



**Universidad  
Europea**

**UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO**

**GRADO EN ANIMACIÓN 3D**

**PROYECTO FIN DE GRADO**

**EVOLUCIÓN DEL “RIGGING” EN ANIMACIÓN 3D:  
DE TÍTERES A “RAGDOLLS”**

**MARTA MURILLO ROMERO**

**Dirigido por**

**ARACELI PINEDA IZQUIERDO**

**CURSO 2023-2024**

## PERMISO DE DIVULGACIÓN

D / D<sup>a</sup> [Rellenar] \_\_\_\_\_, con el  
expediente número \_\_\_\_\_, estudiante de \_\_\_\_\_ curso del Grado/Máster/CFGS de

**Permite la divulgación SI NO**

**En caso de respuesta afirmativa PERMITE**

Que el trabajo de su autoría titulado

\_\_\_\_\_ pueda ser exhibido en los soportes y canales (radio, televisión, Internet, prensa y demás) que la Universidad Europea de Madrid estime necesario para la promoción profesional de sus exalumnos siempre que se cite su autoría. También permite difundir el citado proyecto a través del Repositorio de Trabajos Fin de Estudios TITULA\*.

Fecha y firma del autor:



### **\*Información para los autores**

La finalidad principal del Repositorio TITULA de la Universidad Europea de Madrid, es recopilar y dar mayor visibilidad a los Trabajos Fin de Estudios.

En los trabajos realizados en grupo, es obligatorio que cada autor cumplimente de forma individual un permiso de divulgación.

Todas las citas de otras obras que contiene el trabajo están reseñadas adecuadamente tal y como se dispone en el artículo 32 de la Ley de Propiedad Intelectual.

El autor preserva los derechos de explotación y de uso, pudiendo publicar su trabajo en otros soportes, revistas, editoriales, etc. Los proyectos incluidos en el Repositorio dispondrán de licencias Creative Commons del tipo “Reconocimiento -no comercial - sin obra derivada” de modo que los usuarios tendrán que citar y reconocer los créditos de los trabajos, no se podrán utilizar para fines comerciales y no se podrán alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de los mismos.

Solo se mostrarán en acceso abierto aquellos trabajos que tengan el permiso de divulgación del autor y cumplan con los criterios de calidad marcados por la Universidad.

Acepto que mis datos sean tratados conforme a la Política de privacidad y protección de datos de la Universidad Europea (disponible en: <https://universidadeuropea.es/politica-de-privacidad>).

**TÍTULO:** EVOLUCIÓN DEL “RIGGING” EN ANIMACIÓN 3D: DE TÍTERES A “RAGDOLLS”

**AUTOR:** MARTA MURILLO ROMERO

**TITULACIÓN:** GRADO EN ANIMACIÓN 3D

**DIRECTOR/ES DEL PROYECTO:** ARACELI PINEDA IZQUIERDO

**FECHA:** JUNIO de 2024

## RESUMEN

La evolución tecnológica en el campo de la animación ha dado lugar a conceptos innovadores que han redefinido los estándares creativos y narrativos de la industria. Entre estos avances, destacan los *rigs* y los *ragdolls*, elementos fundamentales en la manipulación y movimiento de personajes en entornos tridimensionales. Los *rigs* constituyen estructuras esqueléticas virtuales que permiten la manipulación y deformación del modelo tridimensional, mientras que los *ragdolls* simulan el comportamiento físico de personajes y objetos frente a fuerzas externas. La incorporación de *ragdolls* en la animación contemporánea ha contribuido significativamente a mejorar la credibilidad visual y la interactividad en las producciones animadas.

Es por esto por lo que el proyecto propone fusionar la utilidad de un *rig* convencional con las ventajas físicas de un *ragdoll*, mediante su implementación práctica en una expresión artística más amplia que la creación de un cuerpo dinámico: la creación de un títere o marioneta manipulada mediante hilos. De esta manera, se desarrollará un *ragdoll*, además de la creación de un sistema tridimensional de cuerdas que simule las dinámicas de un títere. Para alcanzar esta meta, se explorarán distintos aspectos fundamentales que enriquecerán nuestra comprensión del tema.

En primer lugar, se llevará a cabo una investigación exhaustiva sobre el origen y la evolución de las marionetas a lo largo de la historia, con un enfoque especial en su aplicación en el *stop motion*. Se analizarán técnicas específicas utilizadas en la animación con marionetas, resaltando ejemplos emblemáticos de la industria cinematográfica. Posteriormente, se explorará la transición de las marionetas al entorno 3D mediante los *ragdolls*, abordando su funcionalidad, desafíos y avances tecnológicos en la animación. Además, se explorará la relación de las marionetas con la narrativa visual, examinando cómo han enriquecido las historias contadas en la animación, resaltando su influencia en la narrativa.

El proceso práctico, parte de una investigación histórica y teórica, estableciendo así una base sólida para el desarrollo del cortometraje que presentará el *rig* dinámico. Este enfoque asegura la coherencia entre la comprensión teórica y su aplicación en el campo de la animación 3D. Esta fase del proyecto abarcará la creación del guion y el diseño detallado del personaje en 3D, utilizando los conocimientos adquiridos durante la investigación. La implementación del *rig* dinámico será de vital importancia, ya que se aplicarán principios físicos para lograr movimientos fluidos y realistas. Finalmente, se procederá a animar y renderizar al personaje, capturando de manera efectiva las expresiones y movimientos del títere *riggeado* dinámicamente.

Estas acciones se llevarán a cabo a través de una metodología que incluye revisión histórica, análisis detallado de casos, comparativas técnicas y la obtención de opiniones de expertos en el campo del *rigging* y la animación.

**Palabras clave:** *Rig*

*Ragdoll*

*Stop motion*

*Rigging*

## ABSTRACT

Technological evolution in the field of animation has given rise to innovative concepts that have redefined the industry's creative and narrative standards. Among these advances are rigs and ragdolls, fundamental elements in the manipulation and movement of characters in three-dimensional environments. Rigs are virtual skeletal structures that allow the manipulation and deformation of the 3D model, while ragdolls simulate the physical behaviour of characters and objects in response to external forces. The incorporation of ragdolls in contemporary animation has contributed significantly to improving visual credibility and interactivity in animated productions.

This is why the project proposes to merge the utility of a conventional rig with the physical advantages of a ragdoll, through its practical implementation in a broader artistic expression than the creation of a dynamic body: the creation of a puppet or marionette manipulated by means of strings. In this way, a ragdoll will be developed, as well as the creation of a three-dimensional string system that simulates the dynamics of a puppet. In order to achieve this goal, different fundamental aspects will be explored that will enrich our understanding of the subject.

Firstly, a thorough investigation of the origin and evolution of puppetry throughout history will be carried out, with a special focus on its application in stop motion. Specific techniques used in puppet animation will be analysed, highlighting emblematic examples from the film industry. Subsequently, the transition from puppetry to the 3D environment will be explored through ragdolls, addressing their functionality, challenges and technological advances in animation. In addition, the relationship of puppets to visual storytelling will be explored, examining how they have enriched the stories told in animation, highlighting their influence on narrative.

The practical process, starting from historical and theoretical research, establishes a solid basis for the development of the short film that will present the dynamic rig. This approach ensures consistency between theoretical understanding and its application in the field of 3D animation. This phase of the project will encompass the creation of the script and the detailed 3D character design, using the knowledge gained during the research. The implementation of the dynamic rig will be of vital importance, as physical principles will be applied to achieve fluid and realistic movements. Finally, the character will be animated and rendered, effectively capturing the expressions and movements of the dynamically rigged puppet.

These actions will be carried out through a methodology that includes historical review, detailed analysis of cases, technical comparisons and obtaining opinions from experts in the field of rigging and animation.

**Keywords:** *Rig*

*Ragdoll*

*Stop motion*

*Rigging*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, cuyo constante apoyo ha sido fundamental en mi trayectoria académica. Gracias por brindarme la oportunidad de perseguir mis sueños y estudiar esta carrera. Su amor incondicional y respaldo han sido mi mayor motivación.

Agradezco sinceramente a Edy, mi compañero de trabajo y amigo, por su invaluable *feedback* y apoyo moral durante todo el proceso de este proyecto. Su perspectiva y ánimo han sido fundamentales para superar desafíos y alcanzar nuevas metas.

Quiero reconocer especialmente a Araceli, mi tutora del TFG, por su dedicación y compromiso. Siempre dispuesta a ayudarme con una sonrisa, ha sido un pilar fundamental en la realización de este trabajo. Su guía y esfuerzo han contribuido significativamente a la calidad y éxito de este proyecto.

A todos los mencionados, gracias por ser parte de este viaje y por ayudarme a alcanzar mis objetivos.

## TABLA RESUMEN

	<b>DATOS</b>
<b>Nombre y apellidos:</b>	Marta Murillo Romero
<b>Título del proyecto:</b>	Evolución del “rigging” en animación 3D: De títeres a “ragdolls”
<b>Directores del proyecto:</b>	Araceli Pineda Izquierdo
<b>El proyecto se ha realizado en colaboración de una empresa o a petición de una empresa:</b>	NO
<b>El proyecto ha implementado un producto:</b> (esta entrada se puede marcar junto a la siguiente)	SI
<b>El proyecto ha consistido en el desarrollo de una investigación o innovación:</b> (esta entrada se puede marcar junto a la anterior)	SI
<b>Objetivo general del proyecto:</b>	Desarrollar un <i>rig</i> dinámico inspirado en un títere de hilos para su implementación en un cortometraje, explorando su evolución histórica y aplicaciones contemporáneas.

# Índice

RESUMEN .....	3
ABSTRACT.....	4
TABLA RESUMEN .....	6
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 Contexto y justificación .....	11
1.2 Planteamiento del problema .....	12
1.3 Objetivos del proyecto .....	13
1.3.1 Objetivo general .....	13
1.3.2 Objetivos específicos .....	13
1.3.3 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) .....	15
Capítulo 2. ANTECEDENTES .....	16
2.1 Contexto .....	16
2.1.1 Origen e historia de las marionetas .....	16
2.1.2 Evolución histórica de las marionetas en animación: <i>Stop motion</i> .....	17
2.1.3 Transición de las marionetas al entorno 3D .....	20
2.1.4 Historia y desarrollo de los <i>ragdolls</i> .....	22
2.1.5 Funcionalidad y desafío de los <i>ragdolls</i> .....	24
2.1.6 Impacto de los <i>ragdolls</i> en la Narrativa Visual .....	26
2.2 <i>Ragdolls</i> en videojuegos y animación .....	27
2.2.1 Uso de los <i>ragdolls</i> en videojuegos .....	27
2.2.2 Uso de los <i>ragdolls</i> en cine .....	29
2.2.3 Exploración de diferencias y análisis en la industria .....	29
2.3 Referentes.....	30
2.3.1 Expertos referentes .....	30
2.3.2 Trabajos y herramientas referentes.....	32
Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	34
3.1 Planificación del proyecto .....	34
3.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas .....	35
3.2.1 Desarrollo del proyecto .....	36

3.2.2	Solución propuesta .....	44
3.2.3	Análisis de planos usados en <i>stop motion</i> .....	47
3.2.4	Análisis de planos que implican cambios de escenario .....	49
3.2.5	Herramientas empleadas.....	51
3.3	Recursos requeridos .....	52
3.4	Viabilidad e implementación.....	52
3.4.1	Análisis de Viabilidad Económica .....	52
3.4.2	Análisis de Sostenibilidad a Futuro .....	54
3.5	Resultados del proyecto y análisis .....	54
3.5.1	Resultados del proyecto .....	54
3.5.2	Cambios durante el proyecto.....	55
Capítulo 4.	CONCLUSIONES .....	57
4.1	Conclusiones del trabajo .....	57
4.2	Conclusiones personales.....	58
Capítulo 5.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.....	60
Capítulo 6.	REFERENCIAS.....	61
6.1	Referencias bibliográficas: libros y artículos de investigación.....	61
6.2	Otras fuentes (congresos, conferencias, web, vídeos...) .....	62
Capítulo 7.	ANEXOS .....	64
7.1	Anexo I: Guion.....	64
7.2	Anexo II: Storyboard .....	68
7.3	Anexo III: Tabla de recursos descargados .....	69

## Índice de Figuras

Ilustración 1 Imagen sacada de "Le théâtre de Bob" (1906). .....	33
Ilustración 2 Planificación del proyecto.....	34
Ilustración 3 Proporciones del personaje realizado con Design Doll. ....	36
Ilustración 4 Pose del personaje realizado con Design Doll.....	36
Ilustración 5 Referencias de la marioneta. ....	37
Ilustración 6 Referencias de la chica. ....	37
Ilustración 7 Variaciones del tutú. ....	38
Ilustración 8 Pruebas de color. ....	38
Ilustración 9 Modelado del teatro de marionetas.....	39
Ilustración 10 Modelado del auditorio. ....	39
Ilustración 11 Modelado gramófono.....	39
Ilustración 12 Modelado y topología de la chica (izq) y la marioneta (der).....	40
Ilustración 13 Rig de la chica usando deformaciones bendy limb y twist. ....	41
Ilustración 14 Editor de nodos del sistema NCloth (izquierda) y NHair (derecha).....	41
Ilustración 15 Proceso de limpieza del mocap. ....	42
Ilustración 16 Ragdoll de marioneta. Piezas grises animadas y de colores simuladas.....	43
Ilustración 17 Comparativa de fotogramas sin y con primera corrección. ....	43
Ilustración 18 Captura del audio del proyecto. ....	44
Ilustración 19 Uniones del control de la marioneta. ....	45
Ilustración 20 Rig marioneta sin control.....	45
Ilustración 21 Rig de la marioneta y del control con ragdoll activo. ....	46
Ilustración 22 Nodos de activación y desactivación del ragdoll.....	47
Ilustración 23 Imagen sacada de "The cameraman's revenge" (1912).....	48
Ilustración 24 Imágenes sacadas de "The Mascot" (1934) .....	48
Ilustración 25 Imagen sacada de "Behind-the-scenes of stop motion in Guillermo del Toro's Pinocchio" .....	49
Ilustración 26 Imagen con efectos de distorsión sacada de la película "Origen" .....	50
Ilustración 27 Imágenes del travelling circular sacadas de "Ciudad de dios". ....	51

---

## Índice de Tablas

Tabla 1 Tabla de costos. ....	53
Tabla 2 Tabla de posibles ingresos. ....	53

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de fin de grado se centra en la creación de un *rig* dinámico inspirado en un títere de hilos, con el objetivo de aportar una nueva perspectiva al *rigging* en el campo de la animación. A través de un análisis detallado de la evolución histórica de las marionetas, desde sus orígenes hasta su adaptación en entornos digitales, se busca comprender cómo estas formas de animación han evolucionado a lo largo del tiempo. Se explorarán los procesos artesanales de creación de títeres como punto de referencia para desarrollar un personaje que refleje la evolución de los *ragdolls* en la industria 3D. Este proyecto aspira a ampliar las posibilidades creativas en el ámbito de la animación y culminar en la producción de un cortometraje que capture de manera efectiva las expresiones y movimientos del títere *riggeado* dinámicamente.

### 1.1 Contexto y justificación

La idea de este proyecto surge de la observación de las diferencias entre los pipelines de producción utilizados en la industria de los videojuegos y animación. Se destaca una clara disparidad en el uso de *plugins* y herramientas específicas en la industria de la animación, en comparación con la naturaleza más generalizada de las herramientas empleadas en la creación de videojuegos. Este contraste motiva el objetivo del proyecto, que consiste en profundizar en la utilización de un plugin adaptable para ambos sectores, explorando su aplicación en contextos diferentes al que fue originalmente diseñado.

Por este motivo, el proyecto se fundamenta en la exploración y aplicación práctica del *rigging* dinámico completo en forma de títere, abordando su evolución histórica desde las marionetas tradicionales hasta los modernos *ragdolls*, y su influencia en la animación contemporánea. Su relevancia radica en la necesidad de comprender cómo las técnicas de animación han evolucionado a lo largo del tiempo, desde las formas más rudimentarias de manipulación de marionetas hasta las complejas simulaciones físicas en entornos digitales tridimensionales.

El contexto del proyecto se sitúa en un escenario donde la animación, tanto en el cine como en los videojuegos, ha experimentado una transformación significativa con la llegada de la tecnología digital. Esta transformación ha abierto nuevas posibilidades creativas y ha llevado a una búsqueda constante de realismo y expresividad en las animaciones. En este contexto, el *rigging* dinámico emerge como una herramienta crucial para lograr movimientos orgánicos y realistas en personajes virtuales.

La investigación se enfoca en dos aspectos principales: la evolución histórica de las marionetas y el desarrollo de los *ragdolls*. Se realiza un análisis del origen de las marionetas, remontándose a sus raíces en diversas culturas y civilizaciones antiguas, para luego explorar su evolución a través de la historia, desde las marionetas de hilos hasta las marionetas articuladas controladas por varillas y, finalmente, su adaptación al mundo digital. Este análisis histórico proporciona una comprensión profunda de cómo las técnicas de manipulación de marionetas han influido en la narrativa visual y en la expresión artística a lo largo del tiempo.

La transición de las marionetas tradicionales al entorno digital se aborda mediante el estudio de los *ragdolls*, simulaciones físicas utilizadas en la animación 3D para generar movimientos realistas y naturales en los personajes virtuales. Se examinan sus funcionalidades, desafíos técnicos y avances tecnológicos, destacando cómo han revolucionado la animación al permitir la creación de personajes que se comportan de manera más auténtica y creíble en entornos virtuales.

Además, se analiza la relación entre las marionetas y la narrativa visual, destacando cómo la manipulación de marionetas ha enriquecido las historias contadas en la animación, desde los primeros cortometrajes animados hasta las producciones cinematográficas y los videojuegos contemporáneos.

## 1.2 Planteamiento del problema

La animación 3D ha experimentado un crecimiento notable gracias al continuo desarrollo de nuevas herramientas para mejorar el flujo de trabajo en proyectos de animación y videojuegos. Entre estas herramientas, los *ragdoll physics* destacan por su capacidad para simular movimientos realistas en personajes digitales. Sin embargo, a pesar de su amplio uso en videojuegos, su adopción en la animación 3D es relativamente baja.

El problema que este proyecto pretende abordar es la discrepancia en la adopción de *ragdolls* entre la industria de la animación 3D y la de los videojuegos. Se plantean las siguientes cuestiones: ¿Por qué está relativamente poco externalizado el uso de *ragdolls* en animación y no en videojuegos? ¿Podrían usarse para mejorar el flujo de trabajo en el pipeline de animación? o ¿Podrían usarse para la obtención de *overlaps* de manera automática con el mismo *ragdoll* en vez de utilizar herramientas diferentes?

La falta de uso generalizado de *ragdolls* en la animación contemporánea puede atribuirse a varias razones interrelacionadas. En primer lugar, la animación 3D es un proceso altamente especializado que requiere una comprensión de la visión creativa y del estilo de cada proyecto. Los *ragdolls*, al ser herramientas que afectan directamente al realismo y la física de los personajes, deben adaptarse cuidadosamente a la estética general de la producción, por lo que externalizar esta tarea afectaría a la coherencia artística del proyecto. Además, la personalización y adaptación de *ragdolls* a las necesidades de cada proyecto pueden requerir herramientas y conocimientos que compliquen su externalización.

En cuanto a la mejora del flujo de trabajo, si bien los *ragdolls* tienen el potencial de facilitar estos procesos al simular movimientos más naturales, su implementación requiere una integración personalizada en el flujo de trabajo. Esta mejora podría llevar a movimientos asíncronos automáticos más fluidos de las diferentes partes del modelo. Sin embargo, la falta de estandarización en la industria y las necesidades específicas de cada estudio dificultan la creación de soluciones universales, limitando su uso en términos de externalización y optimización del flujo de trabajo.

En este contexto, el proyecto se desarrolla para investigar una cuestión específica del ámbito técnico, centrándose en el análisis de las razones detrás de la baja adopción de *ragdolls* en la animación 3D y su potencial para mejorar los procesos de producción en este campo.

Además, incluye elementos de innovación al explorar nuevas formas de optimizar el flujo de trabajo en la animación mediante el uso de *ragdolls*.

## 1.3 Objetivos del proyecto

### 1.3.1 Objetivo general

Este proyecto tiene como objetivo principal abordar el desarrollo de un *rig* dinámico completo o *ragdoll* con la apariencia de un títere de hilos, aportando un enfoque novedoso a los *rigs* tradicionales y ofreciendo una solución diseñada para mejorar el flujo de trabajo existente. Para realizar este propósito se partirá del análisis y estudio de la historia y evolución de las marionetas, explorando la transición de las marionetas tradicionales a su representación dinámica en entornos digitales.

Posteriormente, esta investigación se centrará en explorar diversos procesos de creación de títeres de forma artesanal. Estos procedimientos se utilizarán como referencia para la conceptualización, modelado, *rigging* y animación de un personaje que refleje la evolución de los *ragdolls* desde sus primeras apariciones dentro de la industria 3D. Por esta razón, se espera que este proyecto contribuya al enriquecimiento del medio, abriendo nuevas posibilidades y horizontes en la industria de la animación.

Como objetivo final, se busca lograr un cortometraje que capture de manera efectiva las expresiones y movimientos del títere *riggeado* dinámicamente, aplicando la narrativa visual explorada en la investigación teórica.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Para llevar a cabo el objetivo general del proyecto, se establecen objetivos específicos que abarcan desde la investigación histórica hasta la implementación práctica. Estos objetivos específicos constituyen el marco de trabajo para el desarrollo integral de este proyecto, combinando investigación histórica, análisis teórico y aplicación práctica.

Investigación Histórica:

1. Rastrear el origen de las marionetas y analizar su evolución a lo largo de la historia.
2. Profundizar en el proceso de construcción de marionetas, con un enfoque especial en su aplicación en el *stop motion*.
3. Investigar técnicas específicas utilizadas en la animación con marionetas, destacando ejemplos emblemáticos de la industria cinematográfica.

Análisis Teórico:

1. Modernización de las Marionetas:
  - a. Estudiar la transición de las marionetas al entorno 3D mediante los *ragdolls*.

- b. Analizar la funcionalidad de los *ragdolls*, explorando los desafíos que enfrentan y los avances tecnológicos que han facilitado su integración en la animación.
2. Relación de las Marionetas con la Narrativa Visual:
  - a. Examinar cómo las marionetas han enriquecido las historias contadas en la animación, resaltando su influencia en la narrativa visual.

Aplicación Práctica:

1. Fase Práctica - Desarrollo del *rig* Dinámico:
  - a. Elaborar el guion basado en los conocimientos adquiridos durante la investigación histórica y teórica.
  - b. Realizar un diseño detallado del personaje en 3D, considerando las particularidades anatómicas para facilitar el desarrollo del *rig* dinámico.
  - c. Realizar el modelado del personaje siguiendo las características morfológicas específicas de los títeres.
  - d. Realizar el *rig* base del modelo para su posterior implementación del *rig* dinámico.
2. Implementación del *rig* Dinámico:
  - a. Aplicar los principios físicos aprendidos durante la exploración de las físicas en el entorno 3D.
  - b. Desarrollar un *rig* completo con restricciones y controladores para simular reacciones físicas auténticas.
  - c. Realizar pruebas y ajustes para lograr movimientos fluidos y realistas aprovechando las capacidades del *ragdoll* implementado.
3. Animación y Renderizado:
  - a. Animar y renderizar al personaje, aplicando la narrativa visual explorada en la investigación teórica.
  - b. Capturar de manera efectiva las expresiones y movimientos del personaje *riggeado* dinámicamente.

Además de los objetivos, este proyecto ofrece beneficios significativos en varios aspectos.

1. Introduce innovación en los *rigs* tradicionales al proponer un enfoque novedoso para la animación, inspirando nuevas formas de abordar el *rigging* en la industria.
2. Busca mejorar el flujo de trabajo existente al proporcionar una solución diseñada específicamente para facilitar la animación de personajes con apariencia de títere, lo que puede optimizar los procesos de producción en la animación.
3. Contribuye al enriquecimiento del medio al explorar la evolución de las marionetas y su transición al entorno digital, abriendo nuevas posibilidades creativas en la industria.
4. El desarrollo de un cortometraje que capture efectivamente las expresiones y movimientos del títere *riggeado* dinámicamente, demuestra la efectividad del *rig* dinámico y ofrece una herramienta educativa y de inspiración para otros profesionales de la animación.

### 1.3.3 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Este proyecto se compromete a contribuir activamente a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas. Estos objetivos cuentan con una gran importancia como marco global para abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales que enfrenta nuestro mundo. Es por esto por lo que se van a intentar integrar en todas las facetas posibles de este trabajo centrado en *rigging*.

El primer objetivo que se puede integrar en el proyecto sería el ODS 4, que se centra en garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos. Se contribuye a este objetivo al desarrollar técnicas de *rigging* y animación que pueden ser utilizadas en programas educativos para enseñar habilidades relevantes en el campo de la animación y los videojuegos. Al proporcionar herramientas y recursos accesibles para la enseñanza de estas habilidades, se está promoviendo la educación de calidad y fomentando el desarrollo de capacidades en personas de diversas comunidades y contextos socioeconómicos.

El siguiente objetivo que puede implementarse en el proyecto sería el ODS 8, que busca promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, así como el empleo pleno y productivo para todos. Se contribuye a este objetivo al desarrollar habilidades y capacidades en el campo del *rigging* y la animación de *ragdolls*, lo que puede generar oportunidades de empleo y emprendimiento en la industria creativa. Además, al compartir este conocimiento a través de programas educativos y recursos accesibles, buscamos fomentar un ecosistema laboral más inclusivo y diverso en el campo de la animación y los videojuegos.

El ODS 9 tiene como objetivo construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. En este proyecto, se puede sufragar este objetivo al desarrollar nuevas técnicas de *rigging* y animación de *ragdolls* que pueden impulsar la innovación en la industria del entretenimiento. Al explorar nuevas formas de crear y manipular títeres digitales, estamos contribuyendo al avance tecnológico en el campo de la animación y los efectos visuales, lo que a su vez puede impulsar el crecimiento económico y la creación de empleo en este sector.

Estos principios de los ODS continuarán integrándose durante el transcurso del proyecto. Además, se buscarán formas de reducir nuestro impacto ambiental, promover la inclusión y la diversidad en nuestra industria, y así contribuir a un desarrollo sostenible.

## Capítulo 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Contexto

En las últimas décadas, la industria de la animación ha experimentado una evolución significativa gracias a los avances tecnológicos, la evolución de la animación por ordenador y la creciente demanda de contenido. De esta forma se desbloquea un abanico de posibilidades en la creación de mundos animados, desde narrativas visualmente impactantes hasta innovadoras técnicas de representación.

#### 2.1.1 Origen e historia de las marionetas

Para comprender plenamente los *ragdolls* en la animación 3D, es esencial rastrear los orígenes de la animación en forma de títeres. Las marionetas son muñecos que se mueven mediante hilos u otra clase de mecanismos y se usan como manifestación de la creatividad humana, desempeñando un papel inigualable en la historia del arte y la narración.

Los orígenes de los títeres se remontan a las civilizaciones antiguas, donde diversas culturas utilizaban formas primitivas de marionetas con propósitos rituales y de entretenimiento, revelando así una compleja evolución a lo largo de los siglos.

Las evidencias más antiguas de títeres y marionetas se remontan a las antiguas civilizaciones de Egipto, Grecia y Roma, aunque en Asia, especialmente en China e India, se desarrollaron tradiciones milenarias de teatro de sombras y marionetas.

Existen registros que sugieren que los egipcios utilizaban figuras articuladas en ceremonias religiosas y rituales. En las tumbas egipcias se han encontrado pequeñas figuras con articulaciones que datan del año 2000 a.C. que se utilizaban posiblemente en ceremonias religiosas y funerarias. En términos de registros escritos, el historiador griego Heródoto, en el siglo V a.C., hizo referencia a la existencia de títeres en Egipto en sus escritos. *“En vez de los Phalos usados entre los últimos, han inventado aquellos unos muñecos de un codo de altura, y movibles por medio de resortes, que llevan por las calles las mujeres moviendo y agitando obscenamente un miembro casi tan grande como lo restante del cuerpo”*. (Heródoto, 2016)

Las civilizaciones asiáticas también se destacan como cunas milenarias del arte de la marioneta. China, con su rica tradición cultural, desarrolló formas tempranas de animación a través de las sombras chinescas. Este arte ancestral implicaba figuras recortadas representando a personajes que, iluminados desde atrás, proyectaban sombras en pantallas para contar historias. Este método, precursor de la animación, mostraba la habilidad china para narrar visualmente mucho antes de la era digital. Estos espectáculos de sombras no solo entretenían, sino que también transmitían enseñanzas morales y mitológicas. El teatro de sombras chino influyó profundamente las formas posteriores de entretenimiento visual y sigue siendo una parte integral de la historia de las marionetas.

India, por su parte, contribuyó significativamente al mundo de las marionetas con diferentes formas de teatro entre las que destacan el *Kathputli* y el *Gombeyaata*. Estos artes tradicionales

utilizan marionetas de hilos para representar personajes mitológicos y folclóricos, fusionando la narración con la expresión artística. El *Kathputli* ha persistido a lo largo de los siglos, transmitiendo historias culturales y valores a través de estas fascinantes figuras animadas. El *Kathputli* no solo entretiene a las audiencias, sino que también celebra la rica herencia cultural de la India, transmitiendo mitos y leyendas de generación en generación.

El Renacimiento en Europa marcó una era de florecimiento artístico y las marionetas no fueron una excepción. La *Commedia dell'Arte italiana*, caracterizada por su improvisación y personajes arquetípicos, introdujo a la marioneta como un componente vital en sus actuaciones. Figuras como *Arlequín* y *Pulcinella* se convirtieron en iconos de la marioneta y desempeñaron un papel significativo en la forma en que estas figuras eran percibidas.

En el siglo XVIII, Praga se destacó como un epicentro para el teatro de marionetas en Europa central. El Teatro de Marionetas de Praga, fundado por Josef Skupa, fue pionero en el uso de marionetas de varilla y contribuyó significativamente al desarrollo artístico de estas figuras. Con la Revolución Industrial en el siglo XIX, las marionetas experimentaron una revolución tecnológica. La introducción de materiales más livianos como el papel maché permitió la creación de marionetas más detalladas y móviles, mientras que los sistemas de cuerdas y varillas mejoraron la manipulación y la expresividad.

El siglo XX presenció la expansión de las marionetas en nuevos medios de expresión. Programas como "*The Muppet Show*" de Jim Henson no solo popularizaron las marionetas de títeres de varilla, sino que también elevaron este arte a un nuevo estatus cultural.

En la actualidad, las marionetas continúan evolucionando como medio artístico, con artistas contemporáneos experimentando con nuevas técnicas y materiales para abordar cuestiones sociales y políticas. A pesar de los avances tecnológicos, las tradiciones culturales de marionetas persisten en diversas partes del mundo, demostrando la resistencia y riqueza de esta forma de expresión artística.

La transición hacia la era moderna no solo afectó a la forma en que se fabricaban los títeres, sino que también influyó en la animación. Los títeres históricos se convirtieron en una fuente de inspiración para los pioneros de la animación, quienes experimentaron con diversas técnicas para dar vida a estos personajes de una manera más dinámica y expresiva.

### 2.1.2 Evolución histórica de las marionetas en animación: *Stop motion*

La animación es un arte que ha evolucionado a lo largo de los años, explorando diversas técnicas para dar vida a personajes y contar historias de manera única y cautivadora. Una de las técnicas más fascinantes dentro del mundo de la animación es el *stop motion*, el cual no tiene una definición específica, por lo que podríamos decir que en todas sus definiciones el apartado en común es que el movimiento se captura fotograma a fotograma, creando una ilusión de movimiento. "*Hay tantas técnicas y materiales [...] que nunca podría llegarse a una definición última y clara de lo que es, y mucho menos conseguir un depósito central para todo ello*". (Faber Liz, 2004).

Además, la animación *stop motion* incluye dos técnicas muy distintas: una basada en el uso de marionetas y muñecos de arcilla, y la otra, en el empleo de objetos y artefactos (Paul Wells, 2007).

Durante los primeros días del cine, pioneros como Georges Méliès experimentaron con objetos y marionetas en sus películas, dando paso a una larga tradición de uso de títeres en la animación.

James Stuart Blackton estrena en 1898 “*The Humpty Dumpty Circus*”, que está considerada como la primera película animada que usa objetos en tres dimensiones, en este caso juguetes de madera de su hija. Posteriormente, se usó en cortometrajes como las marionetas en “*Le théâtre de Bob*” (1906) o los objetos en “*The Haunted Hotel*” (1907). También en Inglaterra, Melbourne-Cooper experimenta con esta animación en “*Dreams of Toyland*” (1908), donde una serie de juguetes animados grabados en un decorado de una calle en miniatura, cobran vida en el sueño de un chico (Lord & Sibley, 1998).

Años después se usaría el *stop motion* para crear efectos visuales en películas, viéndose en ejemplos famosos que van desde el trabajo de Willis O'Brien en “*The Lost World*” (1925) y “*King Kong*” (1933) hasta los caminantes AT-AT en “*The Empire Strikes Back*” (1980).

Sin embargo, todos estos cortometrajes y películas usan el *stop motion* como recurso para producir efectos visuales o narrativos dentro de una composición. Sería el director ruso Ladislav Starevich quien empieza a hacer uso de esta técnica para recrear una actuación con una trama más compleja que un efecto especial, introduciendo marionetas en sus animaciones. Se le atribuye el primer cortometraje de *stop motion* con títeres, “*The Beautiful Lukanida*” (1912), que está inspirada en la historia de Agamenón y Menelao donde se utilizan insectos muertos como títeres. Hay muchos más ejemplos como el de Helena Smith Dayton que exhibió una versión de arcilla de “*Romeo y Julieta*” (1917), pero no hay metraje sobreviviente de sus películas.

Aunque años antes se habían empleado títeres en películas, se atribuye a Aleksandr Ptushko la realización de la primera película de *stop motion* con títeres, “*The New Gulliver*” (1935), ya que, en esa película, Gulliver es un actor en vivo y los liliputienses son títeres de *stop motion* con movimientos de boca animados para que coincidan con el diálogo, mucho más complejas que las animaciones vistas hasta la fecha. Luego se lanzaron dos características completamente animadas con títeres de *stop motion* unos años después: “*The Tale of the Fox*” (1937) de Ladislav Starevich, que se hizo usando títeres casi del tamaño de humanos, y “*The Seven Ravens*” (1937) de los hermanos Diehl, una adaptación de un cuento de hadas de los Hermanos Grimm (Purves, 2010).

Posteriormente George Pal comenzó a trabajar en animación de sustitución en la década de 1930. En lugar de mover un títere entre cuadros, los animadores trabajan con una serie de títeres casi idénticos, cabezas y miembros que cambian entre cuadros para cambiar la expresión del títere y posarlo. Después de hacer una serie de cortometrajes con figurines tallados en madera, George Pal integró sus creaciones “*puppetoons*” en películas de acción real. Por ejemplo, el títere para el Hombre Bostezando en “*Tom Thumb*” (1958) tenía alrededor de 30 cabezas diferentes hechas de cera para cantar su canción (Barson, 2024).

Jiri Trnka también realizó varias películas de *stop motion* con títeres basadas en cuentos de hadas, pero dirigidas al público adulto. Sus películas se caracterizaban por su presentación en color y su expresividad a través de títeres con movimientos mínimos de sustitución, prefiriendo transmitir emociones mediante la posición de la cabeza y cambios en la iluminación (Harryhausen & Dalton, 2008).

También destacan personas como Karel Zeman, que utilizó una combinación de *stop motion* en 2D y 3D para crear "*The Treasure of Bird Island*" (1953); o Art Clokey, que creó el primer cortometraje de plastimación llamado "*Gumbasia*" (1955), precursor de Gumbly y de su propio programa de televisión "*The Gumby Show*" (Harryhausen & Dalton, 2008).

Durante las décadas de los 60, 70 y 80, las producciones como musicales, películas o programas de televisión contaron con diferentes técnicas de *stop motion*, como plastinación (animación con plastilina) o recorte de papel en 2D.

En estas décadas también destacaron en el *stop motion* personas como Francesco Misseri, que creó series de televisión con personajes de arcilla que cambiaban de forma, personajes de arena u origami; Aardam, que creó un personaje de arcilla/plastilina llamado Morph (1977); o Will Vinton, futuro fundador de Laika, que realizó una película de plastimación llamada "*The Adventures of Mark Twain*" (1985). (Lord et al., 2015).

En las últimas décadas, el *stop motion* ha experimentado un resurgimiento significativo en el cine y la televisión, y han surgido varios directores muy renombrados como serían Tim Burton o Wes Anderson.

En el caso de Tim Burton produjo varias películas de plastimación en los años 1990, entre ellas la más famosa "*The Nightmare Before Christmas*" (1993) que involucró a cientos de marionetas y más de 400 cabezas solo para Jack, además de contar con efectos dibujados a mano compuestos en la película. En estas películas, Tim Burton empleaba piezas completamente reemplazables, retoque digital para eliminar el equipo del set y agregar efectos y el uso de pantalla verde para extender los fondos (TIM BURTON, s. f.).

Wes Anderson utilizó efectos de *stop motion* por primera vez en "*The Life Aquatic with Steve Zissou*" (2004), pero su primera película completamente animada fue "*Fantastic Mr. Fox*" (2009). Regresó a la animación con "*Isle of dogs*" (2018), donde optó por mantener un enfoque artesanal y elevó su arte con sets y diseños cuidados. En el vídeo de FilmsNow Movie Bloopers & Extras (2018) sobre el *Making of* de "*Isle of dogs*" (2018) se observa cómo se utilizó un sistema de reemplazo donde todas las piezas de la cara fueron esculpidas a mano. Utilizaron materiales como lana de merino y alpaca para hacer el pelaje de los perros. Incluso el humo o las nubes de polvo se hicieron usando felpa.

El estudio Aardman, para su primera película, "*Chicken Run*" (2001), reemplazó sus personajes de plastilina con marionetas articuladas, pero mantuvo caras y miembros de plastilina (Lord et al., 2015). En las siguientes películas se añadieron técnicas de CGI como agua simulada y uso de pantalla verde.

Para "*Coraline*" (2009), Laika modeló los personajes en una computadora e imprimió en 3D piezas faciales que luego fueron pintadas a mano. Se utilizó retoque digital para eliminar las articulaciones en las caras de las marionetas y para agregar efectos (AT&T Developer Program, 2018). Para su segunda película, "*ParaNorman*" (2012), las piezas se imprimieron ya en color. Con sus películas posteriores, "*Los Boxtrolls*" (2014), "*Kubo and the Two Strings*" (2016) y "*Missing Link*" (2019), Laika avanzó gradualmente hacia la impresión de expresiones faciales hechas a medida para cada línea y escena (Butler, 2019).

En realidad, se hicieron muchas más películas de *stop motion* en los últimos años, además de tener una presencia continua en la televisión internacionalmente, con series como "*Shaun the Sheep*" (2007).

Misseri Studios realizó una serie de series de cortos utilizando diferentes técnicas que van desde la plastimación hasta dibujos en agua y bolas de algodón. Algunas películas de animación por computadora también han incorporado segmentos de animación de *stop motion*.

Como puede observarse, además del cine, las marionetas también han encontrado su lugar en series animadas televisivas, cortometrajes y producciones independientes. Artistas y creadores han explorado nuevas formas de utilizar las marionetas en contextos diversos, desde narrativas experimentales hasta historias educativas para niños. Esta versatilidad demuestra el potencial creativo ilimitado que ofrecen las marionetas en el mundo de la animación.

El uso de marionetas en la animación no solo ha impactado visualmente a audiencias alrededor del mundo, sino que también ha contribuido al desarrollo del arte cinematográfico en general.

### 2.1.3 Transición de las marionetas al entorno 3D

La transición de las marionetas hacia el entorno 3D ha sido un proceso revolucionario en la industria de la animación, marcando un cambio significativo en las técnicas y herramientas utilizadas por los animadores.

La creación de marionetas para *stop motion* es un proceso meticuloso que requiere habilidad artesanal y atención al detalle. Desde el diseño inicial hasta la fabricación final, cada paso en la creación de una marioneta es importante para garantizar su funcionalidad y expresividad en pantalla. Los animadores y diseñadores trabajan en estrecha colaboración para dar vida a personajes únicos, inspirándose en los conceptos artísticos y narrativos de la película para crear marionetas que se adapten perfectamente a la historia.

Una parte fundamental del proceso creativo es la construcción de las marionetas desde cero. Se utilizan materiales diversos como resina, silicona y tela para construir las diferentes partes del cuerpo de la marioneta, asegurando su durabilidad y flexibilidad durante la animación. "*De hecho, Starevich parece haber utilizado casi todos los materiales posibles para construir sus marionetas, incluyendo algodón, vidrio, tela, madera y globos, por nombrar solo algunos.*" (Brierton, 2015)

A pesar de que la transición permitió muchas otras formas del uso de marionetas, desde sus comienzos hasta los años 30, las marionetas eran en su gran mayoría títeres. Esta técnica de manipulación de hilos es una forma antigua y artística de animación que requiere habilidad y

destreza. También conocidos como marionetas de hilos, estos títeres son controlados por cuerdas conectadas a diferentes partes del cuerpo y deben tener unas características específicas. Por ejemplo, la construcción de títeres de hilos implica el uso de materiales ligeros pero duraderos, como madera o materiales plásticos para los esqueletos y tela, papel maché u otros materiales para las partes exteriores. Además, las cuerdas, hechas de hilo o hilo de pescar, son esenciales y deben ser lo suficientemente fuertes para soportar el peso del títere, pero lo bastante finas para permitir movimientos sutiles.

Con el tiempo, se introdujeron nuevas técnicas, como el uso de plastilina con muñecos articulados, que ofrecían una mayor flexibilidad y posibilidad de expresión. *“No obstante, el proceso continuaba siendo tedioso y complejo, por lo que se buscó una nueva técnica para agilizar el proceso, la impresión 3D. Esta se usaba para fabricar piezas específicas, como caras con expresiones faciales detalladas”* (McLean, 2019). Esta tecnología ha revolucionado la forma en que se crean las marionetas en el *stop motion*, permitiendo una mayor precisión y personalización en cada detalle. La combinación de métodos tradicionales con herramientas modernas ha elevado el nivel de calidad en las producciones *stop motion*, brindando a los espectadores experiencias visuales impactantes y emocionales.

Sin embargo, la evolución de las marionetas no se detuvo en el *stop motion*, ya que continuaron hacia la integración total en el entorno 3D. Este proceso se implementó mediante el uso de *rigs* y dentro de este contexto, los *ragdolls*, o muñecos de trapo, que son simulaciones virtuales de cuerpos articulados que replican el comportamiento físico de las marionetas en el mundo real (French, 2012).

Estos *ragdolls* emergieron como una variante especial de títeres en el entorno 3d y marcaron un hito en la animación al convertirse en la puerta de entrada para explorar nuevas posibilidades expresivas y narrativas en el mundo animado (Crittterlab, 2021). La creación de los *ragdolls* también comparte características con los títeres y marionetas tradicionales, ya que su creación, no solo implica habilidades técnicas, sino también decisiones artísticas que afectan a la apariencia y el carácter del personaje animado, por ejemplo, la elección de materiales con los que se construya el títere también influye en la estética y movilidad del *ragdoll*, ya que, un *ragdoll* de tela no representa las mismas físicas que uno de hilos y madera. La elección de colores, texturas y detalles contribuyen a la personalidad del *ragdoll*, y la proporción y la forma de las extremidades influyen en la estética general y la capacidad del títere para expresar emociones. El buen diseño de un *ragdoll* puede garantizar que los movimientos parezcan naturales y fluidos, a pesar de que cuenten con una estructura articulada, similar a la de los títeres. La coordinación entre los movimientos de los hilos y la narrativa es clave, ya que un *ragdoll* bien diseñado no solo se mueve de manera realista, sino que también transmite la esencia de su papel en la historia. Además, su conexión con las raíces históricas de los títeres añade una capa única de tradición y creatividad a la creación contemporánea de personajes animados.

Este cambio del proceso tradicional al 3d se ha visto impulsado por diversos factores, como la búsqueda de mayor flexibilidad y realismo en la animación, así como el avance y accesibilidad creciente de software especializado en la creación y manipulación de modelos. A medida que la

tecnología ha progresado, los animadores han explorado nuevas formas de representar el movimiento y la interacción de los personajes en entornos digitales. Este progreso ha conducido al desarrollo de los *ragdolls* como una solución innovadora y efectiva, aunque no por eso menos compleja. La obtención de una simulación precisa de la física del mundo real en un entorno virtual requiere un gran conocimiento de los principios de la dinámica de cuerpos rígidos y blandos, así como la habilidad para implementar algoritmos y técnicas avanzadas de animación.

El surgimiento de los *ragdolls* ha transformado radicalmente la forma en que se concibe y se produce la animación, permitiendo a los animadores explorar nuevas formas de expresión y narrativa visual. Desde su introducción, los *ragdolls* han sido empleados en una amplia variedad de proyectos, abarcando películas animadas, videojuegos, efectos especiales y simulaciones científicas, demostrando su versatilidad y su impacto duradero en la industria del entretenimiento.

#### **2.1.4 Historia y desarrollo de los *ragdolls***

La historia de los *ragdolls* en la animación se remonta a los primeros intentos por replicar el movimiento orgánico en el mundo digital. Basados en los principios de la física, los *ragdolls* se diseñaron para imitar el comportamiento de objetos y personajes de manera auténtica, respondiendo a fuerzas como la gravedad, la fricción y el impacto. Esta búsqueda de realismo impulsó el desarrollo de algoritmos y técnicas de simulación que llevaron a la creación de personajes digitales con una presencia y una vida propias.

Para conocer el origen de los *ragdolls*, hay que conocer primero los orígenes de la animación de físicas en videojuegos. Los videojuegos intentan imitar las físicas desde sus comienzos, ya que, en videojuegos como “*Spacewar*” y “*Computer space*”, en el momento en el que las naves destruyen meteoritos o explotan, se dividen en varias partes, y a pesar de que esto no era trabajado en base a físicas, estas piezas estaban programadas para dividirse de una forma predeterminada. Es por esta búsqueda del realismo que se hizo que las físicas se desarrollaran y se utilizaran en los videojuegos, pero todavía ocupaban demasiada carga computacional para poder usarse, sobre todo para esos tiempos (Clary, s. f.).

Gracias al creciente poder computacional, el uso de físicas evolucionó desglosándose en más y más tipos, entre ellos el desarrollo de las físicas *ragdoll*. El concepto de *ragdolls* en la animación se remonta a desarrollos tanto prácticos como académicos que se han explorado desde hace varias décadas. Desde un punto de vista práctico, la implementación de simulaciones físicas dentro de los juegos ha sido un área de interés desde al menos 1996 (Hecker 1996), mientras que ideas similares se exploraron desde una perspectiva más académica por Hahn en 1988. Estos primeros trabajos se centraron en la simulación matemática de la física newtoniana dentro de aplicaciones en tiempo real, utilizando métodos numéricos simples para resolver conjuntos de ecuaciones diferenciales que surgieron de la dinámica newtoniana.

Los primeros antecedentes de los *ragdolls* se remontan a los sistemas de física aplicada en la informática, donde se buscaba simular el comportamiento realista de objetos en entornos virtuales.

A medida que la potencia computacional aumentaba, los *ragdolls*, inicialmente concebidos como una técnica de animación empleada por motores físicos para sustituir las animaciones estáticas de muerte en videojuegos y filmes animados, evolucionaron para permitir simulaciones físicas limitadas en tiempo real. Este avance posibilitó la creación de animaciones de muerte con un mayor nivel de realismo.

En los primeros videojuegos, las secuencias de muerte de los personajes se basaban en animaciones creadas manualmente. Sin embargo, con la introducción de los *ragdolls*, se adoptó un enfoque diferente. El término "*ragdoll*" proviene de la tendencia de estos sistemas articulados a tener poca o ninguna rigidez articular/muscular, lo que lleva a que el personaje colapse como una muñeca de trapo, a menudo en posiciones cómicamente improbables. *“Por ejemplo, si estás jugando a un shooter en primera persona en el que disparas a otros personajes con una variedad de armas, tus víctimas reaccionarán de manera diferente cada vez que les disparas. Disparar a un enemigo en el hombro hace que la parte superior del cuerpo se balancee hacia atrás al absorber el golpe. Sin embargo, si los golpeas en el estómago, el personaje podría doblarse y luego caer hacia adelante en los comienzos de los espasmos de la muerte virtual.”* (Chandler, 2023).

Uno de los primeros juegos en usar física *ragdoll* como se conoce actualmente sería "*Hitman: Codename 47*", permitiendo arrastrar cuerpos y robar sus ropas como disfraz tras incapacitar a un oponente. Utilizaba la integración de Verlet, un algoritmo que empleaba menos tiempo de procesamiento de la CPU que otras técnicas. (Chandler, 2023).

De esta forma, Chandler (2023) asegura que surgieron diferentes formas de uso para los *ragdolls*, como sería el "*blended ragdoll*" o la combinación con animaciones procedurales. Los "*blended ragdoll*" ofrecen animaciones más realistas, pero presenta defectos visuales. Por otro lado, la animación procedural, sin animaciones predefinidas, hace que cada aspecto del juego sea más convincente al responder continuamente a la física del entorno.

Tecnologías recientes de animación procedural, como las encontradas en el software Euphoria de NaturalMotion, han permitido el desarrollo de juegos que dependen en gran medida de la suspensión de la incredulidad facilitada por movimientos corporales realistas en lugar del uso anticuado de técnicas de animación predefinidas. (NaturalMotion FAQ, s. f.)

La integración de *ragdolls* en la animación ha revolucionado la forma en que se crea contenido digital. Anteriormente, los animadores tenían que animar manualmente cada movimiento de un personaje u objeto, lo que consumía una cantidad significativa de tiempo y recursos. Con los *ragdolls*, se pueden simular físicas realistas y movimientos naturales de forma automatizada, agilizando el proceso de producción y permitiendo una mayor flexibilidad creativa. Esto ha permitido a los animadores centrarse en aspectos más creativos de la animación, como la expresión facial y la actuación de los personajes principales, mientras delegan tareas más mecánicas a los sistemas de simulación física.

Simultáneamente, los estudios cinematográficos comenzaron a adoptar tecnologías de captura de movimiento, brindando una autenticidad sin precedentes a la forma en que los personajes

se movían en la pantalla. Esta nueva técnica unida al avance de los *ragdolls* aporta a la interacción de físicas una base de animación realista.

La animación contemporánea también ha diversificado las técnicas utilizadas en la creación de *ragdolls*. Desde la animación tradicional hasta la mezcla de técnicas en 2D y 3D, los animadores cuentan con un amplio abanico de herramientas para dar vida a estos personajes.

La integración de inteligencia artificial también ha influido en la mejora de la interactividad y adaptabilidad de los *ragdolls* en entornos virtuales y videojuegos. Esto se logra mediante un proceso en el que agentes inteligentes, utilizando algoritmos de inteligencia artificial, analizan automáticamente los posibles resultados de las interacciones en el proyecto. Estos agentes son capaces de percibir el entorno virtual y tomar decisiones en tiempo real para mejorar el éxito del resultado final. Su objetivo principal es alcanzar un nivel de realismo que se asemeje lo máximo posible al comportamiento físico de objetos y personajes en el mundo real.

La introducción de *ragdolls* en la animación ha marcado un hito en la representación digital de marionetas, permitiendo un realismo notable en sus movimientos. El desarrollo constante de esta técnica promete llevar aún más lejos la expresividad y el realismo de los *ragdolls*. Además, en los últimos años, ha habido un resurgimiento del interés en las marionetas en la animación 3D, ya que ofrecen una alternativa única y expresiva en un panorama dominado por técnicas más avanzadas como el *motion capture* y la simulación de físicas.

Por todo esto, los *ragdolls* se han convertido en una herramienta versátil y esencial para crear movimientos y comportamientos realistas en entornos digitales.

### **2.1.5 Funcionalidad y desafío de los *ragdolls***

Los *ragdolls* en la animación 3D representan una herramienta esencial para crear personajes digitales que se mueven y reaccionan de manera realista en entornos virtuales. Su funcionamiento se basa en la simulación de física de cuerpos articulados, lo que permite que los personajes digitales respondan dinámicamente a fuerzas externas y acciones del entorno. En términos técnicos, un *ragdoll* se compone de un modelo tridimensional del personaje dividido en segmentos o elementos que representan las partes del cuerpo, como la cabeza, el torso, las extremidades, etc. Estos segmentos están unidos por articulaciones que actúan como puntos de conexión, permitiendo que el personaje se mueva de manera similar a un títere físico. La simulación de física se encarga de calcular el movimiento y la interacción de estos segmentos en tiempo real, teniendo en cuenta factores como la gravedad, las colisiones con otros objetos y las fuerzas aplicadas externamente.

Desde el punto de vista técnico, el desarrollo de tecnologías y algoritmos para la implementación de *ragdolls* en entornos digitales ha seguido dos enfoques principales: dinámica de cuerpos rígidos y dinámica de partículas. El enfoque de cuerpo rígido, descrito por Hennix et al (2003), modela un *ragdoll* como un conjunto de cajas enlazadas, cada una actuando como un cuerpo rígido representando un miembro o nodo. Este método emplea métodos numéricos para simular la física de muñecos de trapo de manera precisa, aunque con un costo computacional más alto debido a la evaluación de los múltiples cuerpos y sus articulaciones. Por otro lado, Jakobsen (2001) propuso un enfoque de partículas para construir un cuerpo articulado, donde

cada nodo está descrito por dos partículas formando una línea. Este método simplificado se basa en restricciones de distancia entre las partículas para mantener la estructura articulada y produce resultados visualmente agradables con una implementación más simple y rápida, aunque menos precisa. Versiones mejoradas de estos métodos, como la propuesta por Rosen (2007), introducen nodos construidos a partir de triángulos, lo que permite una orientación fácilmente derivable para cada nodo, proporcionando una mejora para abordar problemas inherentes y permitir una representación más precisa de la rotación de estos.

Además, se ha explorado la combinación de animación predefinida con la respuesta dinámica proporcionada por la simulación de *ragdolls* en tiempo real. Zordan et al (2005) y Wroteck et al (2006) presentaron enfoques para fusionar datos de animación predefinidos con simulación de *ragdolls* para permitir respuestas realistas a eventos dinámicos en personajes animados, aunque con desafíos adicionales en la implementación y rendimiento.

En los años siguientes, los *ragdolls* se convirtieron en elementos estándar en los motores de física de videojuegos, como Havok y PhysX, permitiendo una mayor fidelidad en la animación y la simulación de movimientos complejos.

Havok se ha utilizado en numerosos títulos AAA y es conocido por su amplia gama de herramientas y características para los desarrolladores, permitiendo personalizar y ajustar el comportamiento de los *ragdolls* según las necesidades específicas del juego (Mac Mathúna, 2003).

Según la documentación Welcome To PhysX de la web de NVIDIA, PhysX se ha integrado en numerosos motores de videojuegos y ha sido utilizado en una amplia variedad de títulos. Además, PhysX se destaca por su rendimiento optimizado en sistemas compatibles con GPU. Esto permite una simulación más rápida y precisa de *ragdolls*, incluso en entornos con grandes cantidades de física simulada.

Estos motores de físicas también se aplicaron en la producción cinematográfica para mejorar la calidad de las escenas de acción y los efectos especiales.

Sin embargo, trabajar con *ragdolls* en animación 3D también conlleva una serie de desafíos técnicos y creativos en comparación con las marionetas físicas o las animaciones tradicionales.

En primer lugar, la implementación de *ragdolls* requiere un profundo conocimiento de los principios físicos y matemáticos detrás de la simulación de cuerpos rígidos y articulaciones. Los desarrolladores deben enfrentarse a la complejidad de programar algoritmos que gestionen la interacción realista entre los diferentes componentes del *ragdoll* (French, 2012).

Desde el punto de vista creativo, trabajar con *ragdolls* implica repensar la forma en que se animan los personajes. A diferencia de las animaciones predefinidas, los *ragdolls* permiten una mayor improvisación y variabilidad en el movimiento, lo que puede resultar en escenas más dinámicas y orgánicas. Sin embargo, controlar la física del *ragdoll* para lograr el efecto deseado puede ser un desafío creativo adicional, ya que se necesita equilibrar la libertad de movimiento con la coherencia narrativa.

Uno de los desafíos más importantes es la optimización del rendimiento, ya que la simulación de *ragdolls* puede ser intensa en términos de recursos computacionales, especialmente en escenas complejas con múltiples personajes y objetos. Los animadores deben encontrar formas de optimizar el rendimiento sin comprometer la calidad visual de la animación. Además, lograr un movimiento realista y físicamente plausible es esencial para crear una animación convincente. Los animadores deben tener un profundo entendimiento de los principios de la física del movimiento humano y aplicarlos de manera efectiva en la simulación de *ragdolls*.

Otro desafío importante es la integración de *ragdolls* con animaciones predefinidas. La transición suave entre animaciones predefinidas y la simulación de *ragdolls* puede ser difícil de lograr, ya que se deben evitar discrepancias visuales que puedan distraer al espectador. Los animadores deben asegurarse de que las animaciones generadas dinámicamente por los *ragdolls* se mezclen de manera coherente con las animaciones predefinidas para mantener la coherencia visual en la animación.

Además, trabajar con *ragdolls* requiere un enfoque más técnico y menos intuitivo para controlar el comportamiento de los personajes en comparación con las marionetas físicas o las animaciones tradicionales. Los animadores deben tener un buen dominio de las herramientas de simulación de *ragdolls* y ser capaces de manipularlas de manera efectiva para lograr los efectos deseados. Esto puede requerir un aprendizaje adicional y una mayor colaboración con los desarrolladores de software para crear herramientas que faciliten el proceso de animación con *ragdolls*.

### 2.1.6 Impacto de los *ragdolls* en la Narrativa Visual

Los *ragdolls* han ejercido un profundo impacto en la narrativa visual contemporánea, trascendiendo su función inicial para convertirse en una herramienta fundamental en la creación de animaciones que buscan emular el comportamiento físico realista de objetos y personajes. Su influencia va más allá de lo visual, afectando la estructura de historias en medios como videojuegos y películas de animación.

La introducción de los *ragdolls* ha permitido a los creadores de contenido audiovisual expandir las posibilidades narrativas, agregando un nuevo nivel de realismo y dinamismo a sus producciones. Al proporcionar simulaciones físicas precisas de movimientos y comportamientos humanos o de objetos inanimados, los *ragdolls* ofrecen una herramienta poderosa para la expresión narrativa. Los personajes ya no se limitan a movimientos predefinidos y estáticos, ahora pueden interactuar de manera más orgánica con su entorno y entre ellos, lo que enriquece la profundidad emocional y la coherencia interna de las historias. Desde gestos sutiles hasta movimientos dramáticos, la flexibilidad que ofrecen permite a los animadores explorar un abanico más amplio de emociones y estados de ánimo. Esto ha llevado a una mayor conexión emocional entre los espectadores y los personajes, enriqueciendo la experiencia narrativa (Crittterlab, 2021).

Además de su impacto en la representación visual, los *ragdolls* también han influido en la forma en la que se estructuran las narrativas. Al permitir la simulación de la física del mundo real, incluidos los efectos de la gravedad, la fricción y la colisión, los creadores pueden incorporar

elementos de acción y suspense de manera más efectiva en sus historias. Los conflictos y las situaciones de peligro adquieren una nueva dimensión cuando los personajes responden de manera realista a las fuerzas externas, lo que aumenta la inmersión del espectador en la trama.

La introducción de los *ragdolls* también ha influido en la evolución de los géneros narrativos. En el ámbito de los videojuegos, por ejemplo, la capacidad de simular interacciones físicas realistas ha dado lugar a una nueva generación de juegos de mundo abierto y simuladores de vida, donde los jugadores pueden explorar entornos virtuales de manera más auténtica. La libertad que ofrecen en términos de movimiento y acrobacias ha permitido a los creadores de animación llevar las escenas de combate y acción a nuevos niveles, aportando además un efecto cómico muy buscado en los videojuegos multijugador. Esta capacidad para crear momentos impactantes y memorables ha contribuido a mantener la atención del público y a impulsar la narrativa hacia delante (Crittterlab, 2021).

Además, los *ragdolls* fomentan la creatividad en la resolución de problemas. Los animadores pueden experimentar con movimientos y situaciones que antes podrían haber sido difíciles o imposibles de lograr. Esto ha llevado a un aumento en la innovación y la originalidad en la animación, con soluciones únicas y sorprendentes que añaden un elemento adicional de intriga y sorpresa a la narrativa.

Por último, los *ragdolls* facilitan una interacción más creíble entre los personajes y su entorno. Esto se traduce en escenas más dinámicas y detalladas, donde los personajes interactúan de manera natural con los objetos y paisajes que los rodean, por ejemplo, escalando por una pared o haciendo que los pies interactúen de manera apropiada con el entorno. Esta capacidad para crear mundos animados más ricos y envolventes ha contribuido a elevar el nivel de calidad en la narrativa visual animada.

El impacto de los *ragdolls* en la narrativa visual se refleja en numerosas producciones destacadas de la industria del entretenimiento, donde han utilizado esta técnica para crear personajes y escenas memorables, además de para mejorar la jugabilidad y la inmersión del jugador.

La capacidad de los *ragdolls* para simular interacciones físicas realistas ha enriquecido tanto la representación visual como la estructura narrativa de una amplia gama de medios visuales, desde videojuegos hasta películas de animación.

## **2.2 Ragdolls en videojuegos y animación**

Tras investigar la historia y relevancia actual de los *ragdolls*, nos enfocaremos en su aplicación en la industria cinematográfica y en la del videojuego. Posteriormente, analizaremos cómo esta innovación ha revolucionado la forma en que se crean y experimentan los contenidos interactivos y animados, explorando sus implicaciones en la narrativa visual y la inmersión del usuario.

### **2.2.1 Uso de los *ragdolls* en videojuegos**

Los *ragdolls* revolucionaron la forma en que los personajes y objetos interactúan en entornos virtuales. A través de una variedad de títulos emblemáticos, se puede apreciar cómo los *ragdolls*

han sido implementados de manera creativa y efectiva para mejorar la experiencia del jugador y elevar el nivel de detalle en los mundos virtuales.

Como se ha planteado anteriormente, existen varios usos comunes de los *ragdolls* en videojuegos, el primero de ellos sería el uso de estos para añadir inmersión.

Un ejemplo destacado es "*Half-Life 2*", reconocido por sus avanzadas físicas en tiempo real, que añade inmersión con el empleo de estas en los cuerpos de los enemigos derrotados. La caída realista y el comportamiento de los cuerpos añaden autenticidad a las interacciones dentro del juego. De manera similar, "*Grand Theft Auto V*" utiliza *ragdolls* para simular el comportamiento físico de los personajes y vehículos en colisiones y accidentes, mejorando la experiencia del jugador y creando un entorno más creíble.

Por otro lado, "*Red Dead Redemption 2*", es otro ejemplo destacado del uso efectivo de los *ragdolls*. Se emplean para simular el movimiento realista de los personajes y animales en diversas situaciones, creando un entorno inmersivo donde los personajes responden de manera realista a las acciones del jugador.

Además, podemos observar el mismo uso en videojuegos como "*Fallout*" de Bethesda Game Studios, que utiliza *ragdolls* para simular el movimiento de los personajes y enemigos en situaciones de combate y otras interacciones. De manera similar, "*Assassin's Creed*" de Ubisoft emplea *ragdolls* para simular el movimiento de los personajes en situaciones de combate, parkour y caídas, añadiendo un nivel de realismo y detalle al movimiento de los personajes. "*Battlefield*" utiliza *ragdolls* para simular el comportamiento de los soldados caídos en combate, agregando inmersión al mostrar de manera realista las consecuencias de la guerra en el campo de batalla. Por último, "*The Elder Scrolls V: Skyrim*" de Bethesda Game Studios emplea *ragdolls* para representar el movimiento de los personajes y criaturas derrotados, añadiendo realismo a las interacciones de combate y contribuyendo a la atmósfera del juego.

En la serie "*Uncharted*" de Naughty Dog, los *ragdolls* se utilizan para simular el movimiento de los enemigos derrotados y otros elementos del entorno, lo que contribuye a la sensación cinematográfica del juego al mostrar de manera realista las consecuencias de la acción. (GDC, 2018)

En términos de efecto cómico, "*Human: Fall Flat*" sobresale nuevamente con su enfoque humorístico en el uso de *ragdolls*. Los personajes representados como muñecos blandos con movimientos poco convencionales y flexibles resultan en situaciones cómicas y desafiantes para el jugador. Este aspecto contribuye significativamente a su singular estilo visual y a la diversión del juego, ya que los jugadores deben controlar a sus personajes de manera poco convencional para superar obstáculos y completar niveles.

Los *ragdolls* también se emplean para crear cinemáticas *in game* más inmersivas y realistas, aumentando el impacto emocional y mejorando la experiencia del jugador. En cinemáticas de videojuegos como las de la serie "*Uncharted*" o "*The Last of Us*", los *ragdolls* se emplean para simular el movimiento de los personajes en escenas de acción y drama. "*Entonces cambiamos el ragdoll que se ejecutaba en el momento que cae al agua [...] son detalles muy, muy sutiles,*

*pero marcan una gran diferencia cuando ves una escena tan detallada visualmente” (Mach, 2018).*

Existen muchos otros videojuegos que emplean las físicas *ragdoll* como sería el caso de “*Tom Raider*”, “*Gears of War*”, “*Dark Souls*” ... Gracias a su capacidad para simular el movimiento físico de manera realista, los *ragdolls* seguirán desempeñando un papel importante en la evolución de la industria del videojuego en el futuro.

### **2.2.2 Uso de los *ragdolls* en cine**

En la industria cinematográfica, el uso de *ragdolls* es menos común en comparación con los videojuegos. Esto se debe a que el proceso de animación en 3D sigue un enfoque más analítico, basado en los 12 principios fundamentales de la animación. Estos principios requieren una atención meticulosa a poses específicas para lograr una animación fluida y convincente. Aunque en la animación se recurre a herramientas distintas de los *ragdolls*, como las destinadas a realizar superposiciones de *overlap* automáticas, aún existen secuencias donde se utilizan los *ragdolls* para lograr efectos de choque y colisión más realistas, así como para animar interacciones entre personajes y su entorno, o para representar caídas en segundo plano.

Por ejemplo, en la película “*Avatar*” (2009), se utilizó un sistema similar a los *ragdoll* para simular el movimiento de los objetos no captados en el *motion capture* de los personajes Na’vi y diferentes partes del cuerpo los animales alienígenas, añadiendo un nivel adicional de realismo a las escenas de acción y aventura. Películas como “*World War Z*” (2013) también emplean simulaciones similares a los *ragdolls* para los efectos de caída y movimientos exagerados de los *zombies*. (Ultimate History of CGI, 2019)

El uso de físicas no se limita solo a grandes producciones de Hollywood de acción real; también se extiende a estudios de animación como Pixar y DreamWorks Animation, pero de una manera mucho menos explícita de lo que se considerarían *ragdolls* en videojuegos. En películas como “*Toy Story*”(1995) y “*Los Increíbles*”(2004), se emplean herramientas de físicas para simular movimientos realistas durante secuencias de acción y comedia, añadiendo un toque de autenticidad a las interacciones entre personajes y objetos. (Insider, 2021)

Además, en producciones más recientes como “*Frozen*”(2013) de Disney y “*Spider-Man: Into the Spider-Verse*”(2018) de Sony Pictures, las físicas también se han utilizado para crear diferentes elementos como el pelo o la ropa.

Desde escenas de acción hasta momentos cómicos, los *ragdolls* han demostrado ser una herramienta versátil y poderosa en manos de los animadores, permitiendo la creación de animaciones que cautivan y sorprenden al público.

### **2.2.3 Exploración de diferencias y análisis en la industria**

El estudio comparativo entre las aplicaciones de los *ragdolls* en la industria de los videojuegos y la animación revela diferencias notables en su enfoque, implementación y efectos deseados. Estas discrepancias reflejan las distintas necesidades y demandas de cada medio, subrayando la versatilidad de los *ragdolls* como herramienta creativa en ambos campos.

Mientras que en los videojuegos los *ragdolls* se utilizan principalmente para mejorar la experiencia del jugador y la jugabilidad, contribuyendo a la clara inmersión en la experiencia de juegos, en el cine se emplean para crear efectos visuales realistas y mejorar la calidad visual de las escenas, aportando una mayor experiencia emocional en el espectador.

Además de las diferencias de uso o el propósito de estos, también hay muchas otras diferencias que se incluyen en la categoría de funcionalidad. En los videojuegos, los *ragdolls* suelen ser generados dinámicamente en tiempo real, lo que permite una interacción más inmediata con el entorno del juego. En cambio, en el cine, los *ragdolls* pueden ser precalculados o ajustados manualmente para cada escena, ofreciendo un mayor control sobre el resultado final.

Sin embargo, con el uso de cinemáticas *in game* se unen ambos propósitos y técnicas, adquiriendo un avance significativo en la industria. Con el fin de unificar ambos sectores, surgen técnicas como la física de cuerpos blandos, que se usa para la simulación con ropa fluida, cabello u otros objetos deformables, cada uno con sus propiedades físicas. Posteriormente se simula cómo interactúan entre sí y con el entorno. También se emplean otras técnicas; como el ajuste de articulaciones, que ayuda a delimitar los enlaces del personaje en tiempo real para que los movimientos del personaje luzcan naturales y no roten en el eje que no se busca; o la respuesta a colisiones, que determina cómo reaccionan los personajes u objetos cuando entran en contacto entre sí o con el entorno.

La evolución del uso de *ragdolls* en la industria del entretenimiento ha sido notable en las últimas décadas, gracias a los avances en física y tecnología de gráficos. Tanto desarrolladores de videojuegos como estudios de animación buscan constantemente formas de mejorar la calidad y realismo de sus productos.

Uno de los desarrollos más emocionantes en el futuro de la física *ragdoll* es la integración de inteligencia artificial. Esto permitirá que los personajes reaccionen dinámicamente a su entorno, haciendo que las interacciones sean más realistas e inmersivas (Ipacs, 2023).

Con el aumento de la realidad virtual y aumentada, la física *ragdoll* se volverá aún más importante en la creación de experiencias de juego creíbles y cautivadoras. A medida que los desarrolladores de juegos continúen explorando los límites de lo posible, podemos esperar ver aún más innovaciones emocionantes en el campo de la física *ragdoll* (Ipacs, 2023).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso excesivo o incorrecto de *ragdolls* puede resultar en efectos poco realistas o problemas de rendimiento, especialmente en el caso de los videojuegos. Por lo tanto, es crucial equilibrar su uso con otras técnicas de animación y renderizado para garantizar una experiencia óptima para el usuario o espectador.

## 2.3 Referentes

### 2.3.1 Expertos referentes

La búsqueda de referentes para la realización de este proyecto es crucial para obtener inspiración, al abarcar diferentes puntos aparentemente muy distantes entre sí. Para esto se

explorarán los distintos referentes que podemos encontrar desde los maestros del titiritaje hasta los pioneros en animación 3D y desarrollo *ragdolls*.

En primer lugar, al emprender la búsqueda de referentes en el desarrollo técnico de marionetas y su trasfondo histórico, nos topamos con la figura destacada de Basil Twist, un titiritero famoso por sus espectáculos de marionetas de hilos, donde combina la danza y la manipulación de las marionetas de manera innovadora. Su obra "*Symphonie Fantastique*" es un ejemplo destacado de su trabajo, donde utiliza marionetas acuáticas para crear un espectáculo visualmente atractivo con elementos de danza y música.

Basil Twist se destaca no solo por su excepcional dominio técnico, que le ha servido de reconocimiento a nivel internacional, sino también por su capacidad para pensar de manera innovadora y experimentar con nuevas técnicas. Su habilidad para fusionar música y danza con el arte del titiritaje, los efectos visuales y el teatro de sombras, lo distingue como un creador verdaderamente original y vanguardista (Basil Twist Bio, s. f.). Esta capacidad para pensar fuera de lo convencional y experimentar con nuevas técnicas, proporciona ideas frescas y originales para el desarrollo de nuevas formas de implementación de los títeres dinámicos en el proyecto.

Continuando con la exploración de referentes, en el ámbito del *stop motion*, sobresalen dos claras figuras debido a su influencia y contribuciones al medio: Tim Burton y Laika.

Tim Burton es un gran referente ya que ha demostrado una capacidad única para fusionar elementos de fantasía con una estética gótica, creando universos innovadores que han dejado una marca indeleble en la industria del cine.

Por otro lado, Laika es un gran referente al distinguirse por su compromiso con la innovación técnica y la narrativa visualmente rica. Sus películas son conocidas por su atención al detalle y la meticulosa artesanía que implica el proceso de animación en *stop motion*.

De estos referentes se adoptará su estilo de *stop motion* y velocidad de fotogramas, además de servir como referentes para el apartado de investigación sobre la evolución histórica de las marionetas y su influencia en la animación contemporánea, así como la transición de las marionetas al entorno 3D mediante los *ragdolls*.

Sin embargo, el proyecto además de contar con el estilo *stop motion*, la narrativa acompañará a un cambio de estilo en un momento específico, este estilo es la animación 3d por computadora convencional, o el estilo Pixar.

Pixar Animation Studios es conocido por su innovación técnica y su capacidad para contar historias emocionalmente resonantes, convirtiéndose en un referente importante en el campo de la animación 3D. Sin embargo, Pixar no solo es un referente por su estilo único o complejo uso actual de la animación, sino como creador de múltiples herramientas para solventar los problemas que se encontraban en su búsqueda del realismo durante los años.

La influencia de estos referentes en la animación 3D se refleja en su enfoque en la calidad técnica, la narrativa emocionalmente resonante y la creatividad visual. Al combinar la inspiración de estos estudios y líderes de la industria con la visión del proyecto de títeres dinámicos, se

puede lograr una propuesta única y diferenciada que destaque en el campo del *rigging* y la animación.

Finalmente, en los referentes en la creación de *ragdolls* en un software de animación 3D, destaca la figura de Marcus Ottoson.

Marcus Ottoson es reconocido por su destacado trabajo en la implementación de *ragdolls* en la animación por computadora. Comienza como animador de personajes, pero su interés en la simulación lo lleva a aprender Python y desarrollar diferentes herramientas sobre *rigging*. Su experiencia y conocimientos en este campo lo han convertido en un referente importante para aquellos que buscan explorar y desarrollar técnicas innovadoras en el ámbito del *rigging* dinámico y los *ragdolls* (Ottosson, 2021).

La contribución de Ottoson al desarrollo de *ragdolls* ha sido significativa, ya que ha investigado y experimentado con diversas metodologías y herramientas para lograr animaciones realistas y dinámicas. Su enfoque en la física del movimiento y la interacción entre objetos virtuales ha sido fundamental para avanzar en este campo, y su trabajo ha inspirado a muchos animadores y desarrolladores en su búsqueda de soluciones creativas y efectivas (Ottosson, 2021).

La investigación de Marcus Ottoson ha hecho que el proyecto cuente con una perspectiva especializada en la implementación técnica de *ragdolls*. Su experiencia y conocimientos ofrecen detalles valiosos para explorar y desarrollar técnicas innovadoras en el proyecto sobre el *rigging* dinámico, impulsando así la calidad y autenticidad del proyecto.

### 2.3.2 Trabajos y herramientas referentes

La exploración de referentes adicionales proporciona una base sólida para el posterior desarrollo y ejecución del proyecto. Es importante diferenciar la propuesta de lo existente para ofrecer una contribución única y significativa al campo del *rigging* dinámico. Esto implica la exploración de nuevas técnicas y la integración de tecnologías emergentes para mejorar la calidad de las animaciones.

Anteriormente se ha hablado del uso del *stop motion* como referente para el estilo del proyecto, sin embargo, también se empleará como referencia compositiva.

“*Le théâtre de Bob*” (1906) es una referencia valiosa en el ámbito de la composición de planos *stop motion* y del tiro de cámara. Este cortometraje ofrece una rica fuente de inspiración para la creación de composiciones visuales coherentes a la época en la que queremos ambientar el corto. Su enfoque en la manipulación cuidadosa de los elementos escenográficos y la iluminación meticulosa contribuye a la creación de atmósferas atractivas. Al estudiar la técnica de composición utilizada en “*Le théâtre de Bob*”, el proyecto puede obtener ideas sobre cómo mejorar la estética visual y la narrativa de las escenas *stop motion*, así como explorar diferentes técnicas de tiro de cámara para resaltar la acción y el drama.

El cortometraje también contará con una estructura de plano similar al visto en “*Le théâtre de Bob*”, pero digitalizando el proceso al convertir las marionetas en *ragdolls* en lugar de títeres físicos.



Ilustración 1 Imagen sacada de "Le théâtre de Bob" (1906).

En cuanto al *plugin* desarrollado por Marcus Ottoson, Ragdoll Dynamics, representa una herramienta fundamental para la implementación del *rig* dinámico en el proyecto. Este *plugin* proporciona simulaciones físicas realistas para el movimiento de los títeres, lo que permite crear animaciones orgánicas y fluidas con un alto grado de realismo. La capacidad del *plugin* para simular interacciones físicas, como la gravedad, la colisión y la inercia, proporciona un nivel adicional de autenticidad a las animaciones, lo que concluye en un resultado final más inmersivo y convincente. Al aprovechar las capacidades de Ragdoll Dynamics, el proyecto puede explorar una amplia gama de movimientos y comportamientos para los títeres, lo que abre nuevas posibilidades creativas y expresivas.

La integración de estos referentes y herramientas en el proyecto no solo enriquecerá su desarrollo, sino que también contribuirá a la creación de una experiencia visualmente impactante y narrativamente resonante. Al combinar la estética y la técnica de “*Le théâtre de Bob*” con el *plugin* Ragdoll Dynamics, el proyecto podrá alcanzar sus objetivos creativos y artísticos, brindando una experiencia única en el mundo de la animación y los títeres dinámicos.

## Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.1 Planificación del proyecto

El plan de desarrollo desempeña un papel crucial en cualquier proyecto, ya que, sirve como guía que orienta el proceso del mismo. Establece la visión general del proyecto y traza un camino hacia el producto final deseado, evitando así la desorganización e ineficacia mediante el desglose de tareas con objetivos definidos.

Las tareas se encuentran estructuradas en fases y respaldadas por diagramas y tablas para garantizar una comprensión eficiente y clara en todo el proceso de creación del proyecto.

Para un desglose detallado de las diferentes tareas y su correspondiente organización, se ha utilizado un *diagrama de Gantt*. Cada fase del diagrama representa un proceso específico, facilitando la asignación y seguimiento del progreso del proyecto. La estructuración de este diagrama se logró con la herramienta *Jira* de *Atlassian*, que proporciona una gestión eficiente del proyecto, permitiendo una planificación detallada, asignación de tareas y seguimiento del progreso a lo largo del tiempo.

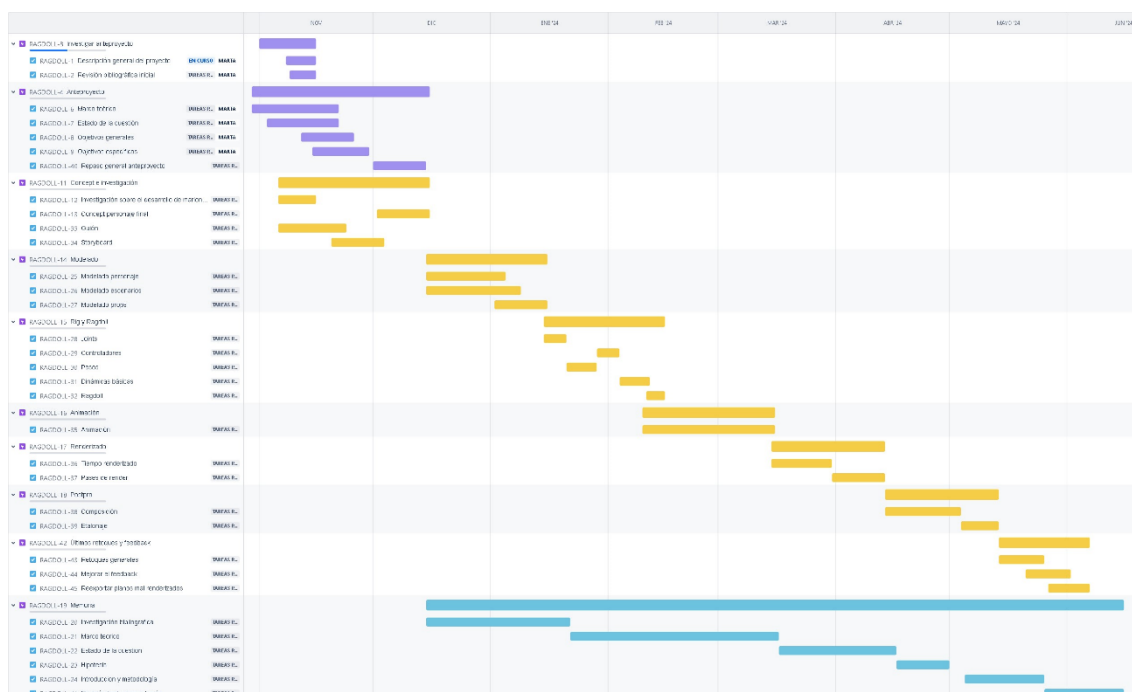


Ilustración 2 Planificación del proyecto.

Para lograr el correcto desarrollo del TFG, como se observa en el diagrama, se ha optado por dividir el proceso en tres apartados generales, los cuales están representados por diferentes colores, Anteproyecto, morado; Fase práctica, amarillo; y la memoria del proyecto, en azul. Estos apartados generales cuentan además con diferentes tareas que contienen diferentes subtareas.

A continuación, se detallarán estas tareas, iniciando con la investigación de fuentes y finalizando con los últimos retoques del proyecto teórico y práctico.

La fase inicial del proyecto se centra en definir el tema y objetivos del TFG mediante una revisión bibliográfica, que se verá reflejada en el marco teórico, estado de la cuestión, contextualización del problema y objetivos específicos del anteproyecto. La entrega del anteproyecto marca el final de esta etapa, proporcionando una base sólida para el desarrollo del trabajo.

En la fase de desarrollo teórico, se realizará una búsqueda exhaustiva de fuentes sobre la construcción de marionetas y su influencia en la animación moderna, destacando técnicas utilizadas y ejemplos cinematográficos relevantes. La redacción del apartado teórico y analítico presenta un desafío de síntesis y conceptualización, asegurando coherencia en la información recopilada. Este apartado permitirá también identificar lagunas en el conocimiento actual, estableciendo la contribución única del proyecto. La definición de objetivos, formulación de la hipótesis, y la redacción de la introducción y desarrollo serán procesos cruciales que guiarán y darán propósito al TFG.

La fase práctica comienza con la investigación sobre el desarrollo de marionetas y *ragdolls* en la animación, buscando comprender posibles innovaciones y enfoques originales. A continuación, se elaborará un guion que integre conocimientos históricos y teóricos en el comportamiento del personaje, para su posterior conceptualización y modelado. El desarrollo del *rig* y del *ragdoll* es crucial para garantizar la funcionalidad y realismo del personaje animado, implementando físicas aprendidas para lograr movimientos y expresiones realistas. El renderizado, asegura la coherencia con la visión original del proyecto, y la postproducción pulirá detalles para cumplir con requisitos técnicos y destacar por la calidad artística y narrativa. Este proceso integral culmina con la entrega del producto.

En la etapa final, se pule el *feedback* y aportaciones que se realicen, además de preparar una presentación que destaque los aspectos clave del TFG. Esto incluirá la selección de elementos visuales, gráficos y datos relevantes para respaldar la exposición oral. La defensa ante el tribunal brinda la oportunidad de comunicar eficazmente hallazgos, proceso y contribuciones, demostrando un dominio completo del tema y del trabajo realizado. La presentación final tiene como objetivo destacar los logros y conclusiones de manera clara y persuasiva.

Siguiendo este plan de desarrollo se logrará una sinergia entre la teoría y la aplicación práctica en el ámbito de la animación, destacando la importancia de una planificación detallada y la adaptabilidad en cada etapa del proyecto.

### **3.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas**

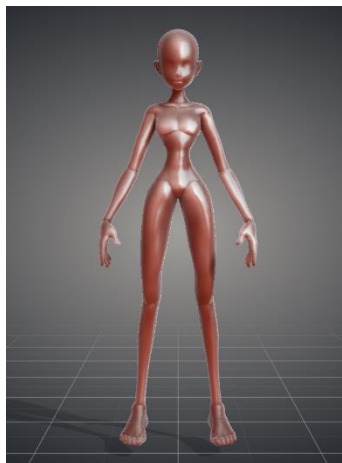
Este proyecto nace con la intención de darle solución a las hipótesis planteadas, sin embargo, para poder llevar a cabo una solución práctica, se necesitaba ambientar y contextualizar el uso de este *rig* dinámico. Para lograr este propósito, se debe seguir el proceso de desarrollo desde el comienzo de la preproducción.

### 3.2.1 Desarrollo del proyecto

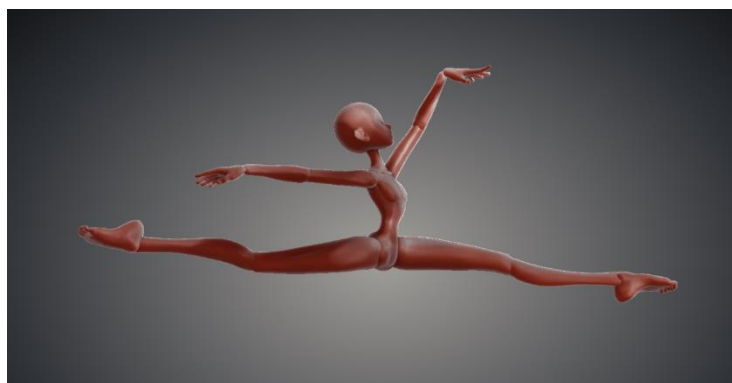
El proceso de preproducción comienza con el guion (ver Anexo I: Guion), donde se puede observar, que se va a emplear el uso del *rig* dinámico como una marioneta de cuerdas o títere manejado por un control. La historia enseñará cómo esta marioneta de cuerdas se transforma en un personaje real mientras ejecuta su danza, transportando así al espectador a un ambiente completamente diferente.

Una vez finalizado el guion, se desarrolla el storyboard, donde se dibuja y estructura que tipos de planos se van a usar en cada momento del cortometraje. Este storyboard también consigue que se cumplan todas las reglas de continuidad.

Sin embargo, antes de comenzar el storyboard, era crucial contar con un diseño previo de personaje o realizar una primera búsqueda de referencias, para así poder estructurar los planos de la manera más fiel posible al resultado que se quiere conseguir. El uso de herramientas como *Design Doll* ayuda en el caso de no tener buenas habilidades de dibujo, ya que permite realizar un modelo 3d editable y manejable para tener una mayor concepción de las proporciones y formas que se usan en el diseño.



*Ilustración 3 Proporciones del personaje realizado con Design Doll.*



*Ilustración 4 Pose del personaje realizado con Design Doll.*

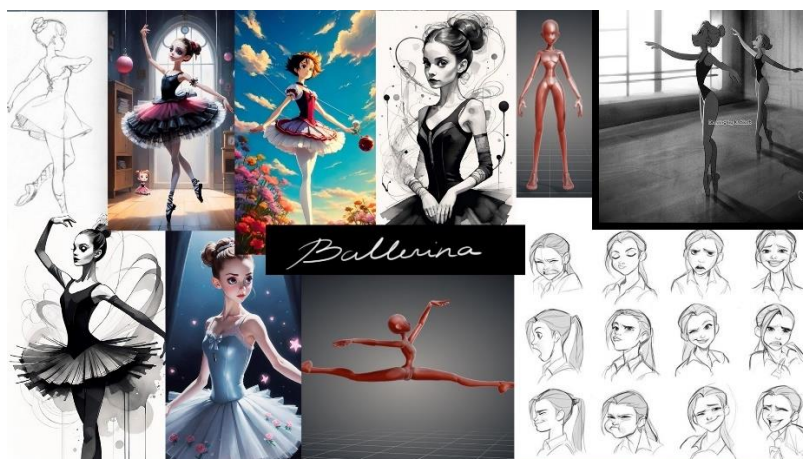
Con el personaje prototipado y un primer diseño realizado, se termina el storyboard (ver Anexo II: Storyboard) y se pasa al proceso de concept de los dos personajes, la marioneta, y la transformación que sufre a una chica real.

En primer lugar, se hace una búsqueda exhaustiva de referencias para el títere, donde se observan los diferentes tipos de marionetas existentes y sus respectivos controles. Se decide optar por el control básico en forma de cruz como referencia principal.



*Ilustración 5 Referencias de la marioneta.*

En cuanto a la chica, se buscan referencias tanto de bailarinas profesionales como de personajes 3d que casen con el estilo, ya que, tanto la chica como la marioneta debían contar con un diseño similar, para así lograr una continuidad dentro de la propia discontinuidad del cambio de escenario.



*Ilustración 6 Referencias de la chica.*

El proceso de concept continúa y posteriormente finaliza con los diseños de trajes y pruebas de color.

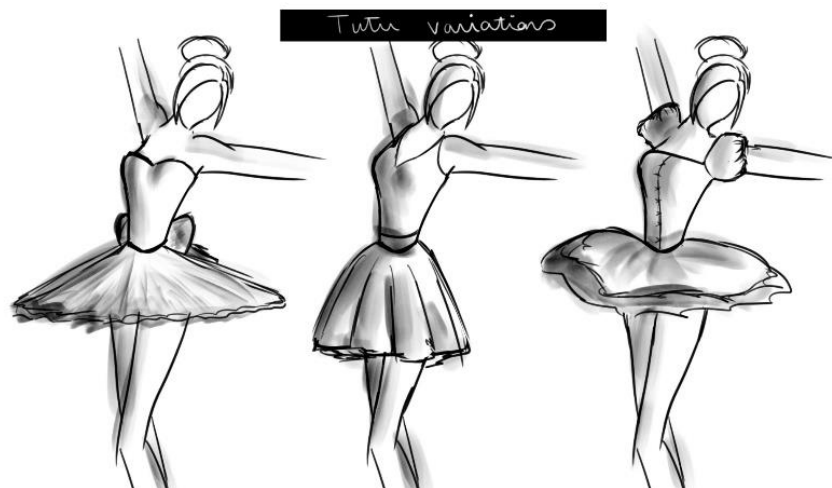


Ilustración 7 Variaciones del tutú.



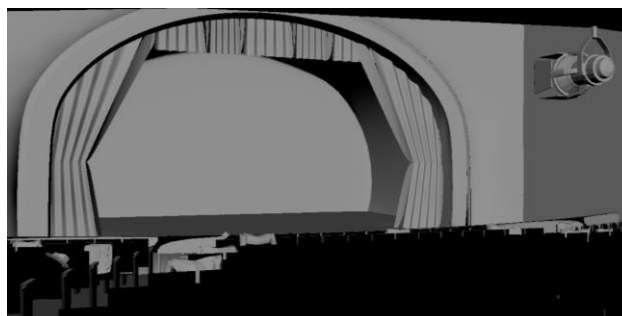
Ilustración 8 Pruebas de color.

El modelado del proyecto comienza con la realización de los diferentes escenarios incluyendo la casa que alberga el teatro de marionetas y el auditorio. Sin embargo, debido a restricciones de tiempo y la necesidad de priorizar otros elementos esenciales, se tomó la decisión de simplificar la representación de la casa en el proyecto. En lugar de asignar recursos significativos al detalle de la casa, se optó por descargar modelos preexistentes de plataformas como Sketchfab o Turbosquid para utilizarlos como relleno, manteniéndolos desenfocados y en segundo plano (Anexo III: Tabla de recursos descargados). En paralelo, se continúa con la elaboración del teatro de marionetas como el centro de atención principal. Se procedió entonces a construir la estructura base del teatro y se implementaron técnicas de simulación de telas utilizando el sistema *cloth* de Maya para agregar cortinas, a fin de obtener mayor profundidad y realismo en el escenario principal.



*Ilustración 9 Modelado del teatro de marionetas.*

Para el auditorio, se desarrolla una base para el edificio, el escenario y los objetos principales, además de desarrollarse varios elementos adicionales y demás accesorios. Para este escenario también se descargan diferentes modelos de focos u objetos que no tienen mayor relevancia, pero aportan sensación de multitud (Anexo III: Tabla de recursos descargados).



*Ilustración 10 Modelado del auditorio.*

El modelado de los diferentes *props* también es esencial, como es el caso del gramófono, asegurando una topología adecuada para facilitar su animación, dado que interactuará con los personajes.



*Ilustración 11 Modelado gramófono.*

La fase de modelado continúa con el esculpido del personaje de la chica. Se comienza por este para poder después adaptarlo al cuerpo de una marioneta, dividiendo las partes para después unir las mediante piezas que actúen de bisagra.

Para que los siguientes procesos sean lo más sencillos posibles, se tiene que contar con un correcto modelado y una correcta topología, siguiendo fielmente los detalles del concept y las instrucciones de las diferentes guías de titiriteo. Para esto se optó por realizar las articulaciones redondeadas para que tuviera un arco de movimiento mayor en vez de piezas unidas mediante engranajes, y separar correctamente las diferentes partes del cuerpo en las que queremos una movilidad plena y en las que no. Por ejemplo, el torso, tiene mucha menos movilidad que las piernas o los brazos, ya que, al ser una bailarina, es probable que sean las partes más visibles de esta.

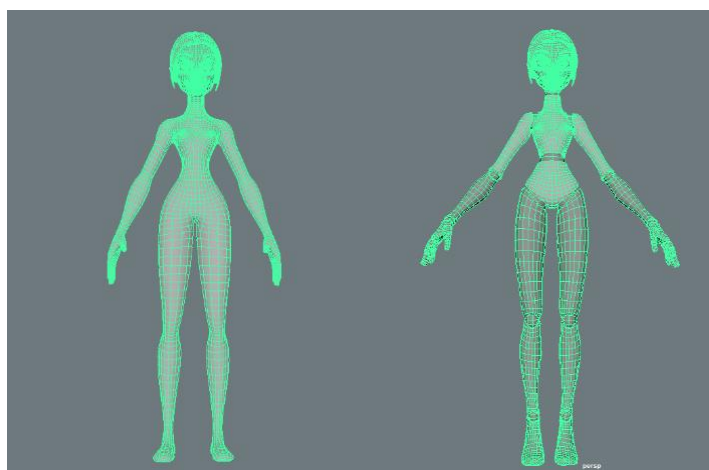


Ilustración 12 Modelado y topología de la chica (izq) y la marioneta (der).

Finalizado el proceso, se obtienen las *uvs* de ambos personajes para la fase de texturizado. Las *uvs* se expanden en diferentes cuadrantes para poder contar con una mayor resolución de texturas, además de facilitar el proceso de texturizado. En este proceso se *bakean* los modelos y seguidamente se le atribuyen materiales que se van formando de diferentes colores base, filtros y generadores para aportar el aspecto de la textura deseada.

A continuación, el proyecto sigue con la fase de *rigging*, la cual comprende el tema por el cual se desarrolla el TFG. Sin embargo, el proyecto no solo cuenta con el *rig* dinámico de la marioneta, sino también con el *rig* de la chica.

Para la creación de ambos *rigs*, se han implementado un *rig* de control y uno de deformación. El *rig* de control se utiliza para manejar y manipular la animación del personaje, mientras que el *rig* de deformación se encarga de la estructura y apariencia final del personaje al moverse.

Para el desarrollo del *rig* de control de la chica, tanto corporal como facial, se utiliza el *plugin advance skeleton 5*, para así poder centrar los esfuerzos y el tiempo en el *rig* de deformación de la chica y en el *rig* dinámico de la marioneta.

En el caso del *rig* de deformación de la chica, se han utilizado sistemas de deformadores avanzados, como *bendy limbs* (para lograr movimientos más flexibles y curvados en las extremidades) y *twists* (para permitir torsiones más naturales en el cuerpo), mientras que el *rig* de deformación de la marioneta es más simple.

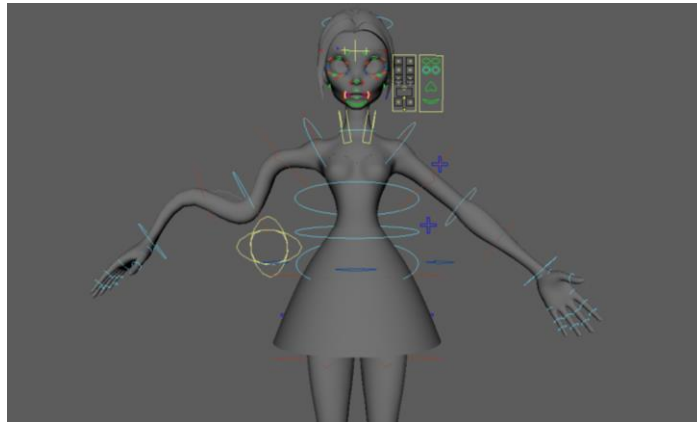


Ilustración 13 Rig de la chica usando deformaciones *bendy limb* y *twist*.

Finalmente, se procede con el desarrollo del *rig* de deformación facial de la chica, ya que la marioneta no cuenta con *rig* facial. En primer lugar, se lleva a cabo el pesado inicial, seguido por la elaboración de los *keyshapes*. En esta fase, se esculpen formas específicas del rostro que representan expresiones faciales, como sonrisas, ceños fruncidos y guiños. Estos *keyshapes* se integran con el *rig* de deformación para mejorar las expresiones faciales. Por último, se somete al *rig* a una prueba de deformación para asegurar su correcto funcionamiento.

También se realizaron *rigs* de diferentes elementos y accesorios como el pelo, la falda dinámica o el gramófono. La falda, está realizada con simulación *cloth*, para poder lograr de esta manera un aspecto de tela realista. El pelo se efectúa de una manera diferente para añadir también otro sistema de dinámicas adicional similar al *ragdoll dynamics* pero manual. Este se realiza mediante la creación de *joints* y el sistema de dinámicas *nhair*.

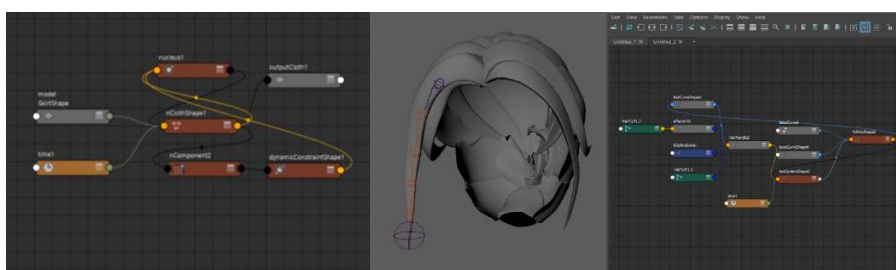


Ilustración 14 Editor de nodos del sistema *NCloth* (izquierda) y *NHair* (derecha).

Para el gramófono se implementó un *rig* de objeto básico con sus respectivos límites, *driven keys* y automatismos.

La fase de animación tiene un papel fundamental en el proyecto, ya que, además de conseguir el estilo final del proyecto, es la que terminará de formular los objetivos, conclusiones y análisis

siendo donde se prueba el *rig*. La animación del proyecto se divide en dos partes, la animación de la marioneta o del *rig* dinámico y la animación de la chica.

Para la animación de la chica se ha efectuado la base de animación en *motion capture*, para después ajustarla y retocarla a los planos y timing oportunos. La mayor parte de la animación ha sido grabada con el traje de *motion capture*, sin embargo, debido a la naturaleza específica de ciertas secuencias que involucran técnicas de ballet avanzadas, se recurrió a bibliotecas de *motion capture* como Mixamo o Mocap Market para obtener las acciones necesarias (Anexo III: Tabla de recursos descargados). Estas acciones fueron posteriormente ajustadas y retocadas para adaptarlas a los planos y timing específicos de la escena.

Para la grabación del *mocap* se deben seguir una serie de pasos. El primero es calibrar el traje y realizar la acción para grabar la captura. Una vez se cuenta con la grabación, se exporta a Motion builder para convertirla en fbx y así poder importarla dentro de Maya. Se sigue un proceso básico mediante la creación de un *quick rig* dentro de Maya para asignar la captura de movimiento al *rig* de la chica y posteriormente *bakear* la animación de la captura al *rig*. Con este proceso los *keys* de la captura estarán en los huesos del *rig* de la chica, y de esta forma mediante capas se pulirá la animación.

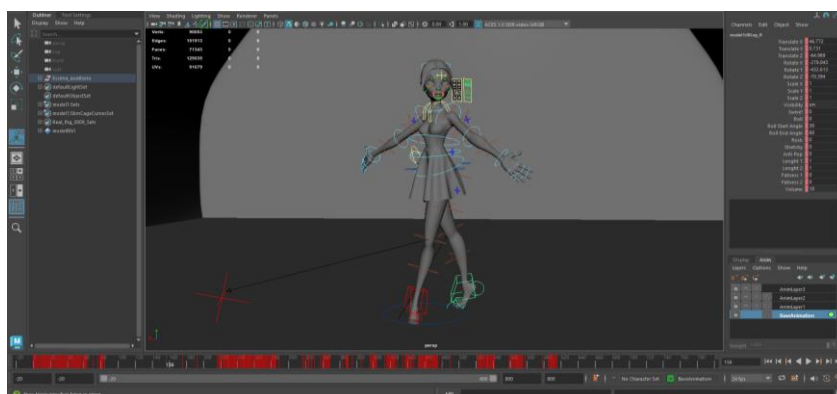
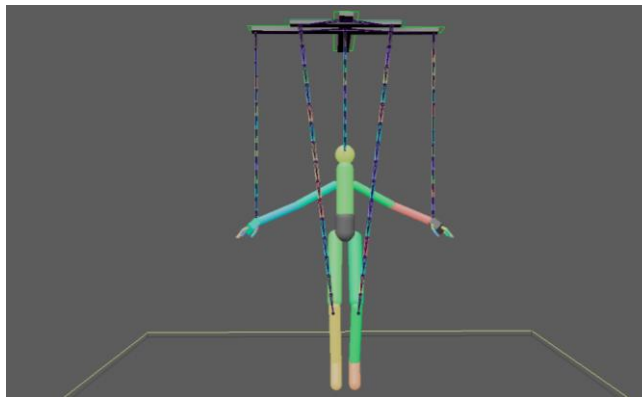


Ilustración 15 Proceso de limpieza del mocap.

Para la animación de la marioneta se han efectuado diferentes pruebas para comprobar la funcionalidad del *ragdoll* y así seguir el proceso que más agilice el trabajo. Este proceso se basa en la mezcla entre el uso de las piezas o partes del cuerpo de la marioneta que están animadas y las que están simuladas. Estas piezas se alternan, dependiendo la que queremos que sea la parte que guía al resto del *rig*.



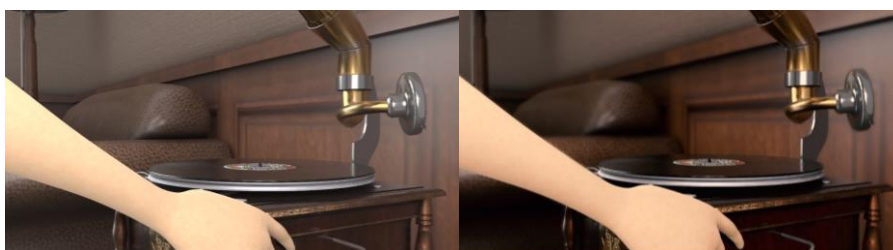
*Ilustración 16 Ragdoll de marioneta. Piezas grises animadas y de colores simuladas.*

Al dividir los planos de animación según la cámara se consigue una mayor velocidad para iluminar los planos, ya que, la iluminación estaba efectuada por un único *hdr* que aporta ambientación y focos específicos para cada plano que iluminaban las partes en las cuales se quería un mayor contraste.

El proceso de render es la última parte de la producción y para realizarlo y contar con una mayor posibilidad de retoque se sacaron los renders por pases. Estos pases de render permiten lograr una composición mucho más realista, además de poder lograr resultados variados con los mismos renders, siendo positivo en este cortometraje que cuenta con dos espacios diferentes.

Finalmente, se realizó el postproceso del cortometraje, comenzando con un primer montaje de los planos sin retocar. Esto permitió generar un montaje de prueba y trabajar en el audio paralelamente a la edición y efectos. Gracias a que los planos contaban con los pases de render necesarios, el postproceso se completó rápidamente.

En primer lugar, se abordó la postproducción del plano en el que se enciende el gramófono, que, además de ser el primer plano finalizado, requería mayor postproducción. Se añadió el efecto de profundidad de campo y se corrigieron los diferentes pases para mejorar un resultado más profesional.

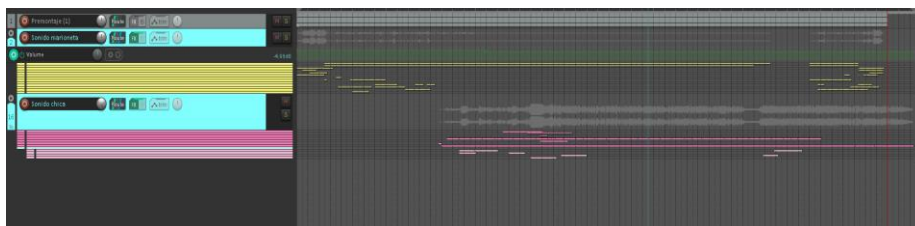


*Ilustración 17 Comparativa de fotogramas sin y con primera corrección.*

A continuación, se trabajaron los planos de la marioneta, donde se aplicó un efecto de película antigua mediante etalonaje y efectos de ruido. También se redujo la tasa de fotogramas a 8 en vez de 24 por segundo, para lograr el efecto *stop motion* deseado.

Después de finalizar los planos de la marioneta, se continuó con el postprocesado de los planos de la chica. En un comienzo se quería optar por un efecto más fantasioso, con efecto 2d y un estilo de render algo diferente a lo que se está más habituado a ver. Sin embargo, la falta de tiempo hizo que se optara por el uso de un estilo más común, necesitando así los planos únicamente ajustes menores en los pases y la adición de algún efecto. Al concluir el postproceso de todos los planos, se realizó el montaje final, en el cual se ajustaron tanto el etalonaje como las transiciones entre los planos.

Paralelamente, se trabajó en el audio del proyecto en Reaper. Se llevó a cabo una investigación sobre música, concluyendo con el uso del acto II de la ópera Giselle. También se buscaron otros efectos necesarios, como el sonido del vinilo y el choque de madera de la marioneta. Para conseguir estos efectos se usaron librerías como Envato Elements (Anexo III: Tabla de recursos descargados). Luego, se integraron todos los sonidos en una pista de audio, ajustando y comprimiendo el sonido final para evitar distorsiones, completando así el proceso de audio del proyecto.



*Ilustración 18 Captura del audio del proyecto.*

Una vez generado el máster de audio, este se añadió al montaje final con el etalonaje previamente realizado, dando por terminado el cortometraje.

### **3.2.2 Solución propuesta**

A partir de la exploración de una amplia gama de marionetas y sus respectivos controles, así como del diseño conceptual de la marioneta, se sigue un enfoque que refleja fielmente el tipo de movilidad deseado. Como resultado, se desarrolla un títere con un sistema de manipulación de hilos simple, como es el caso de los títeres que cuentan con controles de 4 a 6 hilos. Estos títeres disponen de un control en forma de cruz para la movilidad de la parte superior, y un control extraíble en las piernas para lograr la manipulación deseada.

Normalmente, en estos títeres, el hilo que controla la cabeza está unido a ambos extremos de la cruceta, mientras que los brazos están conectados al centro. Sin embargo, para garantizar un correcto uso en un contexto de animación, en el diseño final se considera más adecuado colocar los hilos de los brazos en los extremos del control. Esto se debe a que los brazos son los componentes con mayor movilidad en el *rig*, permitiendo que la cabeza permanezca estable mientras el resto del cuerpo se mueve independientemente.

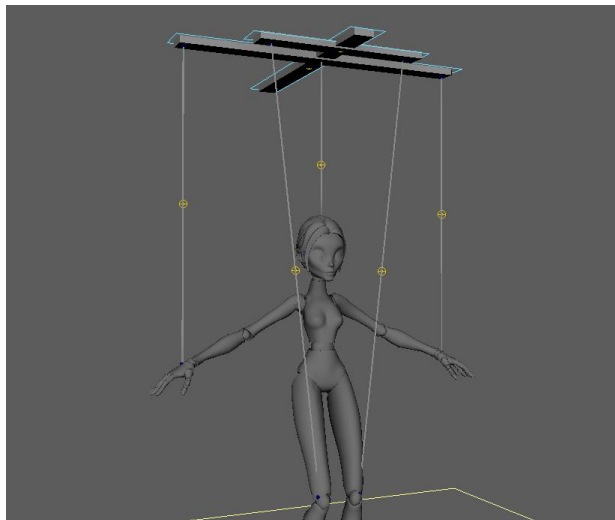


Ilustración 19 Uniones del control de la marioneta.

Una vez finalizada la estructura del títere y establecidos los puntos de unión de los hilos en la cruceta, comienza el proceso de *rigging*. Antes de iniciar este proceso, se define la jerarquía adecuada para garantizar que, aunque se utilicen pocos *joints* o controles, las diferentes partes del cuerpo puedan actuar a su vez como inicio y como final de la jerarquía. Finalmente, se decidió desarrollar el *rig* de la marioneta de manera independiente al *rig* de la cruceta, para luego integrarlos mediante nodos, *constraints* o el propio plugin de *Ragdoll Dynamics*, según las necesidades específicas del *rig* final.

El *rig* de la marioneta se compone de un esqueleto de *joints* simple, donde los brazos se controlan mediante un sistema FK (Forward Kinematics) y las piernas mediante un sistema IK (Inverse Kinematics). No se ha implementado ningún tipo de *switch* debido a que agregar un *switch* FK-IK o un cambio de pivote podría aumentar significativamente el uso de recursos del *rig*, el cual ya demanda bastante rendimiento debido al sistema de dinámicas y poleas.

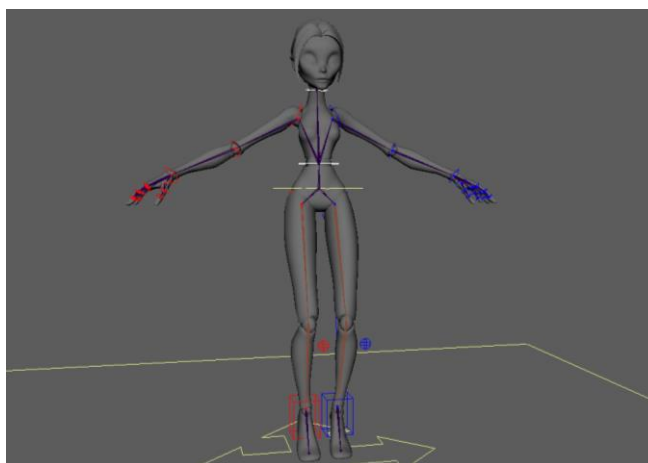


Ilustración 20 Rig marioneta sin control.

Durante el proceso, se identifica la preocupación de que el *ragdoll* pueda consumir recursos excesivos o que no siempre se desee tener la marioneta en modo dinámico. Para abordar esta situación, se propone una solución que permita activar y desactivar el *ragdoll* según sea necesario. De esta manera, el *rig* contaría con una versión dinámica y otra en la que no lo sería, ofreciendo una solución al problema. Es por esto por lo que el sistema de poleas se ha implementado de dos maneras diferentes.

El primer método implica un sistema dinámico que se utiliza cuando la marioneta está en modo *ragdoll*. Para este sistema se realiza una cadena de *joints* en cada una de las cuerdas y se emplea un sistema de poleas y configuración dentro de los nodos del plugin empleado. Esto permite establecer múltiples conexiones y que el control de madera sea el encargado de manipular tanto los hilos como la marioneta.

Además, este sistema permite desactivar partes específicas del *rig* dinámico, lo que posibilita, por ejemplo, que sea el brazo la única parte con un *rig* dinámico activo. De esta manera, se pueden ajustar diversos parámetros de deformación del *ragdoll*, como la forma en que rebotan las articulaciones, la fuerza aplicada...

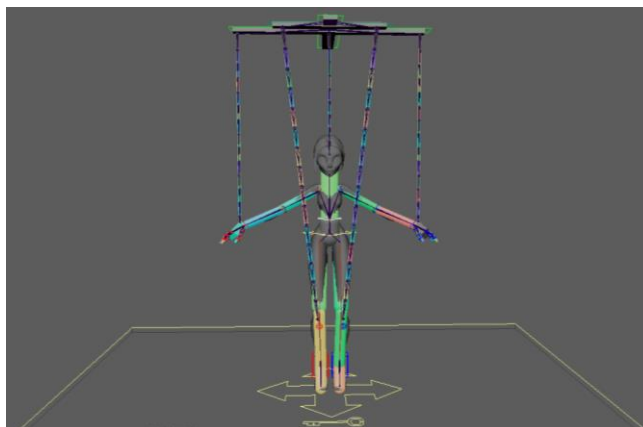


Ilustración 21 Rig de la marioneta y del control con *ragdoll* activo.

El segundo método es un sistema dinámico que se utiliza cuando la marioneta actúa como *rig* principal que controla el movimiento de las cuerdas. En este método se emplea un sistema de poleas en el que, mediante físicas dentro de Maya como los *ncloth*, se permite que una de las partes al tirar de un punto con determinada fuerza mueva otra parte en respuesta. Esta interacción se logra ajustando diversos parámetros del *ncloth*, como la resistencia del material y la fuerza aplicada al moverlo.

El *rig* Incluye un interruptor general que controla la activación y desactivación del *ragdoll*, según las características específicas que se deseen, ya sea precisión o realismo.

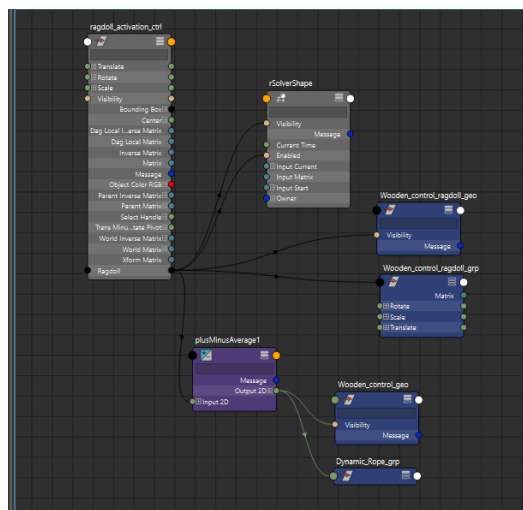


Ilustración 22 Nodos de activación y desactivación del ragdoll.

Las articulaciones y controles del *rig* dinámico, están delimitados a unos ángulos y direcciones lo más realistas posibles para evitar la sensación de rotura que elimina la credibilidad del *ragdoll*.

Finalmente, se integra el *rig* en el escenario y se realiza una sencilla prueba de animación para observar cómo se comportan las físicas a escala dentro del entorno del escenario. Este *rig* cuenta con la flexibilidad y la adaptabilidad del *ragdoll* necesarias para lograr movimientos fluidos pero controlados. Esto hace que el *rig* sea novedoso y pueda aportar avances creativos en la industria para conseguir diferentes resultados.

### 3.2.3 Análisis de planos usados en *stop motion*

Además del desarrollo del proyecto, para que la narrativa contara con la mejor ambientación y sentido posible, se realizó un análisis detallado de los planos utilizados en el *stop motion*. El objetivo era asegurar que la narrativa visual no solo fuese coherente y atractiva, sino también que reflejara un alto nivel de detalle y profesionalismo, aprovechando tanto las técnicas tradicionales como las innovaciones digitales.

En el uso de planos en *stop motion* con marionetas y en animación 3D con *rigs* de personajes, se observan diferencias significativas en cuanto a la elección y aplicación de técnicas visuales.

El uso de planos en el *stop motion* ha evolucionado a lo largo de la historia del cine animado, adaptándose a las necesidades narrativas y técnicas de cada época. Inicialmente, en los primeros cortometrajes de animación *stop motion*, los planos solían ser más estáticos y simples, con un enfoque en mostrar claramente la acción sin mucha complejidad visual. Sin embargo, a medida que la cinematografía avanzaba, también lo hacía el *stop motion*. De esta manera, los cineastas comenzaron a experimentar con una mayor variedad de ángulos y composiciones para añadir profundidad y dinamismo a sus películas.

Se puede apreciar, por ejemplo, en cortometrajes como "The Cameraman's Revenge" (1912) de Starevich, el uso predominante de planos generales abiertos, que permiten una visión amplia de las escenas y acciones de los personajes.



Ilustración 23 Imagen sacada de "The cameraman's revenge" (1912)

Mientras tanto, años más tarde, en obras como "The Mascot" (1934) del mismo director, se pueden observar cambios de plano que contribuyen a la narrativa visual y la expresión emocional de los personajes. Este cortometraje emplea una variedad de planos y movimientos de cámara. Estos se utilizan para enfocar la atención del espectador en diferentes aspectos de la historia y para crear tensión o emoción en determinadas escenas.



Ilustración 24 Imágenes sacadas de "The Mascot" (1934)

Durante las décadas de 1950 y 1960, directores como Ray Harryhausen introdujeron una gama más amplia de planos, incluyendo primeros planos detallados de los modelos y movimientos elaborados de los personajes. Estos planos permitieron al público apreciar mejor el trabajo artesanal detrás de cada fotograma y sumergirse en mundos fantásticos llenos de criaturas extraordinarias.

Con la llegada de la animación en 3D y las técnicas digitales, los planos en el *stop motion* han seguido evolucionando. Ahora, los cineastas combinan las técnicas tradicionales con herramientas digitales para lograr efectos visuales más complejos y una mayor variedad de planos. Además, se han implementado movimientos de cámara complejos como *travellings*

aéreos o el uso de grúas, gracias al avance de las tecnologías en el proceso de maquetación. Esto ha llevado a una expansión en la creatividad y la expresión artística en el *stop motion* con el objetivo de contar historias de manera más efectiva y emocionante.

Ejemplos recientes de películas, como "Pinocchio" de Guillermo del Toro, ejemplifican cómo estos planos han evolucionado a lo largo de los años, destacando la meticulosidad del trabajo manual.



*Ilustración 25 Imágen sacada de "Behind-the-scenes of stop motion in Guillermo del Toro's Pinocchio"*

En el cortometraje final, se tuvo en cuenta la época en la que se quería ambientar el proyecto y los planos utilizados en esa época. Por ello, se emplearon planos más abiertos al inicio, que luego se fueron cerrando y cambiando a medida que avanzaba el cortometraje, imitando las técnicas utilizadas entre los años 1910-1912.

### **3.2.4 Análisis de planos que implican cambios de escenario**

De la misma manera que se ha realizado un análisis de los planos en el *stop motion*, se procederá a examinar un recurso también usado en el cortometraje: los cambios de espacio.

Los cambios de espacio dentro del campo de visión pueden equipararse en el ámbito cinematográfico a recursos como el *flashback* y el *flashforward*, siendo herramientas cinematográficas poderosas que pueden utilizarse para diversos propósitos narrativos y estilísticos.

Aunque los cambios de espacio y los saltos en el tiempo suelen usarse de manera similar, estos pueden presentar una serie de cambios. Los saltos pueden emplearse para crear tensión, sorpresa o revelaciones impactantes en la trama. Sin embargo, los cambios de espacio pueden emplearse además de para transmitir emociones, para establecer relaciones espaciales entre personajes o elementos clave de la trama. Pueden observarse las diferencias con diversos ejemplos.

En películas como "Pulp Fiction" de Quentin Tarantino, se utilizan saltos en el tiempo para desordenar la narrativa lineal y presentar eventos de manera no cronológica, lo que mantiene al espectador intrigado y comprometido con la historia.

Sin embargo, en "Birdman" de Alejandro González Iñárritu, aunque se utiliza el cambio de espacio, al usarse en forma de plano secuencia, este crea la ilusión de continuidad temporal y espacial, lo que sumerge al espectador en la experiencia cinematográfica y refleja la sensación de caos y frenesí detrás del escenario de un teatro.

Este tipo de cambios de escenario suelen emplearse mediante el uso de diferentes técnicas.

La primera de ellas y la más común sería el uso de efectos visuales, como la distorsión de la imagen o la utilización de filtros, junto con efectos sonoros característicos, para indicar un cambio en el tiempo o el espacio. Por ejemplo, en la película "Origen", Christopher Nolan utiliza efectos visuales y sonoros para diferenciar entre los distintos niveles de sueño en los que se desarrolla la trama.



Ilustración 26 Imagen con efectos de distorsión sacada de la película "Origen"

Otra forma del empleo de esta técnica sería mediante *match cuts*. Estos consisten en conectar dos escenas mediante un elemento visual, como un movimiento de cámara, un objeto o una acción que coincide o "encaja" entre ambas escenas. Por ejemplo, en la película "2001: Una odisea del espacio" de Stanley Kubrick, se unen dos escenas separadas por tiempo y espacio, creando una impresionante continuidad visual. Esta transición visual establece una conexión temática entre el pasado y el futuro, simbolizando el progreso y la evolución de la humanidad.

También comúnmente suelen usarse los cambios en la iluminación de una escena para indicar un cambio en el tiempo del día o el lugar. Por ejemplo, en "El Resplandor", Stanley Kubrick utiliza cambios en la iluminación para crear una sensación de dislocación temporal y espacial en la mente del personaje principal.

El travelling circular es una técnica cinematográfica que implica desplazar la cámara en un movimiento circular alrededor de un sujeto o punto de interés. Esta técnica, aunque menos común como recurso de cambio de espacio, se utiliza de manera impactante en la película "Ciudad de Dios" dirigida por Fernando Meirelles y Kátia Lund. En esta obra, el travelling circular no solo busca sumergir al espectador en el entorno de la Ciudad de Dios, sino que también crea una sensación de continuidad a pesar de los cambios de espacio, generando así una atmósfera tensa y envolvente.



Ilustración 27 Imágenes del travelling circular sacadas de "Ciudad de dios".

Estos recursos permiten la implementación de diversas técnicas en el cortometraje, añadiendo dinamismo a las transiciones entre el mundo realista y el mundo imaginario. Se ha decidido utilizar el travelling circular para el primer cambio de espacio, y un *match cut* con cambios de iluminación y color para el retorno a la marioneta. Además, se han empleado efectos sonoros para diferenciar los espacios, comenzando con un efecto de vinilo y cambiando a una orquestación cuando adquiere vida.

### 3.2.5 Herramientas empleadas

Durante el desarrollo del proyecto se han utilizado diferentes softwares y herramientas para el desarrollo de los diferentes apartados.

En la fase de preproducción, el uso de herramientas o softwares es limitado, sin embargo, destacan el uso de Jira para la planificación del proyecto, Word para escribir el guion, y Adobe Photoshop para la realización del storyboard y los diferentes *concepts*, bocetos, pruebas de color... Además, se utiliza el software *Design Doll* anteriormente mencionado para crear una base 3d del personaje y contar con una mejor comprensión de sus proporciones.

A lo largo de la producción se han empleado varios softwares, incluyendo Zbrush y Adobe 3D Painter, aunque el software principal utilizado en el proyecto ha sido Autodesk Maya. Este software ha sido utilizado para llevar a cabo tanto el modelado de *props* y escenarios como el *rigging* y la animación de todos los objetos y personajes presentes en la escena.

Además, dentro de Maya, se han usado diferentes *plugins* y *scripts* para implementar todos los sistemas deseados y agilizar el trabajo repetitivo. Por ejemplo, se ha utilizado el script de "root auto", para agilizar el proceso de creación de controles en la posición de los *joints*, así como los *plugin* Ragdoll Dynamics para la creación del *ragdoll* y Advance Skeleton para la estructura de control del esqueleto.

Además del uso de Maya para la animación, también se usa Autodesk Motion Builder para la parte de animación grabada con *motion capture*. Este software permite convertir los datos brutos del software de captura que se exportan en formato .bvh a .fbx.

Para la postproducción se ha priorizado el uso de los programas del paquete Adobe como Premiere para el montaje y el etalonaje y After Effects para los efectos y composición. Reaper se ha usado para el diseño de audio del proyecto utilizando bibliotecas de sonido como Envato Elements.

### 3.3 Recursos requeridos

#### Dispositivo Lenovo Legion Y540:

Procesador: Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz 2.59 GHz

RAM instalada: 16,0 GB

Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 1650

#### Softwares:

**Autodesk:** Maya Y Motion Builder

Zbrush

**Adobe:** Photoshop, Substance 3D Painter, Premiere, After effects

Reaper

Jira

#### Plugins y herramientas:

Ragdoll Dynamics

Advance skeleton 5.

Design Doll

#### Bibliotecas online:

Sketchfab

Turbosquid

Mixamo

Mocap Market

Envato Elements

#### Dispositivos de entrada:

Tableta gráfica: XP-Pen Artist 15.6 Pro con Pantalla FullHD IPS

Equipamiento de captura de movimiento.

**Acceso a internet para consulta de recursos y comunicación con expertos.**

**Asistencia de expertos en *rigging* y animación para consultas específicas.**

### 3.4 Viabilidad e implementación

#### 3.4.1 Análisis de Viabilidad Económica

El proyecto de implementación práctica de un *rig* dinámico completo en forma de títere conlleva una inversión inicial significativa, que se distribuye en varios aspectos clave.

En primer lugar, se requiere una investigación sobre el origen y la evolución de las marionetas a lo largo de la historia, lo que implica la adquisición de material de estudio, acceso a bases de datos especializadas y, posiblemente, la remuneración para entrevistas con expertos en el campo.

Además, para el desarrollo y la implementación del *rig* dinámico, se necesitarán recursos financieros para poder utilizar el software, o en su contra el desarrollo de uno propio, y, posiblemente, la contratación de profesionales especializados en los campos de *rigging* y animación 3D.

A pesar de estos costos iniciales, el proyecto tiene el potencial de generar beneficios significativos. En primer lugar, su valor educativo es notable, ya que profundiza en la evolución de las técnicas de animación y puede resultar en la creación de contenido educativo valioso para la comunidad académica y profesional. Asimismo, el proyecto ofrece oportunidades de investigación que podrían contribuir al avance del campo del *rigging* y la animación. Además, existe la posibilidad de monetización a través de la venta de contenido educativo, la participación en conferencias o la prestación de servicios de consultoría en animación y *rigging*.

Es por esto por lo que podría decirse que la viabilidad económica del proyecto dependerá de la capacidad para generar valor a través de los beneficios potenciales mencionados anteriormente en relación con los costes. Para lograr un análisis total de la viabilidad económica, se han desarrollado unas tablas con cantidades aproximadas para lograr un balance de los beneficios.

<b>Costos Asociados</b>	<b>Costo Aproximado (€)</b>
Investigación	
- Adquisición de Material de Estudio	200€
- Acceso a Bases de Datos Especializadas	100€
Desarrollo del Rig Dinámico	
- Recursos Financieros para uso de Software	2.000€
- Contratación de Profesionales Especializados	3.000€

*Tabla 1 Tabla de costos.*

<b>Posibles Ingresos</b>	<b>Ingreso Aproximado (€)</b>
Venta de Contenido Educativo	
- Proyección de Ventas de Libros y Cursos en Línea	2.000€
- Ventas del rig/software	5.000€
Participación en Conferencias y Eventos	
- Honorarios por Conferencias y Presentaciones	2.000€
Servicios de Consultoría	
- Tarifas por Servicios de Consultoría	1.000€

*Tabla 2 Tabla de posibles ingresos.*

Análisis de Viabilidad Económica:

Costos Totales: 5.300€

Ingresos Totales: 10.000€

Beneficio Neto: 10.000€ – 5.300€ = 4.700€

Dado que los beneficios son positivos, se puede concluir que el proyecto tiene una buena viabilidad económica. Además, el período de retorno de la inversión es relativamente corto, lo que indica que los ingresos potenciales pueden compensar los costos asociados en un período razonable de tiempo.

### 3.4.2 Análisis de Sostenibilidad a Futuro

En cuanto a la sostenibilidad a futuro del proyecto, es crucial considerar la reutilización de sus resultados. Los conocimientos adquiridos y los resultados obtenidos en el proyecto, como la metodología de *rigging* desarrollada, pueden ser reutilizados en futuros proyectos de animación y *rigging*, lo que contribuiría a la sostenibilidad a largo plazo del trabajo realizado.

Además, si los hallazgos y metodologías del proyecto son innovadores y tienen un impacto significativo en la industria de la animación, es probable que contribuyan a la mejora de las prácticas estándar y, por lo tanto, a la sostenibilidad y evolución continua del campo. Esto proporcionará con los campos anteriormente mencionados ingresos económicos que pueden lograr la sostenibilidad económica a largo plazo del proyecto.

Sin embargo, será fundamental mantener los resultados del proyecto actualizados y relevantes en un entorno en constante cambio, lo que podría implicar la necesidad de continuar investigando y adaptando las metodologías a medida que surjan nuevas tecnologías y enfoques en la industria.

## 3.5 Resultados del proyecto y análisis

### 3.5.1 Resultados del proyecto

De acuerdo con los objetivos específicos proporcionados, se describirán los resultados finales obtenidos y cualquier cambio o comentario relevante durante el desarrollo del proyecto.

Durante el proceso de investigación histórica, se habría llevado a cabo una investigación exhaustiva sobre el origen y la evolución de las marionetas a lo largo de la historia. Esto habría proporcionado una base sólida para entender el contexto histórico y las técnicas tradicionales utilizadas en la animación con marionetas.

Se profundizaría en el proceso de construcción de marionetas, especialmente en su aplicación en el *stop motion*, lo que permitiría entender los principios de movimiento y manipulación que luego se aplicarían en el *rig* dinámico digital.

Se habrían investigado técnicas específicas utilizadas en la animación con marionetas, destacando ejemplos emblemáticos de la industria cinematográfica. Esto habría proporcionado una comprensión detallada de las posibilidades creativas y técnicas disponibles en este campo.

En la fase de análisis teórico, se habría estudiado la transición de las marionetas al entorno 3D mediante los *ragdolls*, analizando su funcionalidad, desafíos y avances tecnológicos. Esto habría

proporcionado una comprensión completa de cómo adaptar los principios de las marionetas tradicionales al medio digital.

Se habría examinado cómo las marionetas han enriquecido las historias contadas en la animación, resaltando su influencia en la narrativa visual. Esto habría proporcionado una base teórica sólida para aplicar principios narrativos en el desarrollo del cortometraje final.

En la fase práctica, se habría desarrollado el guion del cortometraje, basado en los conocimientos adquiridos durante la investigación histórica y teórica. El diseño detallado del personaje y el modelado se habrían realizado considerando las particularidades anatómicas de los títeres.

Se habría implementado un *rig* dinámico completo, aplicando los principios físicos aprendidos durante la investigación teórica. Esto habría implicado el desarrollo de un *rig* con restricciones y controladores para simular reacciones físicas auténticas, aprovechando las capacidades del *ragdoll* implementado.

Finalmente, se habría animado y renderizado al personaje, aplicando los principios de la narrativa visual explorados en la investigación teórica. El resultado final sería un cortometraje que captura de manera efectiva las expresiones y movimientos del personaje *riggeado* dinámicamente, contribuyendo al enriquecimiento del medio y explorando nuevas posibilidades en la industria de la animación.

### 3.5.2 Cambios durante el proyecto

La flexibilidad y adaptabilidad durante el proceso de desarrollo serían clave para garantizar el éxito del proyecto.

A lo largo del proyecto, se produjeron algunos cambios y adaptaciones con respecto a los objetivos iniciales, lo que enriqueció el proceso y los resultados obtenidos. Inicialmente, la investigación histórica se centró en la evolución de las marionetas y su aplicación en el *stop motion*, pero durante el desarrollo del proyecto se amplió para incluir un análisis más detallado de las técnicas de construcción de marionetas y su influencia en la animación cinematográfica.

En cuanto al análisis teórico, si bien se había planeado principalmente estudiar la transición hacia los *ragdolls* en entornos 3D, se identificó la necesidad de explorar también cómo las marionetas tradicionales influyeron en el diseño y la implementación de los *ragdolls*, lo que proporcionó una perspectiva más completa de la modernización de las marionetas.

En la aplicación práctica, el desarrollo del *rig* dinámico completo requirió más tiempo del previsto inicialmente debido a la complejidad de replicar los movimientos auténticos de un títere de hilos en un entorno digital. Se realizaron múltiples iteraciones y pruebas para lograr un *rig* que no solo fuera funcional, sino también expresivo y realista.

Durante el proceso de animación y renderizado, se experimentó con diferentes estilos y técnicas para capturar de manera efectiva las expresiones y movimientos del personaje *riggeado* dinámicamente. Se prestó especial atención a la coherencia visual y narrativa, asegurándose de que el cortometraje reflejara adecuadamente la investigación teórica realizada.

---

Además, el proyecto contó con varios cambios en la narrativa a medida que se desarrollaba y se obtenía la retroalimentación de pruebas necesarias del *rig*. Estas pruebas hicieron que el cortometraje durara menos de lo esperado y se contara con algunos planos diferentes a lo estructurado en el storyboard.

En general, el proyecto se desarrolló de manera iterativa, con ajustes y adaptaciones a lo largo del tiempo para garantizar que se alcanzaran los objetivos establecidos de manera efectiva y que los resultados finales fueran sólidos y coherentes con la visión general del proyecto.

## Capítulo 4. CONCLUSIONES

### 4.1 Conclusiones del trabajo

La conclusión objetiva del proyecto se enfoca en los resultados obtenidos a partir de los objetivos e hipótesis planteados inicialmente.

Se ha establecido que el objetivo principal del proyecto es desarrollar un *rig* dinámico, innovando así en los *rigs* tradicionales y ofreciendo una solución diseñada para mejorar el flujo de trabajo existente en la animación 3D. Este propósito se ha logrado mediante el desarrollo de un *rig* dinámico completo con la apariencia de un títere de hilos, lo cual representa un enfoque novedoso en comparación con los *rigs* tradicionales. Este *rig* ofrece un sistema diseñado para mejorar el flujo de trabajo existente en la animación en cuanto a resultado, pero no en cuanto a agilidad. Esto se debe a que el *rig* es sencillo de realizar y utilizar, pero la interfaz del plugin no está lo suficientemente automatizada para poder lograr una mejora de tiempos significativa. Sin embargo, el *rig* dinámico proporciona una herramienta versátil y efectiva para los animadores.

La exploración de diversos procesos de creación de títeres artesanales ha servido como referencia para la conceptualización, modelado, *rigging* y animación del personaje *riggeado* dinámicamente.

Otro objetivo que se planteaba era el análisis y estudio de la historia y evolución de las marionetas, lo que ha permitido comprender la transición de las marionetas tradicionales a su representación dinámica en entornos digitales. Sin embargo, en el transcurso del estudio, se ha identificado la baja adopción de *ragdolls* en la animación 3D, lo cual ha sido objeto de investigación en este proyecto.

Una de las preguntas clave que ha surgido durante el desarrollo del proyecto es por qué el uso de *ragdolls* en la animación está relativamente poco externalizado en comparación con su uso en videojuegos. Se han identificado posibles razones que serían las culpables de esta causa. Algunos ejemplos serían la falta de conocimiento sobre su potencial, la complejidad técnica de su implementación y la preferencia por métodos tradicionales de animación en el ámbito cinematográfico.

Se ha demostrado que los *ragdolls* tienen el potencial de mejorar el flujo de trabajo en el pipeline de animación, ofreciendo una manera eficiente de generar *overlaps* de manera automática. Esto puede reducir significativamente el tiempo y los recursos necesarios para crear animaciones realistas y fluidas.

Como objetivo final, el proyecto ha logrado crear un cortometraje que capture de manera efectiva las expresiones y movimientos del títere *riggeado* dinámicamente, aplicando la narrativa visual explorada en la investigación teórica. Esto demuestra el éxito del enfoque utilizado y la relevancia de los resultados obtenidos para la industria de la animación.

Este proyecto ha logrado avanzar en el conocimiento sobre el uso de *ragdolls* en la animación, identificando oportunidades de mejora en el flujo de trabajo y explorando nuevas formas de

expresión visual. Sin embargo, aún quedan preguntas por responder y áreas por explorar, lo que abre el camino para futuras investigaciones en este campo.

## 4.2 Conclusiones personales

Durante el desarrollo de este proyecto, mi principal objetivo fue investigar y desarrollar un rig dinámico completo con la apariencia de un títere de hilos, mientras exploraba la evolución histórica de las marionetas y los *ragdolls* en la animación contemporánea. Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto, muchos aspectos que creía menos relevantes han ido cobrando importancia.

El proceso comenzó con la investigación sobre el origen y la evolución de las marionetas a lo largo de la historia, centrándome especialmente en su aplicación en el *stop motion*. Esta investigación al comienzo me parecía lo más irrelevante, sin embargo, me permitió comprender las técnicas específicas utilizadas en la animación con marionetas. De esta forma pude analizar ejemplos emblemáticos de la industria cinematográfica para poder continuar el proyecto.

Posteriormente, me adentré en la transición de las marionetas al entorno 3D mediante los *ragdolls*. Esto implicó estudiar su funcionalidad, los desafíos que enfrentan y los avances tecnológicos en la animación. Quería comprender por qué los *ragdolls* no se adoptan ampliamente en la animación 3D y qué mejoras podrían hacerse en el flujo de trabajo para promover su uso. Este proceso fue complejo, ya que la información requerida no se encontraba en foros normales o eran procesos que no se hacían de forma manual, sino mediante programación y comportamientos nodales, los cuales no entendía. Sin embargo, a base de leer y buscar en artículos y foros se encontró toda la información necesaria para poder dar respuesta a todas las hipótesis planteadas.

La fase de investigación me permitió conocer todos los aspectos necesarios para poder lograr una coherencia narrativa en la historia. Además, me aportó conocimientos sobre las diferentes técnicas de animación *stop motion* o el uso de marionetas, haciendo que todo el arte y funcionalidad tanto del *rig*, del estilo de la animación, del proyecto... tuviera sentido en su totalidad.

Una vez completada la fase de investigación, pasé a la aplicación práctica de mis conocimientos. Desarrollé un *rig* dinámico completo con la apariencia de un títere de hilos y lo utilicé para crear un cortometraje que capturara las expresiones y movimientos de manera efectiva. Este proceso implicó la creación y el ajuste meticuloso del *rig*, así como la producción del cortometraje en sí mismo. Este proceso fue diferente a lo que me esperaba en un comienzo, ya que el *rig* tuvo que ser menos complejo de lo que tenía pensado y aunque quería que el proyecto fuera lo más completo posible, comprendí que había limitaciones de tiempo y rendimiento que debían ser consideradas.

Aun así, al ver el resultado final, pude apreciar cómo la investigación teórica se manifestaba en una obra cinematográfica, haciéndome ver que todas las partes del proceso contaron con la misma importancia. Cada paso del proceso, desde la investigación inicial hasta la aplicación práctica, contribuyó a mi comprensión de los aspectos técnicos y creativos de la animación.

---

Además, este proyecto abordaba un tema que había deseado investigar durante mucho tiempo, ya que representa un interesante vínculo entre mi área de estudio, la animación en entornos cinematográficos, y mi pasión por los videojuegos. Aunque no pude lograr la versión ideal del *rig*, este proyecto me ha abordado una valiosa oportunidad, permitiéndome mejorar mis habilidades en *rigging* y animación, así como familiarizarme con técnicas novedosas y poco conocidas en el ámbito de la animación 3D para cine.

Este proyecto me ha permitido no solo desarrollar habilidades técnicas en *rigging* y animación, sino también explorar la importancia de la innovación y la investigación en nuestro campo. A través de la investigación y la aplicación práctica, he podido abordar preguntas importantes sobre la evolución de las marionetas y los *ragdolls* en la animación contemporánea. Valoro la oportunidad de haber explorado este tema y estoy emocionada por seguir aprendiendo y mejorando en el futuro, con la esperanza de que los conocimientos aplicados en el proyecto también lleguen a más personas.

## Capítulo 5. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Durante el desarrollo de este proyecto, se identificaron diversas áreas que podrían ser exploradas en futuros trabajos, debido a la falta de tiempo y recursos para poder completar todos los frentes abiertos antes de la entrega del trabajo. Estas líneas de investigación incluyen:

1. La exploración de técnicas más avanzadas de *rigging* podrían mejorar la articulación y el movimiento del títere. Esto podría incluir el uso de controladores adicionales, sistemas de simulación física o herramientas de automatización para simplificar el proceso de animación.
2. Investigar y desarrollar métodos para optimizar el rendimiento del *rig* dinámico sería crucial, especialmente para su uso en tiempo real en videojuegos o aplicaciones interactivas. Esto podría implicar la simplificación de la geometría o la reducción del número de huesos.
3. Experimentar con nuevas técnicas de animación que aprovechen al máximo las capacidades del *rig* dinámico. Esto podría incluir animación procedural, animación basada en física o técnicas de animación no lineal.
4. Aplicar el *rig* dinámico en proyectos reales de animación o videojuegos para evaluar su efectividad y versatilidad en diferentes contextos creativos. Esto podría implicar colaboraciones con estudios de animación o desarrolladores de videojuegos.
5. Desarrollar interfaces de usuario intuitivas y eficientes para controlar el *rig* dinámico, especialmente para animadores sin experiencia en *rigging*. Esto podría implicar el diseño de controles personalizados, herramientas de manipulación directa o sistemas de automatización de animación.

Estas líneas de investigación representan áreas potenciales para futuros trabajos que podrían expandir y enriquecer el conocimiento sobre el *rigging* dinámico.

## Capítulo 6. REFERENCIAS

### 6.1 Referencias bibliográficas: libros y artículos de investigación

- Bell, J., & Arts, D. I. O. (2000b). *Strings, hands, shadows: A Modern Puppet History*.
- Levell, N. (2021). *Bodies of enchantment: Puppets from Asia, Europe, Africa and the Americas*.
- Brandon, J. R., & Banham, M. (1997). *The Cambridge Guide to Asian Theatre*. Cambridge University Press.
- Asch, L. (2010). *The Art of Contemporary Puppet Theatre*. Katonah Museum of Art Article, Education Department.
- Latshaw, G. (2012). *The complete book of puppetry*. Courier Corporation.
- Millington, I. (2010). *Game Physics Engine Development: How to Build a Robust Commercial-Grade Physics Engine for your Game*. CRC Press.
- O’Hailey, T. (2013). *Rig it right! Maya Animation Rigging Concepts*. Taylor & Francis.
- Priebe, K. A. (2007). *The art of stop-motion animation*. Course Technology.
- Heródoto. (2016). *Historia. Libros I-II*. RBA Libros.
- Faber, Liz. *Animación ilimitada: cortometrajes innovadores desde 1940*. Madrid, Ocho y medio 2004. p. 7
- Wells, Paul. *Fundamentos de la animación*. Barcelona, Parragón Ediciones 1ª ed. 2007. p. 100
- Harryhausen, R., & Dalton, T. (2008). *A Century of Stop motion Animation: From Méliès to Aardman*.
- Maselli, V. (2018). The Evolution of Stop-motion Animation Technique Through 120 Years of Technological Innovations. *International Journal Of Literature And Arts*, 6(3), 54. <<https://doi.org/10.11648/j.ijla.20180603.12>>
- Lord, P., Park, N., & Sibley, B. (2015). *Cracking animation: The Aardman Book of 3-D Animation*. National Geographic Books. Barson, M. (2024, January 28).
- Purves, B. (2010). *Basics Animation 04: Stop-motion*. AVA Publishing.
- Catmull, E. (2014). *Creativity, Inc.: an inspiring look at how creativity can - and should - be harnessed for business success by the founder of Pixar*. Random House.
- Hennix, M., Hugoson, P., Johansson, G., Lombardi, A., Miljevic, T., Nillson, A., Wassborn, M. (2003) *Rag doll physics*
- Jakobsen, T. (2001). *Advanced character physics*. ResearchGate. <[https://www.researchgate.net/publication/228599597\\_Advanced\\_character\\_physics](https://www.researchgate.net/publication/228599597_Advanced_character_physics)>
- Rosen, David (2007) *Starting Point for Physics-Based Character Animation* [online], <<http://legacy.wolfire.com/rotationconstraintpaper/paper.html>>

Zordan, V., Majkowska, A., Chiu, B., & Fast, M. (2005). Dynamic response for motion capture animation. *ACM Transactions On Graphics*, 24(3), 697-701.  
<<https://doi.org/10.1145/1073204.1073249>>

Wrotek, Pawel; Jenkins, Odest Chadwicke; McGuire, Morgan (2006) Dyanmo: Dynamic, data-driven character control with adjustable balance, *Proceedings of the 2006 ACM SIGGRAPH symposium on Videogames*, pp 61-70

Brierton, T. (2015). *Stop-Motion puppet sculpting: A Manual of Foam Injection, Build-Up, and Finishing Techniques*. McFarland.

Mac Mathúna, D. (2003). Playing Havok with physics. *Physics World*, 16(8), 10.

Mulley, G., & Bittarelli, M. (2007). *Ragdoll Physics*.

French, V. (2012). *Rag doll physics simulation*.

## 6.2 Otras fuentes (congresos, conferencias, web, vídeos...)

George Pal. *Encyclopedia Britannica*. <<https://www.britannica.com/biography/George-Pal>>

Chandler, N. (2023, 8 marzo). How Ragdoll physics works. *HowStuffWorks*.  
<<https://electronics.howstuffworks.com/ragdoll-physics.htm>>

Welcome to PhysX — physx 5.1.0 documentation. (s. f.). <<https://nvidia-omniverse.github.io/PhysX/physx/5.1.0/>>

NaturalMotion FAQ. (s. f.).  
<<https://web.archive.org/web/20100103165025/http://naturalmotion.com/faq.htm>>

Clary, G. (s. f.). *Fearsome Engines | Method*.  
<<http://www.methodquarterly.com/2015/06/fearsome-engines/>>

Ipacs, D. (2023, 23 noviembre). *Ragdoll Physics in video games: What is it, exactly?* Bluebird International. <<https://bluebirdinternational.com/ragdoll-physics/>>

Basil Twist Bio. (s. f.). <<https://basiltwist.com/bio.html>>

Critterlab. (2021, 8 octubre). *Applying Ragdoll Physics to Existential Faceplants*. *The Cultural Gutter*. <<https://culturalgutter.com/2021/10/07/applying-ragdoll-physics-to-existential-faceplants/>>

Ultimate History of CGI. (2019, 7 julio). *World War Z - CGI making of (2013) HD* [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=11jPL5teKy4>>

CBS Sunday Morning. (2023, 10 diciembre). *Aardman Animations: Creating the magic of stop-motion* [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=C5LrX6fDQz0>>

AT&T Developer Program. (2018, 5 junio). *THE ART AND SCIENCE OF LAIKA* [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=1NGeGcV9dXw>>

FilmsNow *Movie Bloopers & Extras*. (2018, 4 abril). *ISLE OF DOGS | «Making of: Puppets» Featurette (2018)* [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=UtgOn5eXq5w>>

BbaGumpSkrimp. (2012, 30 enero). The Making Of-The Nightmare Before Christmas [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=kLw-Fo8uhis>>

Insider. (2021, 29 julio). How Pixar Changed 3D Animation With Every Movie (Part 1, «Toy Story» to 'Cars 2') | Movies Insider [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=n1xAYik1g-w>>

Butler, C, McLean, B. [TechCrunch]. (2019, 3 abril). Behind the scenes at Laika’s wildly imaginative new *stop motion* movie, Missing Link [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=Q0igKpJscsA>>

Mach, M. [GDC]. (2018, 26 diciembre). Physics Animation in Uncharted 4: A Thief’s End [Vídeo]. YouTube. <[https://www.youtube.com/watch?v=7S-\\_vuoKgR4](https://www.youtube.com/watch?v=7S-_vuoKgR4)>

Mottosso. (s. f.). Ragdoll Dynamics | Animate with Physics. <<https://ragdolldynamics.com/>>

mGear: Rigging & Animation Framework. (2023, 21 febrero). The Rigging Buddies Podcast 044 Marcus Ottosson Ragdoll Dynamics [Vídeo]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=PMWvM9-vbgA>>

Ottosson, M. (2021, 21 septiembre). Development and Capabilities of Ragdoll Dynamics. <<https://80.lv/articles/development-and-capabilities-of-ragdoll-dynamics/>>

## Capítulo 7. ANEXOS

### 7.1 Anexo I: Guion

# Puppet Show

Marta Murillo

En un teatro de marionetas, una bailarina cobra vida a través de los hilos, llevando al público desde la simplicidad del teatro a una ópera deslumbrante.

Sinopsis:

La historia sigue a una marioneta bailarina que, a través de sus movimientos mágicos, transforma su escenario en una ópera llena de fantasía. La danza se convierte en un relato asombroso cuando la marioneta adquiere una apariencia humana, deslumbrando a una audiencia imaginaria. Al finalizar su actuación, la protagonista regresa a su forma original, cerrando el telón con una pizca de encanto perdurable.

### **1. INT. PREPARANDO EL TEATRO-DÍA**

El sol entra por la ventana y refleja en el antiguo tocadiscos del salón, de pronto, una mano aparece y coloca la aguja en el disco. La música comienza a sonar. De pronto, se escuchan pasos y se observa cómo se agarra un objeto de un plano un tanto desenfocado mientras continúa sonando el comienzo del vinilo. La escena se funde a negro.

### **2. INT. DANZA DE TITERE-DÍA**

Nos encontramos en el mismo salón unos segundos más tarde, donde puede observarse un teatro de marionetas con el telón bajado. La música comienza a sonar suavemente mientras se abre el telón y vemos en el centro del teatro una marioneta bailarina suspendida por hilos esperando a realizar su actuación. La marioneta se levanta y comienza a bailar de un lado a otro.

### **3. INT. TRANSFORMACIÓN-DÍA**

La marioneta continúa su baile, y en el momento de realizar el giro, la cámara comienza a girar sobre ella. En este momento la marioneta cobra vida, moviéndose mientras los cordeles desaparecen a su alrededor. El escenario se transforma mágicamente en una escena de ópera. La marioneta adopta una apariencia humana, deslumbrando al público con una danza celestial. Efectos visuales y elementos fantásticos acompañan su actuación, sumergiendo al espectador en un mundo de ensueño.

La danza alcanza su punto culminante, la marioneta-humana se eleva en el aire, rodeada de luces brillantes y partículas mágicas

### **4. INT. CIERRE DEL TELÓN-DÍA**

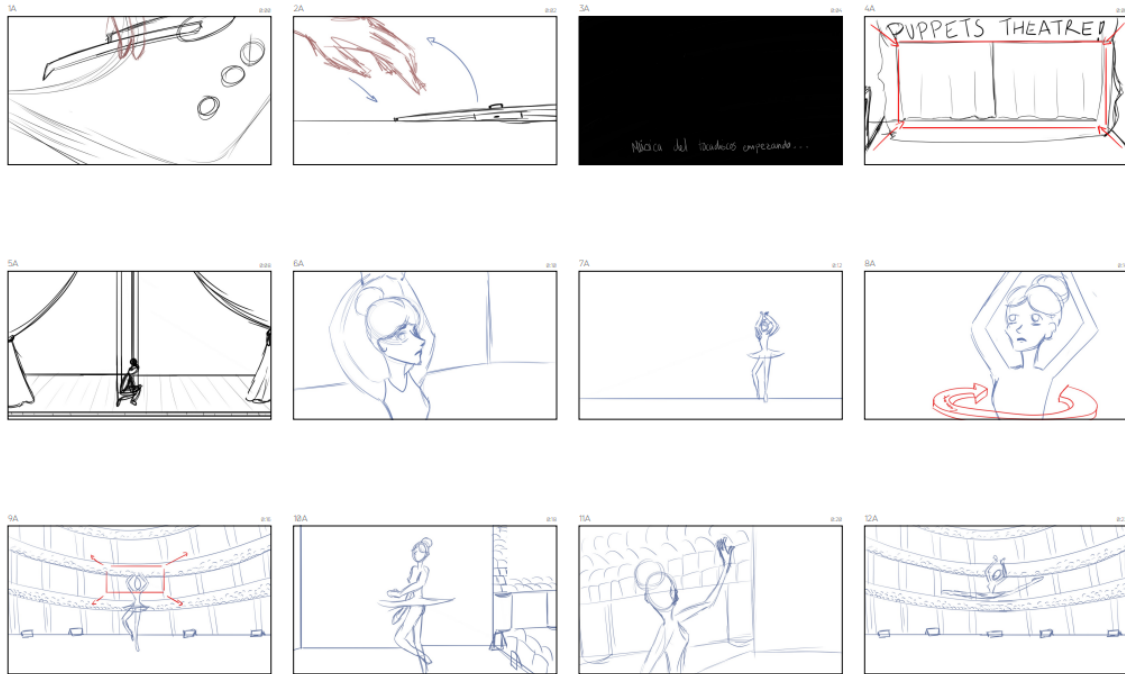
Con un último giro, la música llega a su clímax. La chica cierra los ojos lentamente mientras la audiencia aplaude. La marioneta vuelve a su forma original, relajando los hilos que la sostenían. El telón se cierra lentamente.

## 7.2 Anexo II: Storyboard

### STORY

Storyboard: 18 | Shots: 18 | Duration: 8:36 | Aspect Ratio: 16:9  
DRAFT: JANUARY 22, 2024

Page: 1 / 2



Storyboarder

### STORY

Storyboard: 18 | Shots: 18 | Duration: 8:36 | Aspect Ratio: 16:9  
DRAFT: JANUARY 22, 2024

Page: 2 / 2



### 7.3 Anexo III: Tabla de recursos descargados

<b>Objeto descargado</b>	<b>Imagen del objeto</b>	<b>Nombre del autor</b>	<b>Link</b>
<i>Sofá (Casa)</i>		Manuel Soto Valdez	< <a href="https://sketchfab.com/3d-models/silla-sillon-e8aa52f5d2314d728272da2a808922db">https://sketchfab.com/3d-models/silla-sillon-e8aa52f5d2314d728272da2a808922db</a> >
<i>Lámpara (Casa)</i>		ArtisticGames	< <a href="https://sketchfab.com/3d-models/lampara-de-sala-b5a5fa93d4c44305846bca6d78b0c1e1">https://sketchfab.com/3d-models/lampara-de-sala-b5a5fa93d4c44305846bca6d78b0c1e1</a> >
<i>Foco 1 (Teatro)</i>		Photoant77	< <a href="https://www.turbosquid.com/3d-models/spotlights-1995402">https://www.turbosquid.com/3d-models/spotlights-1995402</a> >
<i>Foco 2 (Teatro)</i>		Daniyal Malik	< <a href="https://sketchfab.com/3d-models/stage-light-d3e138ecee20439d939d27cbdba208d1">https://sketchfab.com/3d-models/stage-light-d3e138ecee20439d939d27cbdba208d1</a> >
<i>Ballet Dance Variation one</i>		Mixamo	< <a href="https://www.mixamo.com/#/?page=1&amp;query=ballet+dance+variation+one&amp;type=Motion%2CMotionPack">https://www.mixamo.com/#/?page=1&amp;query=ballet+dance+variation+one&amp;type=Motion%2CMotionPack</a> >
<i>Ballet Dance Variation two</i>		Mixamo	< <a href="https://www.mixamo.com/#/?page=1&amp;query=ballet+dance+variation+two&amp;type=Motion%2CMotionPack">https://www.mixamo.com/#/?page=1&amp;query=ballet+dance+variation+two&amp;type=Motion%2CMotionPack</a> >
<i>Dance- Ballet Large Movements</i>		Mocap Market	< <a href="https://mocap.market/movement-search?search=Ballet+Large&amp;sort_by=created">https://mocap.market/movement-search?search=Ballet+Large&amp;sort_by=created</a> >
<i>Woosh Sound</i>		Envato Elements	< <a href="https://elements.envato.com/es/woosh-DB6WKRP">https://elements.envato.com/es/woosh-DB6WKRP</a> >

---

<i>Wooden hits</i>	Envato Elements	< <a href="https://elements.envato.com/es/wood-hits-wood-WA6Y4KM">https://elements.envato.com/es/wood-hits-wood-WA6Y4KM</a> >
<i>Vinil Sound</i>	Envato Elements	< <a href="https://elements.envato.com/es/vinyl-record-crackling-ACBGFRD">https://elements.envato.com/es/vinyl-record-crackling-ACBGFRD</a> >

