimiento de cámara de acercamiento a un determinado sujeto a la vez que se aumenta la angulación de la cámara, dando la sensación de que el fondo se aleja manteniendo el personaje u objeto del mismo tamaño, dando cierta sensación irreal que algunos definen como de mareo o vértigo.

El storyboard desarrollado se encuentra adjunto en el Anexo II, punto 8.2, página 34, a continuación se muestra una de las páginas del mismo.

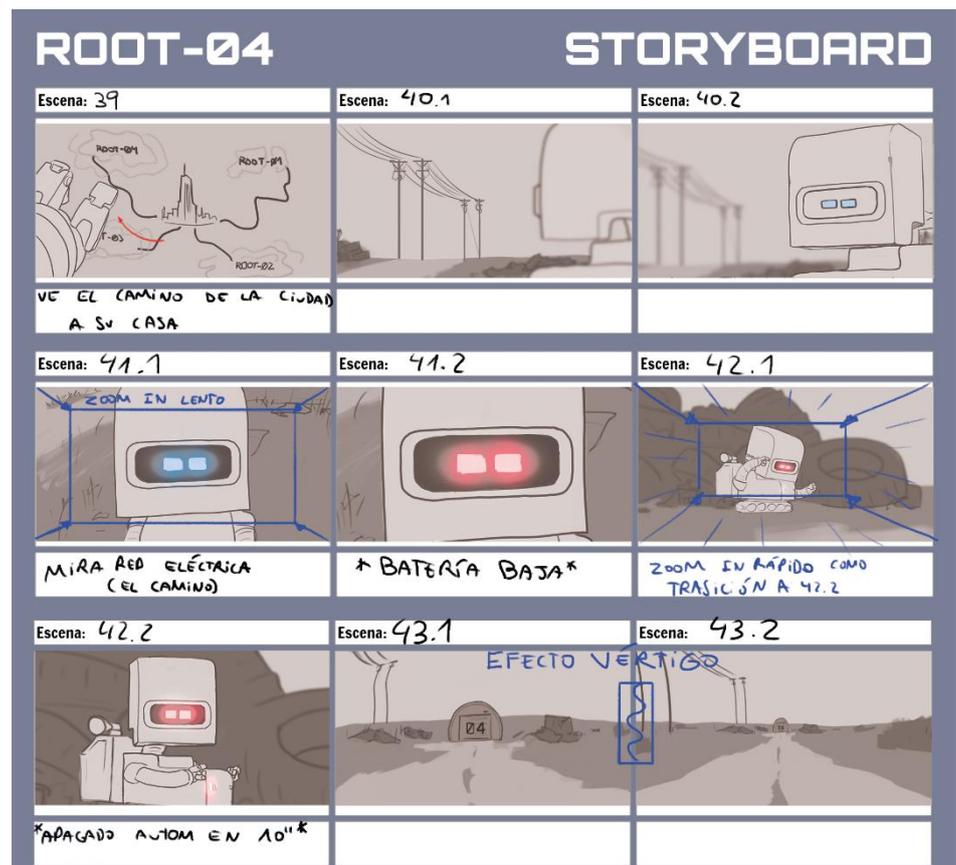


Fig 13. Página número 8 del storyboard de Root-04.

### 3.2. PREPRODUCCIÓN

Una vez terminado el proceso de desarrollo, se obtiene la información necesaria para describir las acciones y el diseño del cortometraje. No obstante, antes de empezar con la producción final de las escenas, resulta necesario cubrir una etapa previa que nos ayude a precisar el tiempo que cada acción supone, obteniendo la duración final del cortometraje, así como también, preparar todos los elementos necesarios antes de pasar a la producción de escenas, planificando un esquema de color y realizando las marionetas y *props* necesarios para empezar a animar.

<sup>26</sup> El efecto vértigo es un recurso cinematográfico que se popularizó con la película *Vértigo* (1958) de Alfred Hitchcock.

### 3.2.1. Animática 2D

La animática 2D es el paso posterior al *storyboard*, siendo la encargada de darnos la información de la duración de cada plano, de la actuación de los personajes y de mostrarnos la posición y movimiento de cámara. Con la animática 2D se debe obtener una versión primitiva de la historia final, siendo capaz de transmitir lo que la producción final pretende, es por ello por lo que habitualmente se complementa con sonidos auxiliares e incluso música, ya sean recursos sonoros finales, pruebas iniciales o préstamos de otras producciones que sirvan para intuir el resultado definitivo.

Para realizar la animática 2D de *Root-04* se utilizó el programa *Adobe Photoshop* para la elaboración de los dibujos, y *Adobe Premiere Pro* para el montaje de estos y la composición con sonido de prueba.

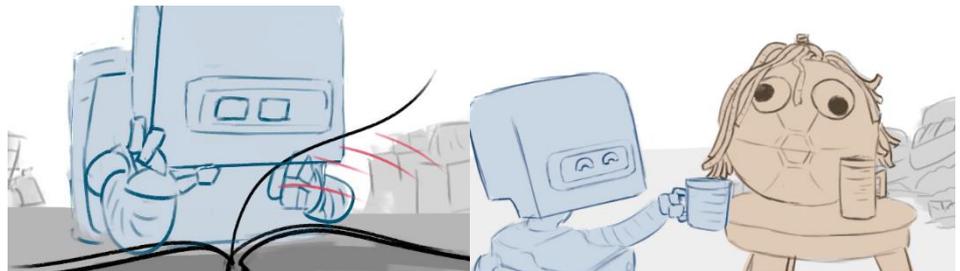


Fig 14. Imágenes de la Animática 2D de *Root-04*.

### 3.2.2. Color-script

El *color-script* de *Root-04* acompaña la narrativa del filme mediante diversas etapas diferenciadas entre sí por una gran variedad tonal. El comienzo del cortometraje está caracterizado por una paleta de color muy contrastada y neutral. Sin embargo, el descubrimiento de la revista está abrazado por el predominio del naranja y la calidez del hallazgo que esta supone en la vida de Root. Más adelante, la pérdida del pleno rendimiento del robot está contaminada por una gama cromática verde, sepia y apagada, que poco a poco transiciona a tonos más fríos y morados, mostrando el pasaje del trauma a la tristeza de Root. Finalmente, la esperanza de la resolución de su conflicto está reflejada visualmente por un retorno del contraste y tonos vivos que poco a poco termina por empapar la pantalla del dorado y cálido atardecer del final de esta parte del cortometraje.



Fig 15. Color-script de un fragmento de *Root-04*.

### 3.2.3. Modelado 3D de personajes y fondos

Existen dos maneras principales de abordar la creación de objetos y personajes tridimensionales: el modelado 3D y el esculpido 3D. En primera instancia, el modelado 3D implica la creación de formas tridimensionales utilizando herramientas como polígonos, *splines*<sup>27</sup>, curvas, etc. Los modelos 3D creados mediante el modelado se basan en formas geométricas primitivas como cubos, esferas, conos y cilindros, que se pueden editar y modificar para crear objetos más complejos.

Por otro lado, el esculpido 3D implica esculpir formas tridimensionales utilizando herramientas digitales que simulan la sensación de esculpir en arcilla, madera o piedra. Los objetos creados mediante el esculpido 3D se basan en la manipulación directa de los vértices del modelo 3D, lo que permite crear objetos orgánicos y detallados con curvas suaves y superficies orgánicas.

En general, el modelado 3D es más adecuado para la creación de objetos rígidos y geométricos con formas claramente definidas, como máquinas, edificios, muebles, vehículos, entre otros. Mientras que el esculpido 3D es más adecuado para la creación de objetos orgánicos como personajes, animales, plantas y otros elementos de la naturaleza.

Sin embargo, cabe destacar que estas dos técnicas no son mutuamente excluyentes y a menudo se utilizan combinadas en el proceso de creación de modelos 3D. Por ejemplo, un modelo 3D podría comenzar con un esculpido básico para crear las formas orgánicas, y luego se podría utilizar el modelado 3D para agregar detalles finos y formas geométricas precisas. En este proyecto se han utilizado ambas técnicas dependiendo de la naturaleza de la superficie.

<sup>27</sup> Los splines son elementos que permiten interpolar la geometría de una curva con respecto a ecuaciones y son útiles para modelar formas libres con transiciones suaves y continuas.

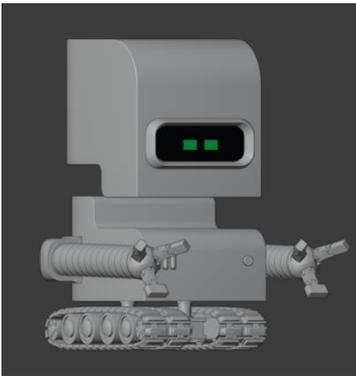


Fig 16. Vista 3/4 Frontal de Root.

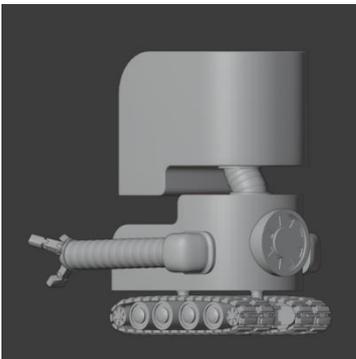


Fig 17. Vista 3/4 Posterior de Root.

Para el modelado del robot *Root-04* la técnica de modelado resultó la más adecuada por su acabado rígido y mayoritariamente no deformable. El cuerpo del robot está formado por tres tipos de material que conforman su estructura: en primer lugar, las superficies sólidas como la cabeza, el torso y las articulaciones de las manos; en segundo lugar, los extensores del cuello, brazos y ruedas, siendo un cuerpo deformable mediante una estructura fuelle de extensión; y, por último, el sistema tractor oruga.

Con respecto al modelado de las partes sólidas se optó por utilizar operaciones básicas de modelado y extrusión, así como también un biselado de las aristas para un acabado más pulido.

Por otro lado, el modelado de los extensores se elaboró mediante un proceso más complejo, puesto que para obtener una deformación coherente compatible con el proceso posterior de *rigging*<sup>28</sup> se modeló un único pliegue del fuelle que, posteriormente, con el modificador *array*<sup>29</sup> se multiplicó hasta formar un brazo completo. De esta manera, vinculando este brazo a una *curva Bézier*<sup>30</sup> mediante el modificador *curve*, esta malla 3D se puede deformar en función de la trayectoria de la curva, por lo tanto, emparentar<sup>31</sup> los puntos de la *curva Bézier* a las partes del hombro y la mano del robot permitió crear un sistema de fuelle que reacciona al movimiento del brazo de *Root*.

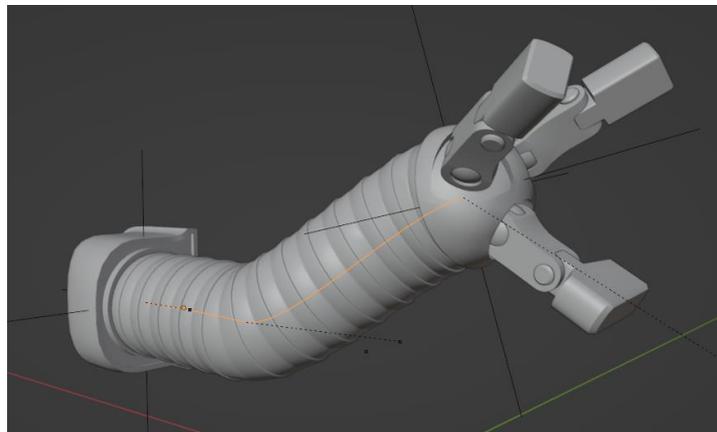


Fig 18. Extensor del brazo de Root deformado por una curva *Bézier*.

Para crear las cadenas oruga de movimiento, al igual que el fuelle de extensión, se tuvo que modelar un único eslabón del tractor oruga, y extender

<sup>28</sup> El *rigging* en diseño 3D se refiere al proceso de crear un esqueleto digital de un personaje, objeto u otra entidad en un software de animación. El *rigging* permite al animador controlar el movimiento y la deformación de la entidad de manera eficiente mediante la asignación de puntos de control (llamados huesos) a partes específicas del modelo 3D.

<sup>29</sup> *array*: Modificador de *Blender* que permite proyectar múltiples veces una malla 3D obteniendo un objeto final único con opción a aumentar o disminuir el número de proyecciones a tiempo real.

<sup>30</sup> Las curvas de Bézier son segmentos no lineales definidos por cuatro puntos de control. Los dos primeros puntos de control definen la tangente en el punto *Desde*. Los otros dos puntos de control definen la tangente en el punto *Hasta*.

<sup>31</sup> En modelado 3D se establecen relaciones de parentesco entre objetos, de manera que las transformaciones de escala, posición y rotación de una malla 3D quedan supeditadas a las transformaciones del objeto padre.

con el modificador *array* para posteriormente adaptarlo a una *curva Bézier* cerrada que dibuje la forma de la cadena de tracción deseada. Además, para la animación de los tractores, basta únicamente con animar la posición X del objeto, quedándose fijo en la localización de la *curva Bézier*, pero desplazando los eslabones por la trayectoria de esta, simulando el movimiento de los tractores oruga.

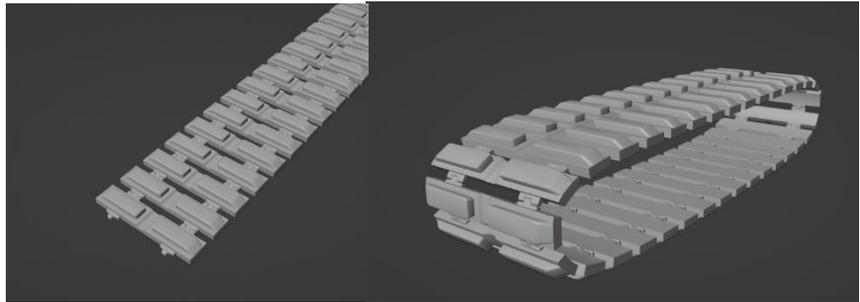


Fig 19. Cadena oruga sin y con el modificador *curve*.

Acercas de la casa y accesorios de *Root-04*, el modelado se realizó con acabados redondos para conseguir la estética cuidada y corporativa que se pretendía en el diseño de concepto. Para ello, se requirió de múltiples operaciones de biselado mediante la herramienta *Bevel*<sup>32</sup>.

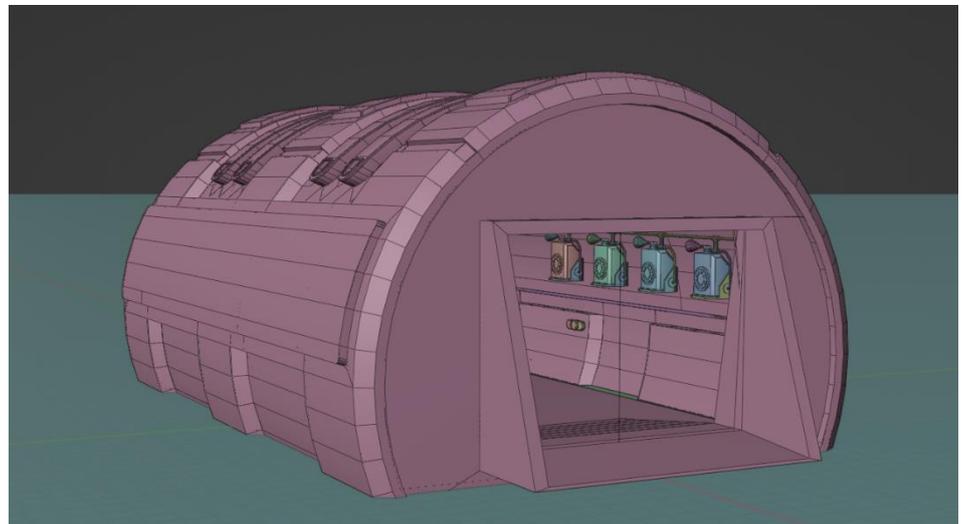


Fig 20. Modelado de la casa de *Root-04*.

Para el entorno del cortometraje se optó por combinar esculpido 3D con deformación procedural<sup>33</sup>, de manera que se creó la base del terreno partiendo de un cuadrilátero subdividido<sup>34</sup> y aplicando el modificador

<sup>32</sup> El *Bevel* es una herramienta de modelado 3D que permite crear cortes oblicuos en las aristas o vértices de un objeto. Se usa para suavizar las esquinas y dar más realismo a los modelos.

<sup>33</sup> *Procedural* es un término que se refiere a la generación de contenido 3D mediante algoritmos o reglas matemáticas. Esto permite crear escenas complejas y realistas con menos recursos y mayor flexibilidad.

<sup>34</sup> Subdividir en el mundo 3D es el proceso de aumentar el número de polígonos que forman una malla o superficie, para obtener un mayor nivel de detalle y suavidad.

*Displace*<sup>35</sup> se aplicó un mapa de ruido procedural que permitió una deformación poligonal personalizada similar a un terreno irregular.

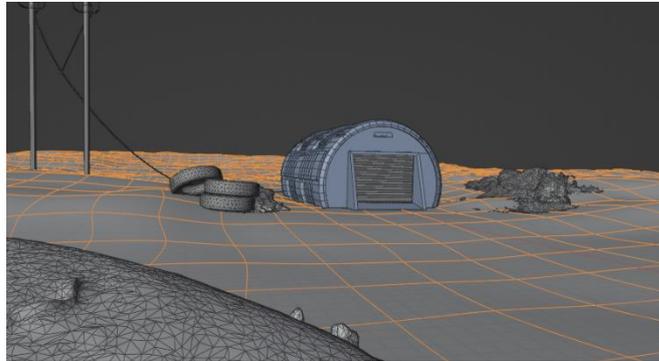


Fig 21. Deformación del terreno mediante el modificador *Displace*.



Fig 22. Mapa de textura de la mochila de *Root-04*.

Fig 23. Render de la mochila.

Con respecto al material y pintura de los objetos se utilizaron dos vías de texturizado 3D. Por un lado, para objetos sencillos y sin necesidad de mucho detalle, las herramientas procedurales de texturizado de *Blender* resultaron muy útiles para obtener resultados más rápidos. Sin embargo, para el personaje principal u objetos muy representativos o que requieren de un mayor detalle o personalización se utilizó el software *Adobe Substance Painter*, el cual dispone de muchas herramientas que facilitan la simulación de materiales deteriorados y óxido.



Fig 24. Vistas del modelado y texturizado final de *Root*.

En cuanto al apartado de *rigging*, se creó un *rig* para *Root-04*, las mochilas de operaciones, el cargador de la casa y el escaparate de mochilas de la casa. Para realizarlos se empleó el sistema de parentesco básico por huesos de *Blender*.

Finalizando con este apartado, para aumentar la densidad de objetos y credibilidad al entorno del cortometraje, se utilizaron modelados gratuitos de la librería online *Sketchfab*, libres de ser utilizados comercialmente con la debida atribución a los autores. De entre los modelados recogidos de esta web

<sup>35</sup> El modificador *Displace* de *Blender* es una herramienta que permite deformar la geometría de un objeto según un mapa de textura o una textura procedural. Esto puede crear efectos interesantes como relieve, arrugas, grietas o deformaciones.

destacan una multitud de fotogrametría 3D<sup>36</sup> de coches y chatarra de desguace. Los modelados gratuitos recopilados son los siguientes:

- "Wall of Cars (Free Raw Scan)" (<https://skfb.ly/6R6RJ>) by Renafox is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
- "Destroyed Car 07 (Raw Scan)" (<https://skfb.ly/6RVXu>) by Renafox is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
- "Abandoned 1970s Postal Truck (Free Raw Scan)" (<https://skfb.ly/6SOuF>) by Renafox is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
- Otros: Quixel Bridge Library (<https://quixel.com/bridge>)



Fig 25. Fotogrametría utilizada en *Root-04*, publicada por Renafox en *Sketchfab* (2020).

### 3.3. PRODUCCIÓN

En el apartado de producción se trasladó la Animática 2D al plano 3D empezando por la composición de los elementos necesarios en cada escena y posteriormente su animación.

#### 3.3.1. Layout

El proceso seguido para la elaboración del Layout del cortometraje se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Tomar cada una de las secuencias de la Animática 2D y juntar todos los elementos necesarios para reproducir dichas secuencias en una escena 3D.
2. Prestar especial atención a la intención narrativa de la acción, la composición artística del encuadre y la continuidad entre los planos, incluyendo la animación de la cámara si hubiese.

<sup>36</sup> La fotogrametría 3D es una técnica que permite obtener modelos tridimensionales de objetos o escenas a partir de imágenes bidimensionales.

3. Realizar una animación de transformación básica para ubicar el personaje y su desplazamiento en el espacio para reencuadrar el plano si interfiere con la visibilidad de la acción.
4. Agregar elementos de menor importancia pero que completan la escena, como suciedad, vegetación, mobiliario, etc. Este proceso se denomina *set dressing*.

### 3.3.2. Animación

El proceso de animación 3D se puede dividir en tres etapas principales: *blocking*, *spline* y *polish*. Estas etapas sirven para crear y refinar el movimiento y la expresión de los personajes y elementos de una escena de animación 3D.

#### 3.3.2.1. Blocking

El *blocking* es la primera etapa, donde se define la estructura básica de la escena. Se trata de crear un boceto en 3D con las poses y la ubicación de los personajes y elementos en el espacio. El *blocking* ayuda a establecer el ritmo, la composición, la narrativa y el estilo de la animación. En esta etapa, se utiliza una animación escalonada, es decir, sin interpolación entre las poses.

#### 3.3.2.2. Spline

El *spline* es la segunda etapa, donde se suaviza el movimiento y se añaden detalles. Se trata de convertir la animación escalonada en una animación curva, es decir, con interpolación entre las poses. El *spline* ayuda a crear un movimiento fluido, natural y dinámico. En esta etapa, se ajustan las curvas de animación, se modifican los tiempos, se agregan *breakdowns*<sup>37</sup> y se corrigen los saltos o vibraciones.

#### 3.3.2.3. Polish

El *polish* es la tercera y última etapa, donde se perfecciona el movimiento y se añaden los toques finales. Se trata de mejorar la calidad y el realismo de la animación. El *polish* ayuda a dar personalidad, emoción y expresividad a los personajes y elementos. En esta etapa, se refinan las poses, se trabajan las expresiones faciales y se revisan los detalles como el peso, el equilibrio y el contacto.

### 3.3.3. Render

El realismo es uno de los aspectos más cuidados en la estética de *Root-04*, y para conseguirlo se precisó de una gran atención al detalle elaborando materiales con propiedades fieles a la realidad e implementado abundantes *props* que enriquezcan el escenario animado, pero sin duda alguna la clave para alcanzar un nivel más elevado de render es la iluminación.

---

<sup>37</sup> Los *breakdowns* en animación 3D son los fotogramas intermedios que definen el movimiento y la forma de los personajes entre las poses clave.

En primer lugar, se incorporaron mapas HDRIs<sup>38</sup> hiperrealistas, que aparte de simular un cielo en diferentes condiciones meteorológicas también aportan luminosidad a la escena, la denominada luz atmosférica, la cual determinará el color de las sombras.



Fig 26. Comparativa de luz atmosférica aislada, y luz direccional añadida.

En segundo lugar, se añadió la luz principal de la escena, en el plano del ejemplo se trata de una iluminación direccional, pero también se puede sustituir o complementar por luces de área que, a pesar de no ser tan fieles a las físicas reales producen sombras más suaves y controlables. En Root-04 se emplearon luces de área para planos cercanos con el objetivo de enfatizar la acción del personaje o en planos detalle.

Por último, debido a que gran parte de los HDRIs utilizados muestran un gran contraste de nubes, el cielo no termina de casar con la luz direccional, ya que es una fuente lumínica homogénea. Para solucionar esto, en el render final se utilizó un cuadrilátero fuera de cámara con una textura procedural de ruido en el canal *alpha*<sup>39</sup> de manera que interfiriese entre la luz y la escena, simulando un gradiente de sombras propio de días nublados.



Fig 27. Imágenes del proceso de simulación de sombras de nubes.

Una vez pulida la estética final de la escena se requirió de un paso extra para optimizar el tiempo de renderizado sin comprometer la calidad final de las secuencias de imágenes. En este sentido resultó crucial reducir el número

<sup>38</sup> Los HDRIs son imágenes de alto rango dinámico que capturan la iluminación y el color de una escena real. Se pueden usar como fondos o fuentes de luz en programas de renderizado 3D para crear escenas más realistas y detalladas.

<sup>39</sup> El canal *alpha* es un canal adicional en una imagen que define el grado de transparencia de cada píxel.

de rebotes de luz<sup>40</sup> que el software de renderizado sigue para procesar la escena. A base de prueba y error detecté que por lo general no es necesario subir de 3 ó 4 como número total de rebotes. Otro parámetro fundamental es el número de *samples*<sup>41</sup>, siendo óptimo un rango entre 70 y 150, optando por cifras más altas si la escena es más oscura. Y por último, para que un renderizado de un número tan bajo de render samples no tenga un exceso de ruido resulta imprescindible activar los reductores de ruido integrados en el propio programa de *Blender*, optando por la opción *OpenImageDenoiser*<sup>42</sup> por tener una tecnología más precisa, resultando en una imagen bien definida.

La comparativa de tiempo del render optimizado fue de un 32% más rápido que los parámetros por defecto (de 5'32" a 3'45" en el render mostrado). A modo de ejemplo, la escena de la imagen anterior tiene un total de 255 fotogramas. Sin optimizar, se estima un renderizado de 20h 45min, mientras que con la optimización se invirtieron solo 14h, una diferencia de 6h 45min en tan solo una escena. Se estima que para un cortometraje de 12min con escenas similares se podrían reducir unas 500h de tiempo de renderizado aproximadamente. Las especificaciones técnicas de mi ordenador, con el cual se han realizado estas pruebas, son las siguientes:

- GPU: NVIDIA GTX 1650
- CPU: Intel® Core™ i7-9750H

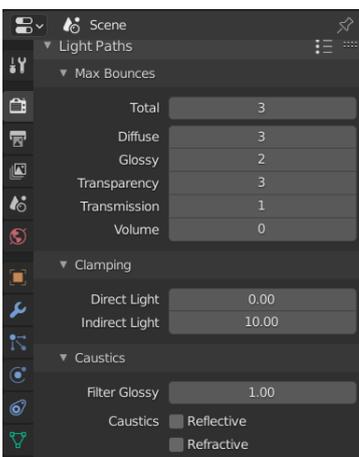


Fig 28. Configuración del apartado *Light Bounces*.

### 3.4. POSTPRODUCCIÓN

La postproducción es una fase fundamental en cualquier proyecto de animación 3D, ya que es donde se le dan los toques finales al producto audiovisual y se precisa el ritmo que llevará el filme. Para *Root-04* se realizaron tres procesos principales: el montaje y corrección de color, los efectos visuales (VFX) y el diseño de sonido.

#### 3.4.1. Montaje y corrección de color

El proceso de montaje y etalonaje se realizó con el software de edición de video *Adobe Premiere Pro*, se comenzó por colocar los planos renderizados en la línea del tiempo siguiendo la guía que realizamos previamente con la Animática 2D. Sin embargo, se tuvo que ralentizar el ritmo general de corte debido a que la narrativa necesitaba de una cadencia menor para que el espectador pudiera procesar la historia y no dar paso a la confusión.

<sup>40</sup> Los Light Bounces son el número de veces que la luz rebota en las superficies de los objetos en una escena de Blender. Este parámetro afecta a la iluminación global y al realismo de la imagen renderizada. Cuanto mayor sea el número de Light Bounces, más detallada y precisa será la iluminación, pero también más lenta y costosa en términos de recursos.

<sup>41</sup> Los render *samples* son el número de veces que cada píxel de la imagen es calculado por el motor de renderizado. A mayor número de *samples*, mayor calidad y detalle de la imagen, pero también mayor tiempo de renderizado.

<sup>42</sup> El *OpenImageDenoiser* es una biblioteca de software integrada en Blender que permite reducir el ruido en las imágenes generadas por el renderizado de escenas 3D.

Con respecto a la corrección de color, se intentaron aproximar lo mayor posible los fotogramas finales a la referencia del *color-script*, habiéndose utilizado como base un ajuste de curvas para ajustar la luminosidad de la imagen, así como para comenzar a brindar la paleta cromática deseada. Además, como soporte principal de etalonaje<sup>43</sup> se manipuló el apartado Color de Lumetri<sup>44</sup> de *Premiere Pro*, con el cual se dieron los toques finales mediante los deslizadores de temperatura, matiz de sombra e iluminación, hasta conseguir el estilo adecuado.

### 3.4.2. VFX

Los efectos visuales de esta producción se reducen casi exclusivamente a la interfaz de usuario que vemos de Root en planos subjetivos, mediante la cual el espectador visualiza cómo el robot ve personalmente el entorno y obtiene información sobre los niveles de radiactividad y sus niveles de energía. Para ello se crearon los elementos visuales de la interfaz con *Adobe Ilustrado*, para posteriormente ser animados e integrados en el cortometraje mediante *Adobe After Effects*.



Fig 29. Diseño de la interfaz y metraje donde se va a aplicar.

En primer lugar, para conseguir un efecto personalizado de visión térmica se tuvo que realizar una máscara de rotoscopia que separase el objetivo radiactivo del fondo, de esta manera este se pudo destacar sobre los demás elementos. La herramienta *Colorama* se utilizó para reemplazar el espectro de color de la imagen original por un degradado personalizado. Y para integrar la interfaz con el metraje se utilizaron principalmente los efectos de *resplandor* para agregar un halo alrededor de la interfaz, además de *desenfoque de canal* y *distorsión de lente* para imitar el aspecto de una pantalla real. Por último, los elementos de la interfaz están superpuestos a la escena mediante el modo de fusión *Sobreexposición lineal*.

<sup>43</sup> El etalonaje es una técnica que consiste en modificar los colores y la temperatura de una imagen o un video para crear un ambiente adecuado según la narrativa o el mensaje que se quiere transmitir.

<sup>44</sup> Lumetri es una herramienta de corrección de color integrada en *Premiere Pro*. Permite ajustar el brillo, el contraste, la saturación, la temperatura y otros parámetros de la imagen de forma rápida y sencilla.

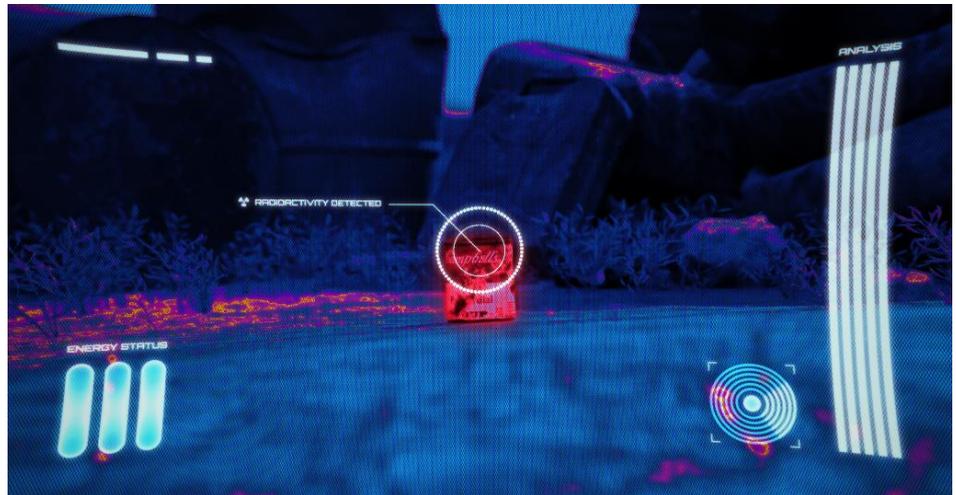


Fig 30. VFX finales aplicados en el cortometraje.

### 3.4.3. Diseño de sonido

Los materiales utilizados para llevar a cabo el diseño de sonido de Root-04 son grabaciones propias (*falle*), y efectos de sonido de la librería online *SoundSnap*. Estos materiales se ajustaron y pulieron, así como también se utilizaron en conjunción con otros para crear sonidos nuevos a través del programa *Adobe Audition*. La ecualización<sup>45</sup>, la reverberación<sup>46</sup> y el efecto *Doppler*<sup>47</sup> son algunas de las técnicas que fueron muy útiles para la integración de sonidos en el cortometraje.

## 3.5. RESULTADOS

Como resultado del proyecto se consiguieron 3' 50" de cortometraje finalizado, con un total de 5.520 fotogramas renderizados, además de añadir postproducción y diseño de sonido. El resultado puede visualizarse en el anexo V (8.5), así como también un video que detalla el proceso de desarrollo completo de una escena en el anexo IV (8.4).

## 4. PRESUPUESTO

Para estimar el coste del proyecto se tuvo en cuenta el tiempo, la mano de obra y los materiales necesarios para desarrollar cada una de las fases del

<sup>45</sup> La ecualización consiste en modificar el nivel de las distintas frecuencias de un sonido para adaptarlo al contexto o al medio de reproducción y sirve para simular la lejanía o la oclusión, como por ejemplo un equipo de música que se emite en la habitación de al lado.

<sup>46</sup> La reverberación es el efecto de que un sonido se refleje múltiples veces en las superficies de un espacio, creando una sensación de amplitud y profundidad.

<sup>47</sup> El efecto *Doppler* es el cambio de frecuencia que experimenta un sonido cuando la fuente o el receptor se mueven respecto al medio, como el sonido de una sirena que se acerca o se aleja, llegando a alterar la altura y el tono del sonido.

proceso. El sueldo promedio de artista 3D se utilizó para realizar la estimación acorde al mercado laboral actual<sup>48</sup>. Asimismo, he considerado los gastos derivados del uso de software y otros recursos en el apartado de gastos personales, en los cuales no se incluye el hardware como tableta gráfica u ordenador, considerados como gastos amortizados.

- Desarrollo (70h)
- Preproducción (100h)
- Producción (150h)
- Postproducción (20h)

Esta cantidad de horas equivale aproximadamente a 2 meses de trabajo, divididas en 8 horas diarias, 5 días a la semana, sin contar tiempos de renderizado.

Sueldo Junior 3D Artist	10€/h
Total de horas invertidas	340h
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>3.400,00€</b>

<b>GASTOS PERSONALES</b>	
Blender 3D	Gratuito
Adobe Creative Cloud	62,99€/mes
Adobe Substance Painter	19,35€/mes
Suscripción SoundSnap (SFX)	30€/mes
Cuota de Autónomos	80€/mes
<b>PRECIO MATERIAL</b>	<b>384,68€</b>

## 5. CONCLUSIONES

Para comenzar con las conclusiones, me gustaría empezar recalcando mi aportación a los ODS con este proyecto. *Root-04* tiene un fuerte interés de aprovechar el potencial de las producciones animadas hacia el público familiar, intentando brindar una educación de calidad basada en los valores que el cortometraje pretende transmitir. Asimismo, otro objetivo de desarrollo sostenible latente en casi cualquier fotograma del metraje es la crítica indirecta a la acción por el clima, puesto que el cortometraje plantea una civilización en peligro por una plaga de radiactividad que nace de lugares infestados de desechos, lanzando el importante mensaje de cuidar el planeta para cuidar a la humanidad.

<sup>48</sup> Consultado en la página de rangos de salario de la escuela de animación Animum: <https://www.animum3d.com/blog/cuanto-cobra-un-animador-3d/>

El objetivo general del proyecto es abordar algunas fases del proceso de creación de un cortometraje de animación 3D. Si bien es cierto que los resultados solo abarcan una porción del total del cortometraje, considero que este objetivo ha sido cumplido, dado que la producción final de este TFG ha atravesado todas las fases de la metodología estándar.

El primero de los objetivos específicos es finalizar un guion completo con una trama atractiva, y, pese a que esta meta es un tanto subjetiva de medir, en la elaboración del guion se ha tenido muy presente la estructura circular de Dan Harmon, así como también recursos como los *set-up* y los *pay-off*, los cuales son herramientas de guionismo dedicadas a enriquecer una historia y hacerla más funcional y atractiva.

Por otro lado, los objetivos específicos de realizar la preproducción, producción y postproducción del proyecto han quedado segmentados a una porción inicial de la trama. No obstante, este recorte está planificado y justificado por la limitación de los ECTS asignados a este TFG.

Otro de los objetivos específicos consiste en recuperar algunas de las escenas creadas para el cortometraje, con la intención de crear un portfolio de animación 3D y poder obtener oportunidades laborales. Asimismo, durante el proceso de creación de este TFG se creó una Demo Reel<sup>49</sup> de animación que me permitió comenzar a trabajar en Keytoon Animation S.L.<sup>50</sup> como Junior Animator<sup>51</sup> el 19 de junio de 2023. Este factor puede ser exponente positivo de la calidad del resultado final del proyecto.

Finalmente, a modo de valoración personal, considero que este proyecto es excesivamente ambicioso para ser realizado por una única persona, y que podría haber sido mejor opción repartir el proceso con un equipo de varios miembros, o bien crear una historia mucho más compacta, ya que finalizar una obra de estas características supone una previsión muy prolongada, exigente y poco sostenible para un único miembro. Sin embargo, estoy muy orgulloso de los resultados, ya que considero que la animación y renderizado son de buen nivel, y que consiguen comunicar correctamente la trama de *Root-04*.

---

<sup>49</sup> Una Demo Reel de animación es un video corto que muestra los mejores trabajos de un animador. Su objetivo es demostrar las habilidades, el estilo y la creatividad del animador a posibles clientes o empresas.

<sup>50</sup> Estudio de animación fundado en Valencia, España, en el año 2004, especializado en películas y series de animación 3D

<sup>51</sup> Los Junior Animator son profesionales de la animación de primer nivel, generalmente con menos de 2 años de experiencia.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Libros y trabajos académicos

Martela, F., & Ryan, R. M. (2016). The benefits of benevolence: Basic psychological needs, beneficence, and the enhancement of well-being. *Journal of Personality*, 84(6), 750–764. Recuperado el 22 de diciembre del 2022 de: <https://doi.org/10.1111/jopy.12215>

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396. Recuperado el 5 de enero del 2023 de: <https://doi.org/10.1037/h0054346>

Meneu, J. I. M. O., & Sarrat, S. Á. (2014). *Planificación y procesos de producción para un cortometraje de animación 3D*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA FACULTAT DE BELLES ARTS. Recuperado el 3 de febrero del 2023 de: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/35392/TFM\\_IgnacioMeneu.pdf?sequence=1&isAllowed=y/](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/35392/TFM_IgnacioMeneu.pdf?sequence=1&isAllowed=y/)

Miller, C. H. (2019). *Digital Storytelling. A creator's guide to interactive entertainment*. (4th ed.).

### Webgrafía

Animum. (2022). *Cuánto cobra un animador 3D ¿qué rangos de precio hay?* 24 Marzo. Recuperado el 7 de junio del 2023 de: <https://www.animum3d.com/blog/cuanto-cobra-un-animador-3d/>

Harmon, D. (2014). *Story Structure 101: Super Basic Shit | Channel 101 Wiki | Fandom*. Recuperado el 20 de enero del 2023 de: [https://channel101.fandom.com/wiki/Story\\_Structure\\_101:\\_Super\\_Basic\\_Shit](https://channel101.fandom.com/wiki/Story_Structure_101:_Super_Basic_Shit)

Llamas, F. (2020). *Animación: ¿Sólo es para niños? - Fuera de Foco*. 30 Abril. Recuperado el 20 de febrero del 2023 de: <https://fueradefoco.com.mx/noticias/animacion-analisis-ninos/>

StudioBinder. (2020, August). *How the Dan Harmon Story Circle Can Make Your Story Better*. Recuperado el 19 de enero del 2023 de: <https://www.studiobinder.com/blog/dan-harmon-story-circle/>

### Contenido audiovisual

*Borrowed Time(2015) | Bluray | 1080p | Filam Analysis - YouTube*. (n.d.). Recuperado el 22 de mayo de:

[https://www.youtube.com/watch?v=rpEcQ9t6nYY&t=242s&ab\\_channel=FilamAnalysis](https://www.youtube.com/watch?v=rpEcQ9t6nYY&t=242s&ab_channel=FilamAnalysis)

*Corto Animado CGI 3D: "BIG BOOM" -por Brian Watson - YouTube.* (n.d.). Recuperado el 22 de mayo de: [https://www.youtube.com/watch?v=rDYo4Acsu94&ab\\_channel=TheCGBros](https://www.youtube.com/watch?v=rDYo4Acsu94&ab_channel=TheCGBros)

*Dan Harmon's Story Circle | Rick and Morty | adult swim - YouTube.* (n.d.). Recuperado el 21 de mayo de: [https://www.youtube.com/watch?v=RG4WcrAgm7Y&ab\\_channel=AdultSwim](https://www.youtube.com/watch?v=RG4WcrAgm7Y&ab_channel=AdultSwim)

DiscussingFilm. (2022). *Guillermo del Toro talks about finally getting to release 'PINOCCHIO' in our exclusive red carpet interview.* Recuperado el 5 de febrero del 2023 de: <https://twitter.com/DiscussingFilm/status/1582517806519631874>

*Smash and Grab | Pixar SparkShorts - YouTube.* (n.d.). Recuperado el 22 de mayo de: [https://www.youtube.com/watch?v=A4-G7YpSfb4&ab\\_channel=Pixar](https://www.youtube.com/watch?v=A4-G7YpSfb4&ab_channel=Pixar)

## 7. ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig 1. Cronograma del proyecto.</i>	8
<i>Fig 2. Ejemplo de Syncro-Vox de la serie Clutch Cargo.</i>	8
<i>Fig 3. Fotograma del cortometraje Big Boom.</i>	15
<i>Fig 4. Fotograma del cortometraje Borrowed Time.</i>	15
<i>Fig 5. Fotogramas del cortometraje Smash &amp; Grab.</i>	16
<i>Fig 6. Fotograma del cortometraje Burn·E.</i>	16
<i>Fig 7. Concept art primitivo de Root-04.</i>	16
<i>Fig 8. Concept art de Root y su mochila.</i>	17
<i>Fig 9. Concept art del exterior de la casa.</i>	17
<i>Fig 10. Concept art del interior de la casa.</i>	18
<i>Fig 11. Diseño de la portada de revista "The City".</i>	18
<i>Fig 12. Tipografía elegida para el cortometraje.</i>	18
<i>Fig 13. Página número 8 del storyboard de Root-04.</i>	19
<i>Fig 14. Imágenes de la Animática 2D de Root-04.</i>	20
<i>Fig 15. Color-script de un fragmento de Root-04.</i>	21
<i>Fig 16. Vista <math>\frac{3}{4}</math> Frontal de Root.</i>	22
<i>Fig 17. Vista <math>\frac{3}{4}</math> Posterior de Root.</i>	22
<i>Fig 18. Extensor del brazo de Root deformado por una curva Bézier.</i>	22
<i>Fig 19. Cadena oruga sin y con el modificador curve.</i>	23
<i>Fig 20. Modelado de la casa de Root-04.</i>	23
<i>Fig 21. Deformación del terreno mediante el modificador Displace.</i>	24
<i>Fig 22. Mapa de textura de la mochila de Root-04.</i>	24
<i>Fig 23. Render de la mochila.</i>	24
<i>Fig 24. Vistas del modelado y texturizado final de Root.</i>	24
<i>Fig 25. Fotogrametría utilizada en Root-04, publicada por Renafox en Sketchfab (2020).</i>	25
<i>Fig 26. Comparativa de luz atmosférica aislada, y luz direccional añadida.</i>	27
<i>Fig 27. Imágenes del proceso de simulación de sombras de nubes.</i>	27
<i>Fig 28. Configuración del apartado Light Bounces.</i>	28
<i>Fig 29. Diseño de la interfaz y metraje donde se va a aplicar.</i>	29
<i>Fig 30. VFX finales aplicados en el cortometraje.</i>	30

## 8. OBJETIVOS ODS

Objetivos de desarrollo sostenible	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.	X			
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.	X			
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

El ODS que se manifiesta principalmente en mi proyecto es el n.º 13, acción por el clima, dado que, a pesar de que la trama del cortometraje *Root-04* se enfoque en la búsqueda de la autonomía y la comprensión del sentido del deber, el cortometraje se ambienta en un futuro no muy lejano en el que la humanidad empieza a entrar en crisis por una incipiente plaga de radiactividad que se expone principalmente en localizaciones infestadas de desechos, y es a través de los fondos, *props*, e incluso mediante alguna escena cómica, que se establece una crítica indirecta muy evidente a la importancia de cuidar el planeta, para cuidar así también del futuro de la humanidad.

Otro ODS para relacionar con el proyecto se trata de la educación de calidad (n.º 4). Las producciones animadas tienen un potencial muy grande para ser exponente de enseñanzas y lecciones morales por ser la elección familiar por excelencia en cines. En *Root-04*, se pretende poner en valor la elección de establecer propósitos que trasciendan más allá de los intereses individuales y que enriquezcan a la comunidad para contribuir al bienestar propio y la autorrealización, de manera que tanto adultos como niños puedan reflexionar y aprender de la enternecedora historia del robot *Root*.

## 9. ANEXOS

### 9.1. ANEXO I - GUIÓN LITERARIO

[GUIONROOT04.PDF](#)

### 9.2. ANEXO II – STORYBOARD

[STORYBOARDROOT04.PDF](#)

### 9.3. ANEXO III - ANIMÁTICA 2D

[ANIMATICA2D\\_ROOT-04.MP4](#)

### 9.4. ANEXO IV - PROCESO ANIMACIÓN-MONTAJE

[PROCESOESCENA\\_ROOT04.MP4](#)

### 9.5. ANEXO V – PRODUCCIÓN FINAL

[PRODUCCIONFINALTFG\\_ROOT-04.MP4](#)