

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE GANDÍA

Máster en Postproducción Digital



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE GANDÍA

“Creación y Modelado 3D de un Personaje para Vídeos Educativos”

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Autor:

José María Cantero Ramis

Tutor:

Francisco Javier Pastor Castillo

GANDÍA, 2021

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Máster en Postproducción Digital consiste en la creación de un personaje de animación 3D para su uso en videos educativos, los cuales serán producidos por una academia cuya estrategia de mercado se basa en la complementariedad de sus clases presenciales con contenido audiovisual formativo. Para ello se parte de un estudio contextual de los campos a los que pertenece el proyecto con el fin de lograr una correcta adecuación entre el diseño creado y los objetivos establecidos. Posteriormente, se realiza la fase de elaboración del personaje en cuestión, comenzando por las etapas más básicas de ideación donde se generan los primeros bocetos, hasta llegar a las etapas más elaboradas donde se definen ya por completo las características fundamentales del personaje. Por último, se procede a realizar al modelado 3D con el software Blender.

Palabras clave:

Modelaje, Animación, Diseño de personajes, Diseño 3D, Blender, Educación.

ABSTRACT

This Master's Final Project in Digital Postproduction consists of the creation of a 3D animation character for use in educational videos, which will be produced by an academy whose market strategy is based on the complementarity of their classroom classes with audiovisual training content. For this purpose, a contextual study of the fields to which the project belongs is carried out in order to achieve a correct adequacy between the design created and the established objectives. Subsequently, the phase of elaboration of the character in question is carried out, starting with the most basic stages of ideation where the first sketches are generated, until reaching the more elaborate stages where the fundamental features of the character are completely defined. Finally, we proceed to the 3D modeling with Blender software.

Keywords:

Modelling, Animation, Character Desing, 3D Desing, Blender, Education.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 8 |
| 1.1 Presentación | 8 |
| 1.2 Objetivos | 8 |
| 1.3 Metodología | 9 |
| 1.4 Estructura de trabajo | 9 |
| 2. Contextualización | 10 |
| 2.1. Historia de la animación | 10 |
| 2.1.1 Historia de la animación por ordenador | 13 |
| 2.2 Importancia de la educación audiovisual | 15 |
| 2.3 Fundamentos del modelado 3D | 17 |
| 2.3.1 Blender | 18 |
| 2.4 Características del ordenador utilizado | 19 |
| 3. Realización | 20 |
| 3.1 Diseño conceptual del personaje | 20 |
| 3.1.1 Referencias | 20 |
| 3.1.2 Obtención del briefing | 31 |
| 3.1.3 Ideación | 32 |
| 3.1.4 Elección del personaje final | 44 |
| 3.2 Producción del personaje | 50 |
| 3.2.1 Modelado del personaje | 50 |
| 3.2.2 Materiales del personaje | 56 |
| 3.2.3 Armado del personaje | 66 |
| 3.2.3 Style Frames | 68 |
| 4. Conclusiones | 71 |
| 5. Referencias bibliográficas | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Jabalí Altamira. Prehistoria de la animación. | 11 |
| Figura 2. Comparativa de requisitos del sistema. | 19 |
| Figura 3. El Maestro, serie animada "Erase una vez..." | 21 |
| Figura 4. "El autobús mágico", 1994. | 22 |
| Figura 5. "El autobús mágico despegando de nuevo", 2017. | 22 |
| Figura 6. Jelly Jamm. | 23 |
| Figura 7. Estilo de personajes "Smile and Learn". | 24 |
| Figura 8. Doctor Remolacha. | 24 |
| Figura 9. Telmo y Tula. | 25 |
| Figura 10. Estilo de personajes "Crash Course". | 26 |
| Figura 11. Personaje principal "Curiosamente". | 27 |
| Figura 12. Materia Gris, Ben Ten. | 27 |
| Figura 13. Spud, Bob el Manetes. | 28 |
| Figura 14. Pokémon. | 28 |
| Figura 15. American Dragon. | 29 |
| Figura 16. Vecinos Invasores. | 30 |
| Figura 17. Bocetos de los personajes iniciales. | 33 |
| Figura 18. Bocetos Kárnival. | 34 |
| Figura 19. Materiales Kárnival. | 35 |
| Figura 20. Render final Kárnival. | 36 |
| Figura 21. Render Kárnival 2. | 37 |
| Figura 22. Render Kárnival 3. | 37 |
| Figura 23. Distribución porcentual de los personajes principales interpretados en el cine mundial entre 2002 y 2020, por género. | 38 |
| Figura 24. Bocetos iniciales Vera. | 39 |
| Figura 25. Perfil, alzado y número de elementos Vera. | 40 |
| Figura 26. Render final Vera. | 41 |
| Figura 27. Bocetos iniciales Bi-BOT. | 42 |
| Figura 28. Elementos Bi-BOT. | 43 |
| Figura 29. Render final Bi-BOT. | 44 |
| Figura 30. Estadísticas Bi-BOT. | 45 |
| Figura 31. Estadísticas Kárnival 2. | 46 |
| Figura 32. Estadísticas Kárnival 3. | 47 |
| Figura 33. Estadísticas Vera. | 48 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 34. Tabla de resultados de la encuesta. | 49 |
| Figura 35. Perfil y alzado del personaje..... | 50 |
| Figura 36. Introducción del perfil y el alzado de referencia en Blender. | 51 |
| Figura 37. Box Modelling del personaje. En perspectiva, alzado y perfil. | 52 |
| Figura 38. Creación del ojo mediante un cilindro de referencia..... | 52 |
| Figura 39. | 53 |
| Figura 40. Vista en explosión..... | 54 |
| Figura 41. Tabla de elementos del modelo..... | 54 |
| Figura 42. Alzado y parte trasera del personaje con rasgos secundarios definidos..... | 55 |
| Figura 43. Material Metal Azul. | 56 |
| Figura 44. Material Metal plateado. | 57 |
| Figura 45. Material Amarillo luminoso..... | 58 |
| Figura 46. Material Negro. | 59 |
| Figura 47. Material manos. | 60 |
| Figura 48. Material Mofletes. | 61 |
| Figura 49. Material plástico opaco..... | 62 |
| Figura 50. Material Transparente. | 63 |
| Figura 51. Material Goma. | 64 |
| Figura 52. Render aplicación de materiales. Vistas diédricas. | 65 |
| Figura 53. Armature original. | 66 |
| Figura 54. Armature adaptada a Bi-BOT..... | 67 |
| Figura 55. Alzado y perfil armature Bi-BOT. | 68 |
| Figura 56. Style Frame 1: Bi-BOT. C-ENTER STUDIOS..... | 69 |
| Figura 57. Style Frame 2: Bi-BOT conociendo a otro robot..... | 69 |
| Figura 58. Style Frame 3: Bi-BOT preguntándose sobre el universo..... | 70 |
| Figura 59. Style Frame 4: Bi-BOT tirándose en paracaídas. | 70 |

1. Introducción

1.1 Presentación

Este proyecto surge de la colaboración con una academia en fase de desarrollo, que tiene como misión principal la oferta de un servicio formativo complementario a la educación primaria y secundaria, basado en una tutorización personalizada del alumno es su aprendizaje, por medio de clases presenciales que a su vez se suplementarán con contenido lúdico-educativo de carácter audiovisual.

Derivado de las etapas naturales para la consecución de dicha misión empresarial, dentro del apartado de creación del contenido lúdico-formativo, nace este proyecto final de máster, que busca crear un personaje que protagonice y guíe el desarrollo argumental de los distintos vídeos, y que sea identificable como personaje corporativo de la empresa.

Por medio de esta memoria, y a través de sus distintos bloques de estructuración definidos en el índice, se expondrán los entresijos del proceso de elaboración del presente proyecto, con la intención de aportar un registro que permita descubrir y comprender las motivaciones que determinan los distintos hitos alcanzados para la consecución del producto audiovisual final.

1.2 Objetivos

El objeto principal del proyecto es llevar a cabo las fases necesarias para la elaboración de un personaje 3D modelado digitalmente, que cumpla con los requisitos propuestos por la academia de formación primaria y secundaria C-ENTER STUDIOS, para su posterior uso en una serie de vídeos lúdico-educativos.

A título personal, a través de la realización de este trabajo, se busca materializar y complementar la formación recibida por medio del máster, principalmente en el campo del Modelado 3D, aplicando y ampliando el conocimiento previo sobre las diferentes técnicas y procesos de creación de un personaje profesional para vídeos de animación.

1.3 Metodología

El procedimiento para la consecución de los objetivos principales consistirá en el **estudio del sector** de la animación, especialmente de aquellos productos enfocados a la producción de contenido formativo, para la adecuación del producto a las exigencias del mercado. También forma parte de la estrategia inicial, la dedicación de los recursos necesarios para la **mejora de los conocimientos técnicos** de modelado 3D impartidos en el máster, cuya aplicación permita un mejor resultado.

En cuanto a la fase de diseño conceptual del personaje, que precede al modelado, **se aplicarán los conocimientos previos de dibujo** obtenidos durante el grado de “Ingeniería de Diseño” de la Universidad Jaume I, y el actual Máster en “Postproducción Digital” de la Universidad Politécnica de Valencia, en los que asignaturas tales como Dibujo Artístico I, Dibujo Artístico II y Diseño Gráfico (grado); Grafismo Audiovisual y Grafismo Cinematográfico (máster) han aportado, junto a otras materias, un bagaje de gran utilidad para el desarrollo de las capacidades artísticas necesarias para este proyecto, ya trabajas de forma autodidacta desde mi infancia, y que tomarán un papel crucial durante el proceso creativo.

Por otro lado, se tendrá en cuenta el **carácter académico del proyecto**, por lo que se redacta el presente documento en forma de memoria, recogiendo la información que se considere importante de cada una de las etapas del trabajo.

1.4 Estructura de trabajo

El primer bloque de la estructura de trabajo consistirá en la **contextualización** de las principales ramas de conocimiento relacionadas con el proyecto, aunando la mayor cantidad de información pertinente para la mejora de su elaboración, y para la correcta comprensión del proyecto por parte de personas ajenas a él.

En el segundo bloque, correspondiente al Diseño Conceptual, se partirá de un **briefing** elaborado junto a la empresa colaboradora, con los requisitos y objetivos previstos para el producto, y se estudiarán, como ya se ha comentado, los **referentes** en cuanto a creación de contenido de animación que puedan ayudar a la mejora del resultado.

Seguidamente, se procederá con la **ideación** del personaje, elaborando distintas versiones por medio de bocetos que se irán concretando y perfeccionando hasta alcanzar un diseño final, que desembocará en el penúltimo bloque del trabajo.

Este tercer bloque, centrado en la **producción**, consistirá en la conversión del personaje plano a su versión volumétrica utilizando el *software* Blender, que permitirá dotarle de un aspecto más realista, pudiéndole añadir, además, colores, texturas y parámetros de animación. Dentro de la oferta de *software* para el modelado 3D, como Cinema 4D, Autodesk MAYA, Autodesk 3D Studio Max, entre otros, se ha elegido Blender, por su facilidad de adquisición, su potencial creativo y por ser el programa principal utilizado en el máster para el modelado 3D.

Por último, en el bloque de **conclusiones**, se hará un análisis retrospectivo del trabajo realizado, extrayendo reflexiones sobre las mejoras, puntos fuertes y aprendizajes derivados del proceso. Se valorará también la satisfacción del resultado teniendo en cuenta las expectativas y objetivos iniciales.

2. Contextualización

2.1. Historia de la animación

La animación se puede definir como la técnica que dota de sensación de movimiento a elementos inanimados por medio de una ilusión óptica basada en la capacidad del cerebro de atribuir un movimiento continuo a una serie de imágenes estáticas encadenadas con una cierta frecuencia.

Existen diversos **tipos de animación**, como el *stop motion*, *stop trick*, animación por sustitución, el *puppertoons*, filme directo, pixelación, rotoscopía, el dibujo animado y la animación 3D, entre otras. En este caso, nos centraremos en los dibujos animados y la animación 3D dadas las características del proyecto.

La animación posee una tradición que, vista en perspectiva junto con otras técnicas artísticas, puede considerarse a priori “corta”. Pero existen pequeñas pinceladas históricas que bien podrían considerarse los inicios de **la animación en su forma más arcaica**.

Ya en la Edad de Piedra, hace 20.000 años, existían representaciones de figuras en movimiento por medio de pinturas rupestres como, por ejemplo, en el jabalí de las cuevas de Altamira de Cantabria (Figura 1), en el que se observa una repetición de las patas con variación del ángulo y cierto difuminado, emulando el movimiento del animal; existiendo otros ejemplos similares, como el caso de los bueyes de la *Cueva de Chauvet* (Francia).



Figura 1. Jabalí Altamira. Prehistoria de la animación.

También en la civilización egipcia (3.200 A.C) se dan ciertas condiciones de secuencialidad en los dibujos perpetuados en las decoraciones de las pirámides, que sitúan “*al espectador en una narrativa claramente lateral, es decir, en una lógica representativa similar a lo que actualmente conocemos como plano secuenciá*” (Hernández Figueroa, M.I, 2018, p. 93). O en la civilización griega (1200 A.C – 146 A.C), donde los motivos gráficos de las vasijas generaban con su rotación en el eje diametral una sensación de “*desplazamiento que, a su vez, tiende a girar también el dibujo*” (Vázquez Vera, M.A, 2017, p.121) de un modo muy similar al efecto de secuencialidad que se busca con la aplicación de ciertos principios básicos del dibujo animado.

Estos atisbos de animación siguieron sucediéndose más avanzada la historia, con **inventos basados en la capacidad del sistema óptico de generar movimiento a partir de la superposición de imágenes estáticas**, como el taumatropo¹ de 1820 (aproximadamente), el fenaquistiscopio² de 1832, o los zoótropos de 1834, similar al fenaquistiscopio.

Pero **el verdadero origen de la historia de la animación** llegó en la primera década de 1900.

¹ Taumatropo: Juguete que reproduce el movimiento superponiendo dos imágenes colocadas en las caras opuestas de un disco en rotación.

² Fenaquistiscopio: Juguete formado por un disco giratorio ilustrado con dibujos equidistantes a lo largo de la circunferencia que haciéndose girar a la velocidad adecuada genera la ilusión de movimiento

En 1906, James Blackton crea el “Humorous Phases o Funny Faces³” en una colaboración con Thomas A. Edison, corto que consistía en un seguido de simples eventos animados por medio de *stop-motion* sobre una pizarra fotografiada.

Un año después, nace en Japón de las manos del estudio Tenkatsu Studio, un breve corto animado titulado “Katsudo Shashin⁴” (Imágenes en Movimiento), que muestra a un marinero escribiendo unos kanjis y saludando a cámara.

En 1908, en Francia, Emile Cohl proyecta por primera vez una animación en París, titulada “Fantasmagorie⁵”, siendo el padre de los dibujos animados *frame a frame*. Otro gran pionero surgido en esta década fue Winsor McCay, con títulos como “Little Nemo”, “Gertie, the Dinosaur⁶” o “El hundimiento de Lusitania” de 1918, el primer documental reconocido de la animación.

Durante la segunda década del siglo XX, **la animación comenzó a tomar fuerza en la industria**, impulsada también por la técnica del multiplano patentada por Earl Hurd en 1915, que permitía superponer niveles de dibujo con capas transparentes para así no tener que volver a dibujar las capas que no se movían a cada *frame*.

Posteriormente, surgieron exitosos proyectos como el “Gato Félix” de Otto Messmer para el estudio Pat Sullivan en 1920. O la “Laugh-O-Gram Films” fundada por el icónico Walt Disney, que en 1928 conquistó al público con “Steamboat Willie⁷”, tercera entrega protagonizada por el personaje (probablemente) más famoso de la animación: Mickey Mouse. Este corto, estrenado un año después de la aparición del cine sonoro (“El Cantor del Jazz”; 1927) se proyectaba con sonido sincronizado, lo que supuso un gran enriquecimiento de la animación, junto a la llegada del color con el corto “Flowers and Trees” de 1932, también de W. Disney.

Otros siguieron los pasos de Disney en la década de los 30, y nacieron grandes personajes como Betty Boop, Popeye el Marino, los Looney Toons o Tom y Jerry. Una época de la animación marcada por la búsqueda del humor, el movimiento continuo por parte de los personajes, y los gestos exagerados.

³ Blackton, J. (1906). Humorous phases o funny faces. Disponible en: <https://bit.ly/3yOsMrG>

⁴ Tenkatsu Studio (1907). *Katsudo Shashin*. Japón. Disponible en: <https://bit.ly/3zS6c2N>

⁵ Cohl, E. (1908). *Fantasmagorie*. Disponible en: <https://bit.ly/3kRThrq>

⁶ McCay, W. (1909). *Gertie the Dinosaur*. Disponible en: <https://bit.ly/3tlOB0B>

⁷ Disney, W. (1927). *Steamboat Willie*. Disponible en: <https://bit.ly/2VnLzq2>

Pero el **primer largometraje** de animación llegó mucho antes de la época dorada de los dibujos animados estadounidenses, en 1917, con una película argentina llamada “El Apóstol”, de Quirino Cristiani, de la cual actualmente no se tienen copias. Dos décadas después, en 1937, la compañía de Walt Disney estrenaba el primer largometraje norteamericano “Blancanieves y los siete enanitos”, que contaba con sonorización y color, y cuyo éxito serviría de ariete para la incorporación definitiva de la animación en el cine.

Durante los años siguientes se sucedieron múltiples **cintas clásicas** por todo el mundo, con una clara dominación estadounidense, con películas como “Pinocho” (1940), “Fantasía y Dumbo” (1941), “Bambi” (1942), “Cenicienta” (1950), “Alicia en el País de las Maravillas” (1951), “Peter Pan” (1953), “La Bella durmiente” (1959) o “101 dálmatas” (1961) que marcó un antes y un después en la compañía, al ser la primera película que no se realizaba completamente a mano, sino por medio de una técnica más eficiente con cámaras Xerox que eliminaban la necesidad de entintar.

Otras obras destacables fueron “Spider and the Tulip”, Japón (1943); “The Humpbacked Little Horse”, Rusia (1947) o “The Dynamite Brothers”, Italia (1949). Durante estos años, la animación fue utilizada también como **herramienta propagandística** por los gobiernos a causa de la segunda guerra mundial.

Rondando los años 60, el sector de los dibujos animados se vio influenciado por **la aparición de la televisión**. El cine de animación estadounidense estaba monopolizado por Disney, y el mundo de la televisión por el estudio Hanna-Barbera, de William Hanna y Joseph Barbera, que llevaron a cabo multitud de proyectos de gran éxito orientados a este medio como son “Los Picapiedra” (1960), “El Oso Yogui” (1961) o “Scooby Doo” (1969).

Por otro lado, **en otros países del mundo también surgieron grandes artistas de la animación**, como Nedeljko Dragic dentro de la llamada Escuela de Zagreb; Osamu Tezuka pionero de los dibujos animados nipones (anime) con clásicos como “Astroboy” (1963) o “Kimba el León Blanco” (1965); George Dunning en Inglaterra con “El Submarino Amarillo” (1968); Bruno Bozzetto en Italia con “Allegro non Troppo” (1967) del estilo de Fantasía de Disney; René Laloux o Paul Grimault en Francia; Frederic Back y Caroline Leaf en Canada; Garri Bardin y Yuri Norstein en Rusia; y Francisco Maciá, Maite Ruiz de Austri, Cruz Delgado y José Luis Moro en España.

2.1.1 Historia de la animación por ordenador

Tras este resumen de los principales hitos de la animación del siglo XX, entramos en la línea temporal histórica que sigue los pasos de la animación por ordenador.

Los **primeros experimentos de animación digital** provienen de Charles Csuri, cuando en 1967 crea “Hummingbird”⁸, donde vemos aparecer un colibrí que se descompone en múltiples líneas en movimiento. Le siguieron diversos experimentos artísticos digitales que poco a poco fueron adentrándose en la industria del cine, siendo el primer ejemplo en 1976 en la película “Futureworld”, donde aparecía un rostro y una mano animada con ordenador por Edwin Catmull y Fred Parke.

Más tarde, el 3D hizo su aparición en películas como “Star Wars” (1977), “Tron” (1982), “El Secreto de la Pirámide” (1985), “Lesman The Movie” (Japón, 1984), “Terminator II” (1991) o la mítica “Jurassic Park” (1993). Durante estos años, la compañía Disney ya incluía ciertas intervenciones de diseño por ordenador en sus animaciones, siendo las primeras “La Sirenita” (1989) y “La Bella y la Bestia” (1991).

Pero el gran pilar de la industria de la animación 3D es la empresa fundada en 1986, **PIXAR**. Su primer corto fue “Luxo”, de 1986, dirigido por el animador, productor y director de cine John Lasseter, aunque este autor ya había realizado junto a la empresa Lucasfilm el corto “The Adventures of André and Wally B.” en 1984, considerado el primer corto de animación 3D. En 1995 llegó el primer largometraje de la historia realizado enteramente con animación 3D, “Toy Story”.

Tras el éxito de “Toy Story”, el cine de animación 3D tomó forma y desde entonces se han mejorado sustancialmente las técnicas de animación y han surgido multitud de **productoras y películas galardonadas que han marcado la historia del cine**.

A continuación, se muestran algunos de los ejemplos más importantes:

Dreamworks Animation:

- “Shrek” (2001).

Studio Ghibli:

- “El Viaje de Chihiro” (2002), Japón.

Warner Bros Animation:

- “Happy Feet” (2006).

⁸ Csuri, C. (1967). *Hummingbird*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=awvQp1TdBgc>

Industrial Light and Magic:

- “Rango” (2011).

Sony Pictures Animation:

- “Spider-Man: Into de Spider-Verse” (2018).

Spa Studios: creada por Sergio Pablos en España

- “Gru, mi villano favorito” (2010).
- “Klaus” (2019).

Walt Disney Animation Studios:

- “Frozen” (2013).
- “Big Hero 6” (2014).
- “Zootopia” (2016).

PIXAR:

- “Finding Nemo” (2003).
- “The Incredibles” (2004).
- “Wall·E” (2008).
- “Up” (2009).
- “Inside Out” (2015).
- “Coco” (2017).
- “Soul” (2020).

2.2 Importancia de la educación audiovisual

Una de las motivaciones principales de este proyecto, es el poder aplicar los conocimientos de postproducción digital en favor de la labor de educación de los niños/as y adolescentes, ya que se considera uno de los pilares para su correcto desarrollo, y para el correcto desarrollo de la sociedad.

La simbiosis entre formación integral y lenguaje audiovisual tiene un potencial que progresa a pasos agigantados a medida que avanzan las tecnologías y el pensamiento cultural de nuestra sociedad. Su sinergia es clara, y está respaldada tanto por la experiencia empírica de los educadores, como por la experiencia experimental de la comunidad científica.

En palabras de Beatriz Susana Sevilla, máster en Sociología y colaboradora del Ministerio de Educación y Ciencia, “...para lograr procesos de enseñanza y aprendizaje significativos y eficaces, tanto en entornos presenciales como virtuales, **es fundamental brindar a todos la oportunidad de acceder a recursos audiovisuales motivadores y de autoaprendizaje** relevantes, pertinentes y actualizados que contribuyan a enriquecer los demás recursos educativos, atendiendo a las necesidades de una gran diversidad de usuarios...” (Susana Sevilla, 2013, p.159).

Y la causa es justificada. **El aprendizaje oral y escrito complementado con el audiovisual, se vuelve más eficaz** por la capacidad de captar la atención y estimular la experiencia sensitiva del alumno para una mayor retención de la información, dotando a su vez al profesorado de una capacidad casi inagotable de representación de conceptos que, por otros canales de comunicación, resultan abstractos y menos inteligibles.

Carmen Echazarreta Soler, Doctora en Comunicación y licenciada en Prehistoria e Historia antigua, decía ya en 1996 que “...con la revolución técnica en la que se basan los medios actuales, estamos asistiendo a un nuevo cambio de necesaria inclusión en la enseñanza: ya no basta con la enseñanza de la lengua oral y escrita, **ahora se impone la enseñanza del medio audiovisual.**” (Echazarreta Soler, 1996, p.114). Como ella dice, una “necesidad”, que con el paso de los años y el progreso tecnológico contemporáneo ha ido aumentando exponencialmente.

La propia UNESCO en la Declaración de París de 2012 sobre Recursos Educativos Abiertos (REA), **pide a los “Estados que inviertan con fondos públicos en la producción y el uso de recursos educativos abiertos en idiomas locales para que los mismos estén disponibles con licencias abiertas y tengan mayor impacto en la calidad de vida de la población”.**

Dentro del ámbito del contenido audiovisual, la producción de dibujos animados es también una herramienta con respaldo por parte de la comunidad educativa. La Facultad de Pedagogía de la Universidad de Barcelona defiende que “...los dibujos animados representan un recurso fácil y accesible para la población infantil, para transmitir una serie de valores culturales y educativos...” (Rajadell, N., Pujol, M.A., Violant, V., 2005, p.2).

Y esa es la motivación principal del marco del proyecto, aportar al sector educativo una herramienta más para la educación de los niños/as, por medio de la colaboración con una academia local cuya **misión** principal es “ofrecer a los alumnos un sistema formativo adaptativo, como parte de su desarrollo personal y profesional, de modo que les permita vivir más felices y sean también mejores ciudadanos”.

2.3 Fundamentos del modelado 3D

En este apartado, se recogerán los principios básicos de modelado 3D que se aplicarán en el diseño del personaje del proyecto por medio del uso del *software* Blender.

El **modelado digital** es la actividad dentro del campo del CGI (*Computer Generated Imagery*), dedicada a la creación de un objeto matemático tridimensional en un espacio virtual.

Dentro del espacio 3D, se trabajan con tres **elementos fundamentales**: puntos, líneas y superficies. Un punto es una coordenada unidimensional del espacio, dos puntos definen una línea bidimensional, y tres líneas puede definir una superficie. A partir de estos elementos se generan polígonos que conforman a su vez las facetas que dan forma a los objetos tridimensionales complejos. A cada uno de los puntos que conviven en la intersección de las aristas de un polígono se le pueden atribuir características de posición, rotación, textura, peso, morfología, color y selección.

Los **polígonos** en modelado 3D se dividen en triángulos o *tris* definidos con tres puntos, *quads* con cuatro puntos y *n-gons* (polígono de n lados), como aquellos con más de cuatro puntos.

Otro elemento fundamental en el modelado son los **Nurbs** (*Non Uniform Rational B-Splines*), que consisten en mallas compuestas de curvas polinómicas, las cuales permiten gran suavidad en la progresión del mallado. Su uso más frecuente es en la ingeniería. Por su parte, una *spline* es una curva compuesta por un conjunto de curvas polinómicas, las cuales se conectan por puntos llamados nudos (*knots*).

Existen diversas **técnicas de modelado 3D**, que se diferencian principalmente en el elemento de construcción para la consecución del objeto 3D:

- **Modelado por primitivas:** es aquel modelado que se sirve de cuerpos geométricos predefinidos en el *software*. A su vez se dividen en Primitivas, Primitivas Extendidas y Librerías.
- **Box modelling:** Consiste en la utilización de primitivas y primitivas extendidas para el modelado de un objeto 3D compuesto.
- **Nurbs modelling:** Técnica para construir mallas de alta complejidad utilizando como elemento estructural las *splines*. Permite gran flexibilidad y precisión del modelado.

- **Modelado poligonal:** Utilización de polígonos para describir una geometría.
- **Sculpting:** Emula la técnica de modelado manual por medio de materiales maleables, pero en un entorno digital.

Otra clasificación del modelado consiste en diferenciar por **estilos de modelado**, atendiendo a las características estéticas y la naturaleza del objeto 3D:

- **Organic modeling:** Los objetos generados en este tipo de modelado están enfocados a representar cuerpos de la naturaleza, es decir, que no son generados por la industria humana. Por ejemplo, humanos, animales, vegetales, rocas, nubes, luz...
- **Hard Surface modeling:** Al contrario que el *organic modeling*, este tipo de modelado trata objetos 3D que representan productos fabricados por el humano.
- **Low poly:** Es un estilo minimalista, que utiliza baja densidad de polígonos por unidad de superficie. Es apropiado para trabajos en los que no se disponga de un alto rendimiento del equipo informático.
- **Realista:** Busca reproducir con la mayor semejanza posible las características físicas de los objetos reales para aplicarlas en el objeto virtual.
- **Cartoon:** En este estilo de modelado prima la intención estética sobre la perfección del comportamiento físico, de modo que se busca la expresividad y la correcta transmisión del mensaje sobre la semejanza con la realidad.

2.3.1 Blender

Para la elaboración del modelado 3D de este proyecto, se utilizará **Blender**, un programa de *software* libre lanzado en 1994 por la asociación sin ánimo de lucro “Blender.org” fundada por el desarrollador de Software Ton Roosendaal. Su uso está enfocado a la generación de gráficos 3D, permitiendo el modelado, *rigging*, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, edición de vídeo y animación 2D.

El uso del programa se focaliza en los **espacios de trabajo** de *Layout*, como zona principal de modelado; y el de *Shading*, para la elección de las texturas y colores de los materiales, que serán definidos por medio de nodos.

En cuanto a los **modos de interacción con los objetos**, se trabajará en *Object Mode*, para la creación y modelado general de los objetos; en *Edit Mode*, para el modelado de elementos particulares (puntos, líneas y planos) de un objeto en concreto; y con *Pose Mode*, para modificar la posición y escala de los elementos del personaje y generar distintas poses. Este último modo será usado principalmente para la animación.

2.4 Características del ordenador utilizado

En este apartado se expondrán las características principales del *software* y del *hardware* que ha sido usado para el proyecto, estableciendo una comparativa con los requisitos del sistema recomendados desde la asignatura de modelado 3D del máster en Postproducción Digital.

| Comparativa de requisitos del sistema | | |
|---------------------------------------|--|--|
| | Recomendación | Equipo utilizado |
| CPU procesador | AMD Rayzen INTEL Corre | INTEL Core i5-8300H 2.30 GHz |
| GPU tarjeta gráfica | NVIDIA RTX | NVIDIA GeForce GTX 1060 |
| Memoria RAM | 32-128 GB | 8 GB |
| Discos duros | - 1 Disco SSD 500 GB mín. - 1 Disco HDD 1 TB mín. | - 1 Disco local SSD 465 GB - 1 Disco HDD 931 GB |

Figura 2. Comparativa de requisitos del sistema.

Como se puede comprobar, las características del ordenador utilizado son inferiores a las recomendadas. Esto dificulta la fluidez a la hora de realizar el proyecto, pero se estima que permite cumplir los objetivos.

3. Realización

3.1 Diseño conceptual del personaje

3.1.1 Referencias

Para una correcta adecuación del diseño del personaje con los vídeos educativos de la academia, se realizará un estudio de los referentes considerados más relevantes en cuanto a series y canales de YouTube para niños y adolescentes, cuya temática trate sobre temas de **formación académica y/o de educación cívica**.

Series de televisión de contenido educativo

Érase una vez...

Esta serie de televisión fue creada por Albert Barrilé en los estudios Procidis en 1978. Durante sus diferentes temporadas, expone conocimientos que van desde la historia del humano hasta el cosmos, por medio de dibujos animados dirigidos a niños/as.

La principal técnica pedagógica de Barrilé es el antropomorfismo⁹ de sus personajes. Su protagonista, el Maestro, es un personaje anciano y barbudo que tiene el papel de guía del espectador, y representa la sabiduría. Durante las distintas temporadas va tomando distintos ropajes adaptados a la temática.

Las características de mayor interés de “Érase una vez...” como referencia del proyecto, son el antropomorfismo utilizado por Barrilé para la representación de elementos inanimados de naturaleza, y el concepto de personaje guía que se adapta estéticamente a la trama según las diferentes temáticas científicas.

⁹ Antropomorfismo: Atribución de cualidades o rasgos humanos a un animal o a una cosa (RAE).



Figura 3. El Maestro, serie animada "Erased Once..."

El autobús mágico

En 1994, se estrenó esta serie infantil canadiense-americana basada en el libro de 1985 "The Magic School bus" de Joanna Cole. A su vez, en 2017 se hizo un *remake* llamado "El Autobús Mágico vuelve a Despegar", para la plataforma de *streaming*, Netflix.

El argumento trata temas científicos desde el punto de vista de la Señorita Rizos y sus 8 alumnos, que viajan en un autobús metamórfico con el que pueden adentrarse en las recónditas venas de un cuerpo humano, o en los confines del cosmos, entre otros lugares estudiados por la ciencia. En la nueva serie de 2017, se repite esta trama, pero esta vez con la hermana de la Srta. Rizos, Fiona, y con un estilo de animación mucho más actual.

En este caso, no interesa tanto el estilo artístico de la serie, sino el concepto de que el autobús, por sus propiedades "mágicas", posibilita que los protagonistas se adentren en diferentes sistemas de la naturaleza a cualquier escala desde una perspectiva con un gran potencial didáctico. De igual modo, se buscará que el personaje creado posea habilidades que faciliten estas perspectivas tan interesantes a nivel formativo.



Figura 4. "El autobús mágico", 1994.



Figura 5. "El autobús mágico despegando de nuevo", 2017.

Jelly Jamm

"Jelly Jamm" es una serie española de comedia musical dirigida al público infantil lanzada en el 2011. Narra las aventuras de 5 amigos que, en cada capítulo, tendrán que aplicar el compañerismo y el trabajo en equipo para resolver los conflictos que suceden, mientras aprenden valores relacionados con la creatividad, la convivencia y la inteligencia emocional.

El principal interés de esta serie es el estilo artístico colorido, desenfadado y de formas agradables de los personajes 3D, que tiene un gran atractivo por la capacidad comunicativa con los niños.

Sus personajes principales son los siguientes:



Figura 6. Jelly Jamm.

Canales de YouTube de contenido educativo

*Smile and Learn*¹⁰

Es un canal educativo del 2016 orientado a niños de 3 a 12 años, que utiliza la animación como recurso principal para el aprendizaje de diversas materias como matemáticas, geografía, historia, etc.

El personaje es una foca de rasgos infantiles y alegres, formada por elementos de geometrías y colores simples en 2D. En este caso no es un personaje protagonista de los vídeos, pero sí que representa al canal, y marca el estilo del resto de personajes que aparecen en los vídeos.

Smile and Learn es un ejemplo de personaje sencillo pero funcional, que permite identificar rápidamente al canal por medio de su personaje-mascota.

¹⁰ Enlace al canal de YouTube "Smile and Learn":
<https://www.youtube.com/c/SmileandLearnEspa%C3%B1ol>



Figura 7. Estilo de personajes "Smile and Learn".

Doctor Beet¹¹

Como se puede encontrar en la autodescripción del canal, Doctor Beet es un espacio de "vídeos educativos para niños donde los juegos y juguetes configuran un entorno natural y personal de aprendizaje". Los temas que trata son muy variados, siendo algunos ejemplos las tablas de multiplicar, los países, biografías, profesiones y oficios, números romanos, etc.

En este caso, sí que tienen un personaje que protagoniza los vídeos, llamado Doctor Remolacha (o *Doctor Beet* en inglés). Es de un estilo muy similar al personaje anterior, por sus geometrías sencillas, sus rasgos alegres y su composición 2D.



Figura 8. Doctor Remolacha.

¹¹ Enlace al canal de YouTube "Doctor Beet": <https://www.youtube.com/c/DoctorBeet>

*Telmo y Tula*¹²

Es una serie de televisión con un canal oficial en YouTube donde se pueden encontrar todos los capítulos. Esta protagonizada por Telmo y Tula, dos hermanos que realizan actividades de manualidades y cocina para el aprendizaje de los niños/as.

El diseño de Telmo y Tula está formado por cuerpos 3D, y en referencia a los personajes anteriores, tienen una complejidad mayor en cuanto a la forma, definición de rasgos y el color que los define, siendo más cercano a la intención de diseño que se pretende con el personaje que se pretende crear.



Figura 9. Telmo y Tula.

*Crash Course*¹³

Este canal tiene un público objetivo más amplio y vídeos sobre casi cualquier área de estudio. Es interesante por su combinación de imágenes reales con animación de personajes 2D de geometrías sencillas, con pocos rasgos expresivos y animados probablemente por medio de Adobe After Effects o algún software similar.

La estrategia comunicativa del canal, de juntar imágenes reales y animadas, puede ser un referente de utilidad para la aplicación del modelo 3D de este proyecto.

¹² Enlace al canal de YouTube “Telmo y Tula”:
<https://www.youtube.com/user/TelmoandTulaNEUTRO>

¹³ Enlace al canal de YouTube “Crash Course”: <https://www.youtube.com/user/crashcourse>

El estilo de sus personajes es similar al indicado en la Figura 10:

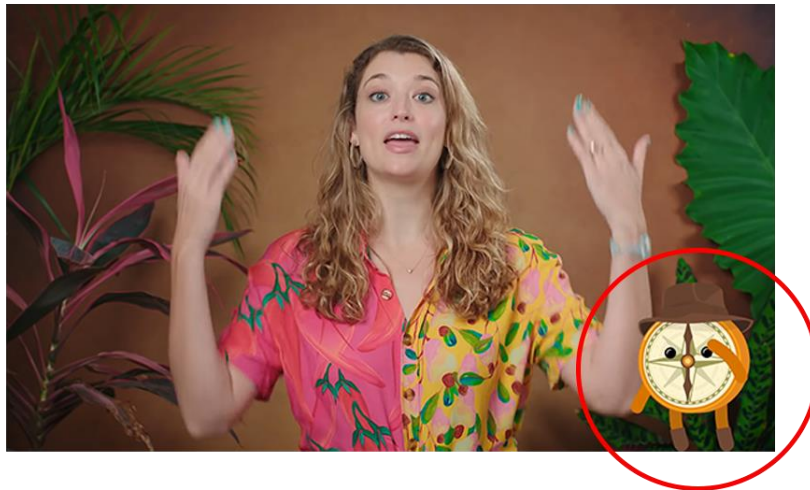


Figura 10. Estilo de personajes "Crash Course".

Curiosamente¹⁴

Este canal de YouTube es también de contenido educativo abierto al público en general, y se definen como un canal de *"ciencia y cultura, por el placer de aprender. Una invitación para las mentes curiosas a despertar el sentido de la maravilla que sólo el conocimiento puede dar"*.

Utiliza multitud de personajes con diferentes estilos artísticos y técnicas, y tiene un personaje principal que representa a una niña que, pese a no ser la protagonista de los vídeos, aparece en todos ellos y sí protagoniza la introducción de todas las publicaciones.

La consideración de la mezcla de estilos (3D, Stop motion, Cartoon, realista...) a la hora de representar a un mismo personaje dentro de una serie de animación, es una herramienta expresiva que puede tener gran utilidad y que se tendrá en cuenta como posible técnica de representación del personaje a diseñar.

En la Figura 11, se puede ver dicho personaje, en algunos de sus diferentes estilos artísticos.

¹⁴ Enlace al canal de YouTube "Curiosamente": <https://www.youtube.com/c/curiosamente>



Figura 11. Personaje principal “Curiosamente”.

Referencias artísticas del autor

A parte de las referencias buscadas en relación con los dibujos de animación educativos, se considera oportuno destacar influencias a nivel artístico en cuanto a la creación de los personajes en la etapa de ideación, expuestos posteriormente en el apartado “3.1.3 Ideación”.

Estas referencias principales en cuanto al estilo del autor son:

Ben Ten



Figura 12. Materia Gris, Ben Ten.

Estos dibujos animados de Cartoon Networks Studios estrenados en 2005, tratan de un niño capaz de convertirse en distintos extraterrestres con gran diversidad de poderes por medio de un reloj alienígena, siendo uno de los principales el mostrado en la Figura 12, llamado Materia Gris.

Su forma de batracio antropomórfico y su característica inteligencia, son una clara inspiración en cuanto al aspecto y personalidad del personaje número 6 (ver Figura 17).

Bob el Manetes



Figura 13. Spud, Bob el Manetes.

Serie inglesa de 1998 en el que Bob es un constructor con un equipo en el que se encuentra este personaje, Spud. Está generado en 3D por medio de *stop motion*, y su forma de espantapájaros animado, sirvió de inspiración para crear el dibujo número 5 (ver Figura 17), y permitió visualizar las posibilidades 3D del personaje creado.

Pokémon



Figura 14. Pokémon.

Serie japonesa de 1997 basada en el juego de “Pokémon” de Nintendo de 1996, en el que unos jóvenes se dedican a capturar y entrenar animales denominados *pokemons*, con un artilugio llamado *pokeball*.

El estilo anime clásico de esta popular serie de animación inspira principalmente al personaje humano número 8 (ver Figura 17), de características similares en cuanto a los personajes humanos de la serie, y al 1, en cuanto al estilo de los personajes animales de la misma.

American Dragon



Figura 15. *American Dragon*.

American Dragon es una serie de Disney estrenada en 2005, que trata sobre la vida de un niño que tiene el poder de convertirse en dragón.

Las formas simples y el estilo *cartoon* con referencias a la cultura china de los protagonistas de esta serie, sirvió de inspiración principalmente para el personaje número 7 (ver Figura 17).

Vecinos invasores

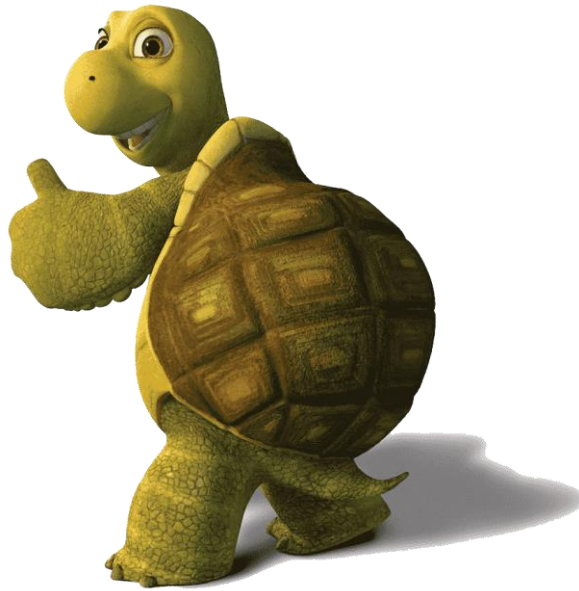


Figura 16. Vecinos Invasores.

Película de Dreamworks de 2006 sobre unos animales afectados por la urbanización de las zonas salvajes, que liderados por un mapache, se vuelven un grupo de sofisticados ladrones de comida humana prefabricada.

Por su parte, el personaje 3D de la tortuga Verne, sirvió de inspiración para el diseño del dibujo número 4 (ver Figura 17), y permitió visualizar su potencial para ser modelado en Blender.

Como conclusión de este apartado de referencias, se destaca que los personajes orientados al sector de los vídeos educativos de YouTube, tienden a una menor complejidad de diseño que aquellos que protagonizan series para televisión o plataformas de *streaming* de temática similar. Esto es debido probablemente, a la diferencia de presupuesto que se da en general entre los dos tipos de canales de distribución, siendo YouTube un medio mucho más artesanal y asequible para pequeñas y medianas empresas, o incluso para divulgadores particulares.

Dado que los canales de YouTube que se han presentado son canales de éxito (por encima de los 2 millones de suscriptores, exceptuando Telmo y Tula que es una serie de televisión adaptada a YouTube), se puede interpretar que los personajes, aun estando diseñados con un estilo minimalista, son una herramienta útil para lograr que la divulgación de los vídeos educativos estudiados lleguen a un público masivo.

A parte de la reflexión comentada, con la elaboración de este apartado se han podido extraer ideas de gran valor que servirán como inspiración para el desarrollo del personaje de la academia.

3.1.2 Obtención del briefing

En conjunto con la academia C-ENTER STUDIOS, se genera un documento que contiene los datos esenciales para la adecuación del personaje a los objetivos predeterminados. Lo que en la rama del diseño conceptual se conoce como **Briefing**.

De este trabajo conjunto se extrae la siguiente información:

Descripción de la situación

- **Promotor:** Academia de formación integral en estado de desarrollo orientada principalmente a primaria y secundaria. Busca ofrecer un servicio personalizado, cuyos pilares son las clases en la academia física y la elaboración de material audiovisual de carácter lúdico y educativo como complemento a la formación presencial.
- **Producto:** Personaje 3D destinado a protagonizar vídeos formativos de las diferentes materias propuestas por el sistema educativo en las etapas de educación primaria y secundaria. En función del resultado, también se valora la posibilidad de usar, en un futuro, el personaje como logotipo de la empresa.
- **Características del personaje:** Debe ser un personaje de rasgos amables que represente la sabiduría y, a su vez, permita al público infantil y adolescente empatizar con él/ella. Más allá de estas características, se otorga libertad creativa al autor.

Público objetivo

El principal *target* de la empresa son estudiantes de entre 6 y 16 años (1º de Primaria – 4º de ESO), pero se prevé escalar el producto a otras edades en un futuro.

Con los vídeos protagonizados por el personaje demandado se pretende generar un contenido de entretenimiento y, al mismo tiempo, pedagógico, de modo que los estudiantes acudan al vídeo de forma natural, ya sea para aprender o para entretenerse, y se amenice su aprendizaje en los tiempos de estudio obligatorio, y/o se logre el aprendizaje en sus actividades de tiempo libre.

Medio de distribución

El formato audiovisual de los vídeos que producirá la academia, en los cuales será utilizado el personaje, serán de 10 minutos aproximadamente, y estarán principalmente enfocados a plataformas abiertas como YouTube y similares.

Por medio de esta plataforma, se pretende que los niños y adolescentes lleguen al producto de un modo sencillo e intuitivo y, a su vez, adentrarse en las aulas con un formato que sea fácil de adaptar para los profesores en los colegios como complemento a sus clases.

3.1.3 Ideación

En este apartado se realizarán los primeros bocetos creativos, en base a las referencias y al briefing de la empresa.

De entre los distintos personajes creados se elegirán, junto al equipo de la academia, aquellos que se consideren más adecuados. A partir de los dibujos seleccionados se realizarán bocetos de mayor definición, con poses y expresión de emociones, y finalmente se realizará un render 2D a color de cada uno en su versión definitiva.

Personajes iniciales

En un primer paso, se crearon una serie de personajes basándose en las referencias y los conceptos establecidos en el briefing, siendo los más importantes la adecuación respecto a la edad del público objetivo (6-16 años), y que sean susceptibles de ser utilizados en vídeos educativos (es decir, que posean características que faciliten la exposición de diferentes materias, y que sus rasgos sean apropiados para el ambiente académico).

De los 8 personajes elaborados que se pueden ver en la **Figura 17**, se seleccionaron junto a la academia, aquellos que se consideró que cumplían mejor con los requisitos establecidos.

Tras la criba inicial, un total de 3 personajes (el 3, el 5 y el 6 de la Figura 17), pasaron a la fase de selección final, y serán expuestos con mayor detalle a lo largo de este punto.

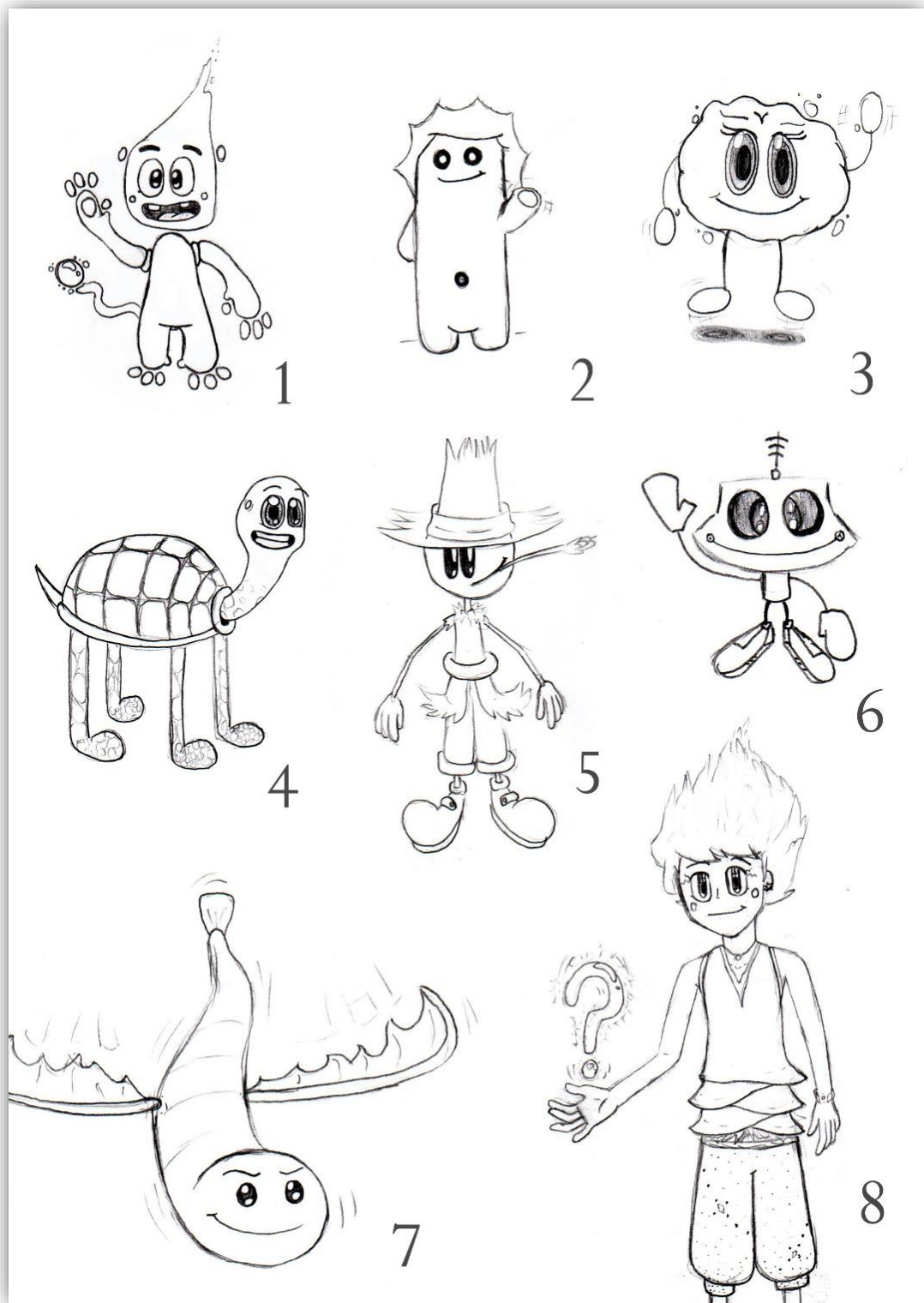


Figura 17. Bocetos de los personajes iniciales.

Kárnival

Este personaje representa a un espantapájaros animado. Su principal característica es un sombrero que alberga en su interior un portal a cualquier parte del universo, y del cual puede sacar cualquier tipo de objeto en el que piense.

Es un joven de sexo masculino. Transmite una personalidad sencilla, amable y alegre, idónea para empatizar con los niños/as. Tiene una gran sabiduría por lo aprendido en los innumerables viajes que ha realizado utilizando su sombrero-portal universal. Su mayor misión en la vida es disfrutar, y hacer disfrutar a los demás con sus aventuras.

En estos bocetos de la Figura 18, se pueden ver el perfil y el alzado, y un desglose de todos los elementos que sería necesario modelar en su versión 3D, que suman un total de 23 piezas (sin contar piezas simétricas, dado que no haría falta modelarlas dos veces).

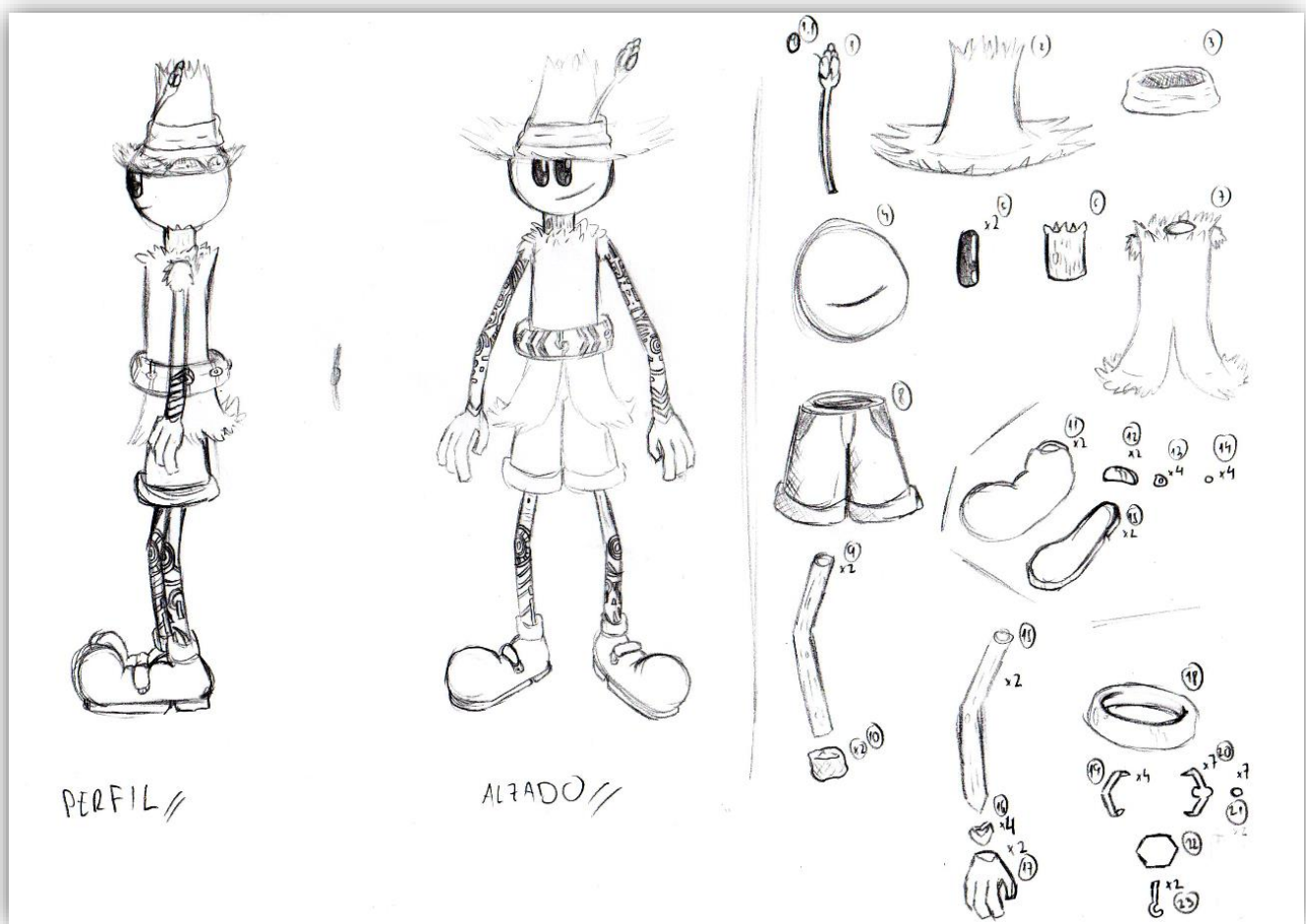


Figura 18. Bocetos Kárnival.

En la Figura 19, tenemos un boceto de Kárnival con la definición de los materiales. Estos son: paja, fruta translúcida, tallo vegetal, tela elástica, tela vaquera (negra), ojos, carne, madera, plástico brillante (zapato), plástico gomoso (suela), esmeralda, rubí, vidrio y metal (rojo, amarillo y gris).

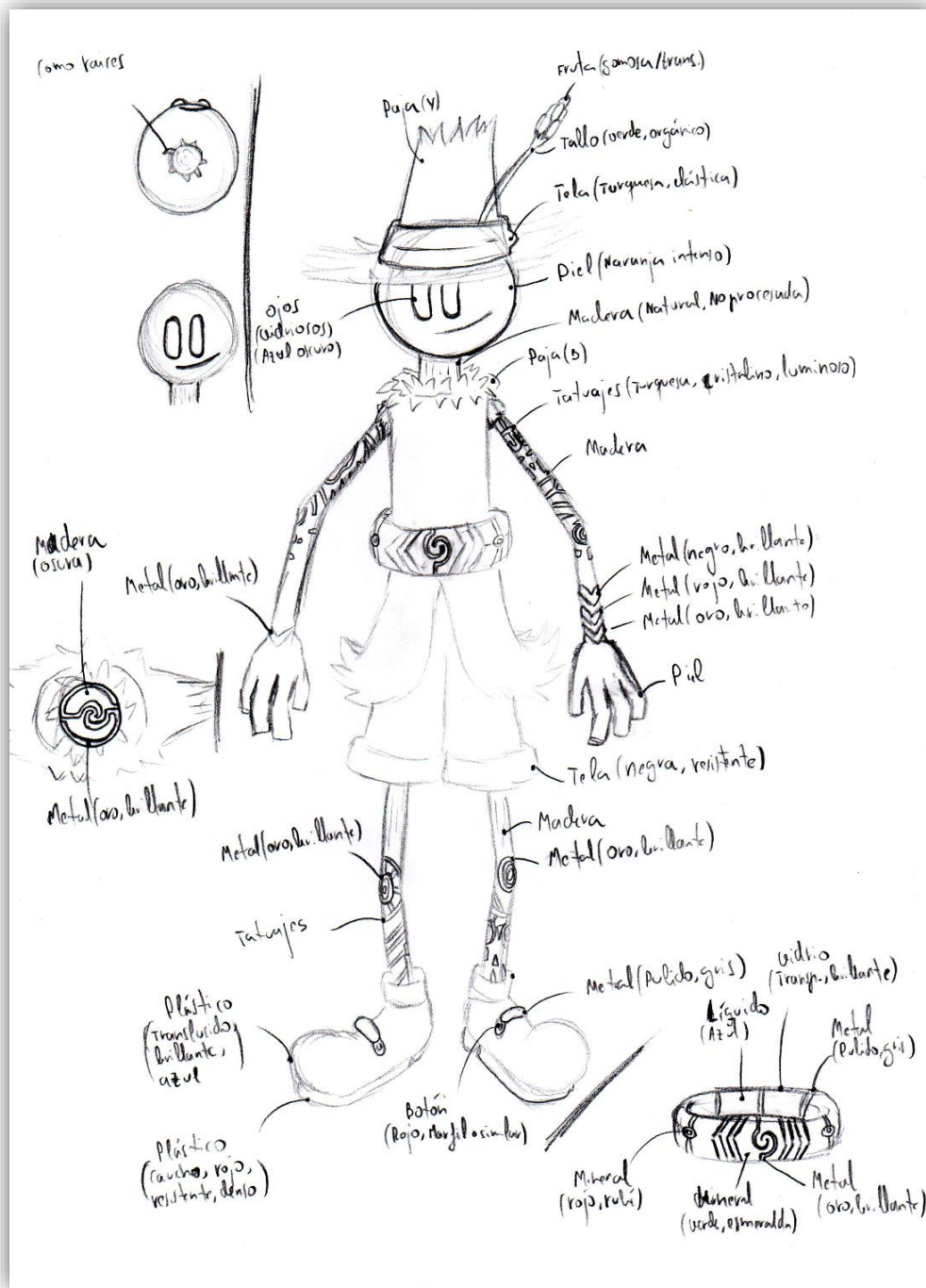


Figura 19. Materiales Kárnival.

En la Figura 20, se muestra un render final en 2D con todos los elementos ya en su versión cromática definitiva.



Figura 20. Render final Kárnival.

A la empresa este personaje le gustó, pero lo consideraban demasiado adulto y elaborado, por lo que se realizaron dos nuevas versiones más enfocadas al público infantil.



Figura 21. Render Kárnival 2.



Figura 22. Render Kárnival 3.

Finalmente, estas dos últimas versiones resultaron mucho más adecuadas para la empresa, y se valoraron ambas como opciones para la elección del personaje final.

Vera

Vera es un personaje que simboliza la inteligencia del cerebro, y la versatilidad de una nube. Es femenina, inquieta, alegre y amable, y tiene un carácter fuerte, de modo que no se doblega ante la injusticia ni ante las dificultades. Su principal habilidad es que su cuerpo se comporta como el agua, puede flotar como una nube, adentrarse en cualquier rincón como el agua líquida, y ser sólida como el hielo. Logra un amplio conocimiento de todos los campos de estudio que se propone conocer, y a su vez tiene una curiosidad inagotable, lo que le hace ser muy sabia.

Es un personaje femenino, lo cual se considera un punto a favor de cara a la igualdad de género en la sociedad, dado que existe una clara predominancia de personajes protagonistas masculinos sobre los femeninos en el contenido audiovisual mundial¹⁵, como se puede observar en el gráfico de la Figura 23.

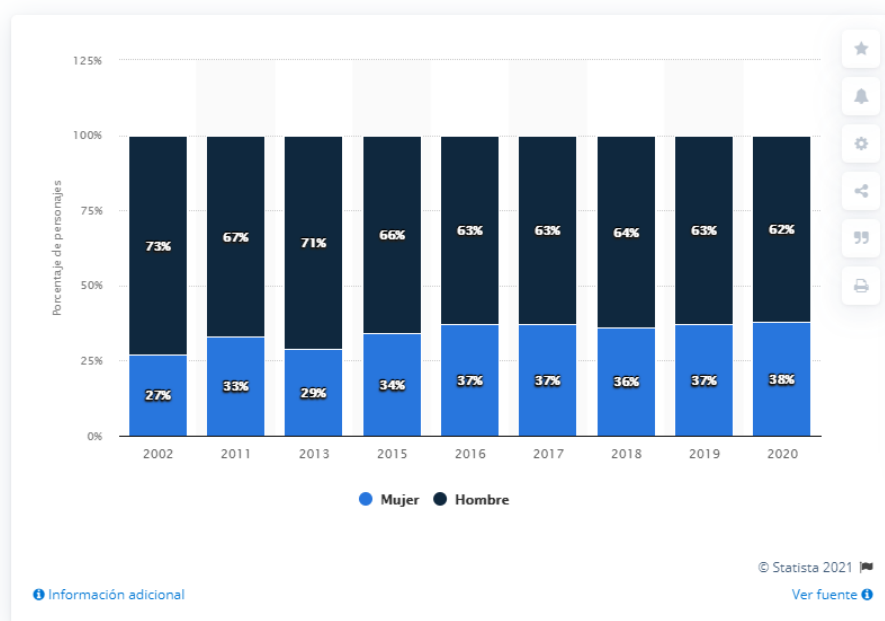


Figura 23. Distribución porcentual de los personajes principales interpretados en el cine mundial entre 2002 y 2020, por género.

Sus rasgos son simples y cumplen el principio de la neotenia¹⁶, por lo que son similares a los de una persona en la niñez (como en el caso de gran parte de los animes japoneses, y los personajes de Disney), por los ojos y la cabeza grande, en relación con el pequeño tamaño del cuerpo. Esto provoca una relación de identificación entre los niños y el personaje, y una sensación de ternura por parte de personas de mayor edad.

¹⁵ Statista. (2021). *Distribución porcentual de los personajes principales interpretados en el cine mundial entre 2002 y 2020, por género*. Recuperado de: <https://bit.ly/3jNE7nP>

¹⁶ Neotenia: Persistencia de caracteres larvarios o juveniles después de haberse alcanzado el estado adulto. (RAE)

En la Figura 24, se encuentran los bocetos iniciales de Vera, en la que se pone a prueba su funcionalidad con distintas escenas independientes.

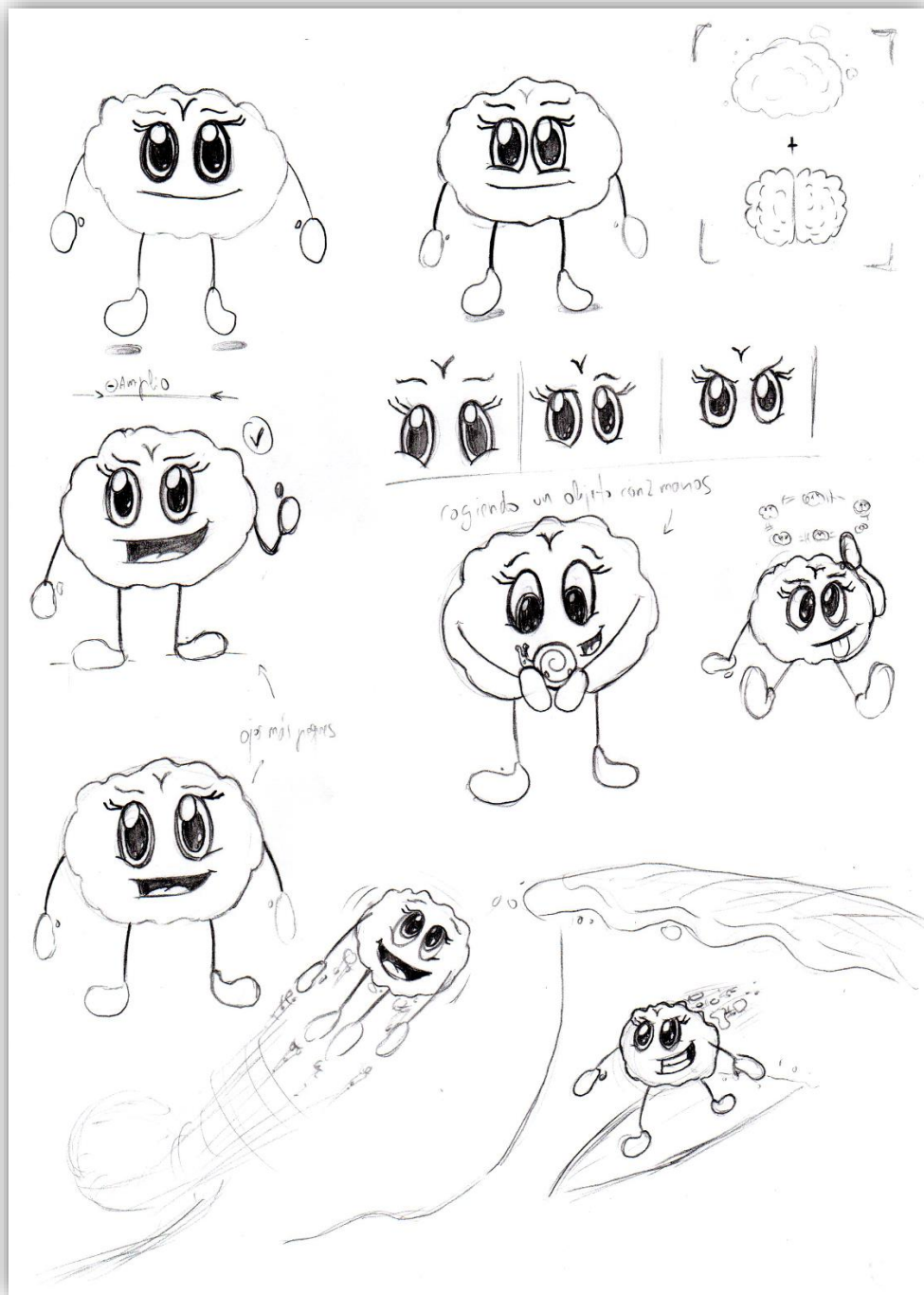


Figura 24. Bocetos iniciales Vera.

Como se puede observar en la Figura 25, está constituida por un total de 14 elementos a modelar. Sus principales materiales son: gas/nube, material solido negro (cejas, pestañas, brazos, piernas y pupilas), material sólido amarillo (iris), y carne (lengua).

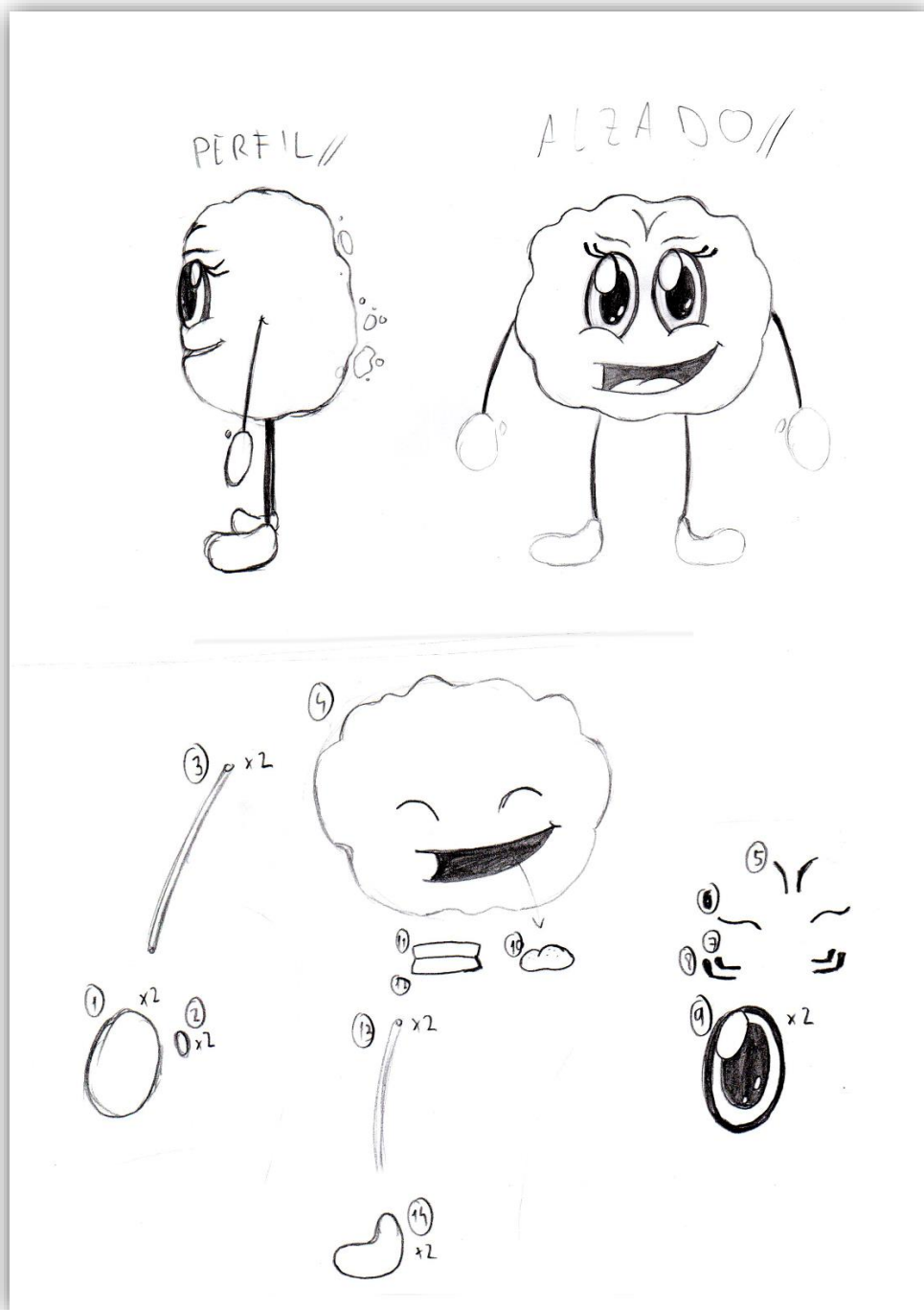


Figura 25. Perfil, alzado y número de elementos Vera.

Por último, se muestra en la imagen 26, el render final de Vera.

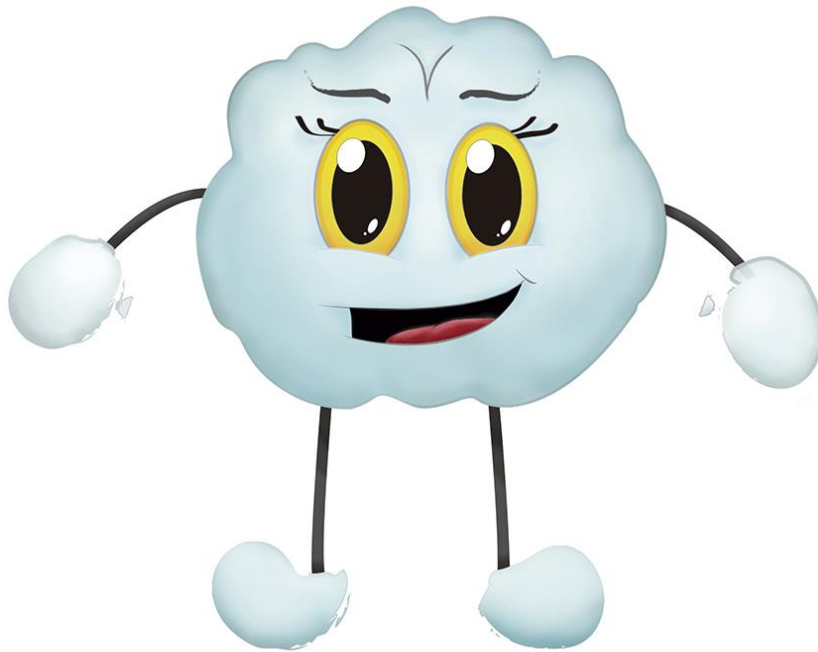


Figura 26. Render final Vera.

Bi-BOT

Se trata de un personaje sencillo pero carismático. Tiene forma de robot, para que se relacione con las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) dado que la academia ofrece sus servicios de educación complementados con el uso de las nuevas tecnologías.

Como robot, se le atribuyen habilidades sobrehumanas como la capacidad de expansión casi ilimitada de sus extremidades, el acceso a internet de forma directa, y la posibilidad de ir incluyendo distintos gadgets de acción a su cuerpo biónico según lo precise la trama del contenido audiovisual.

Por otro lado, la antena situada en la cabeza tiene una función de expresión emocional y también le permite materializar distintos objetos (como si se tratara de una especie de impresora 3D instantánea), y proyectar imágenes que transmitan casi cualquier tipo de mensaje gráfico.

En la Figura 27, se puede observar a Bi-BOT protagonizando una serie de poses, que representan gráficamente las habilidades comentadas.

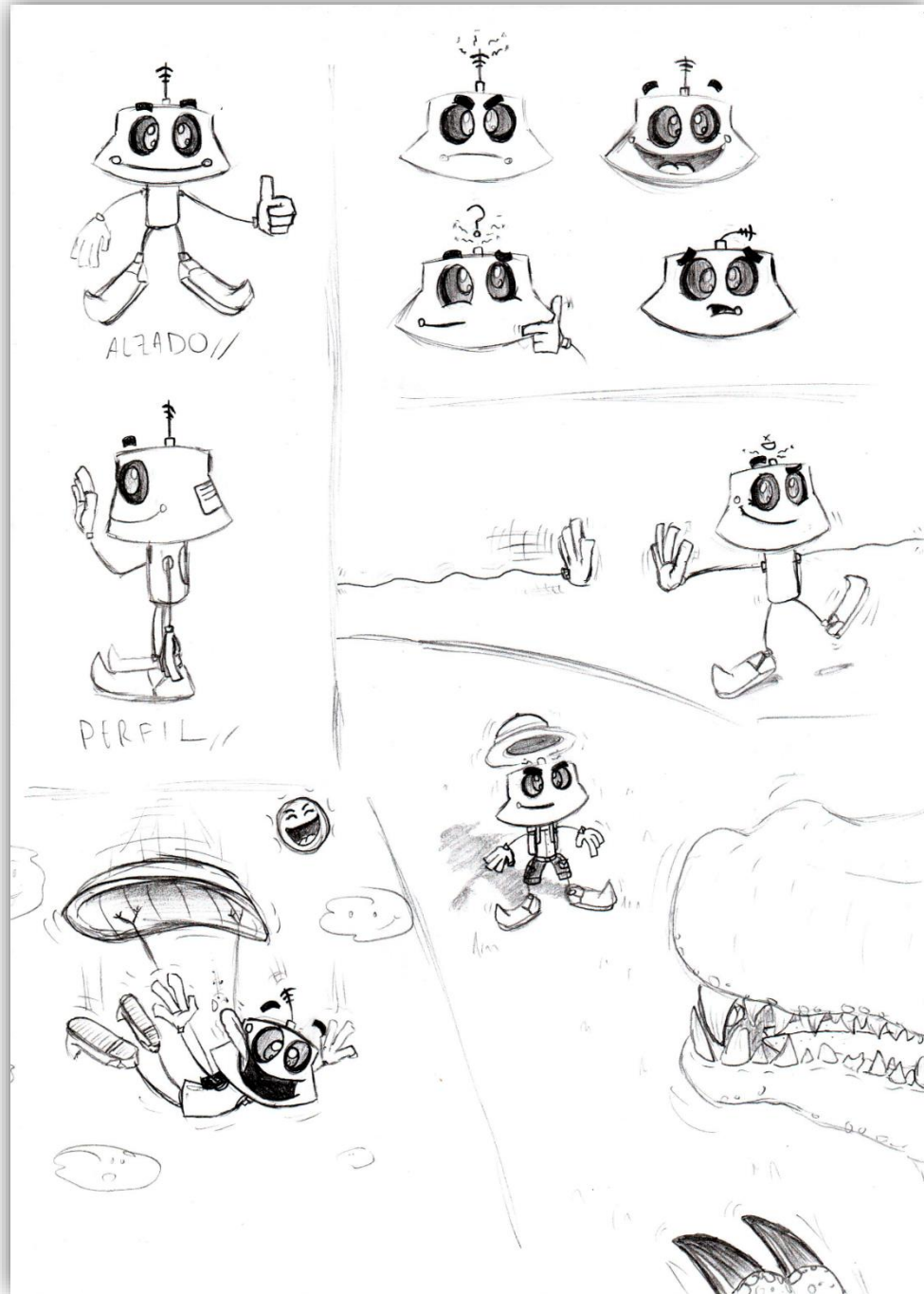


Figura 27. Bocetos iniciales Bi-BOT.

Se compone de 16 elementos a modelar sin tener en cuenta aquellos simétricos, y su disposición se muestra en la Figura 28.

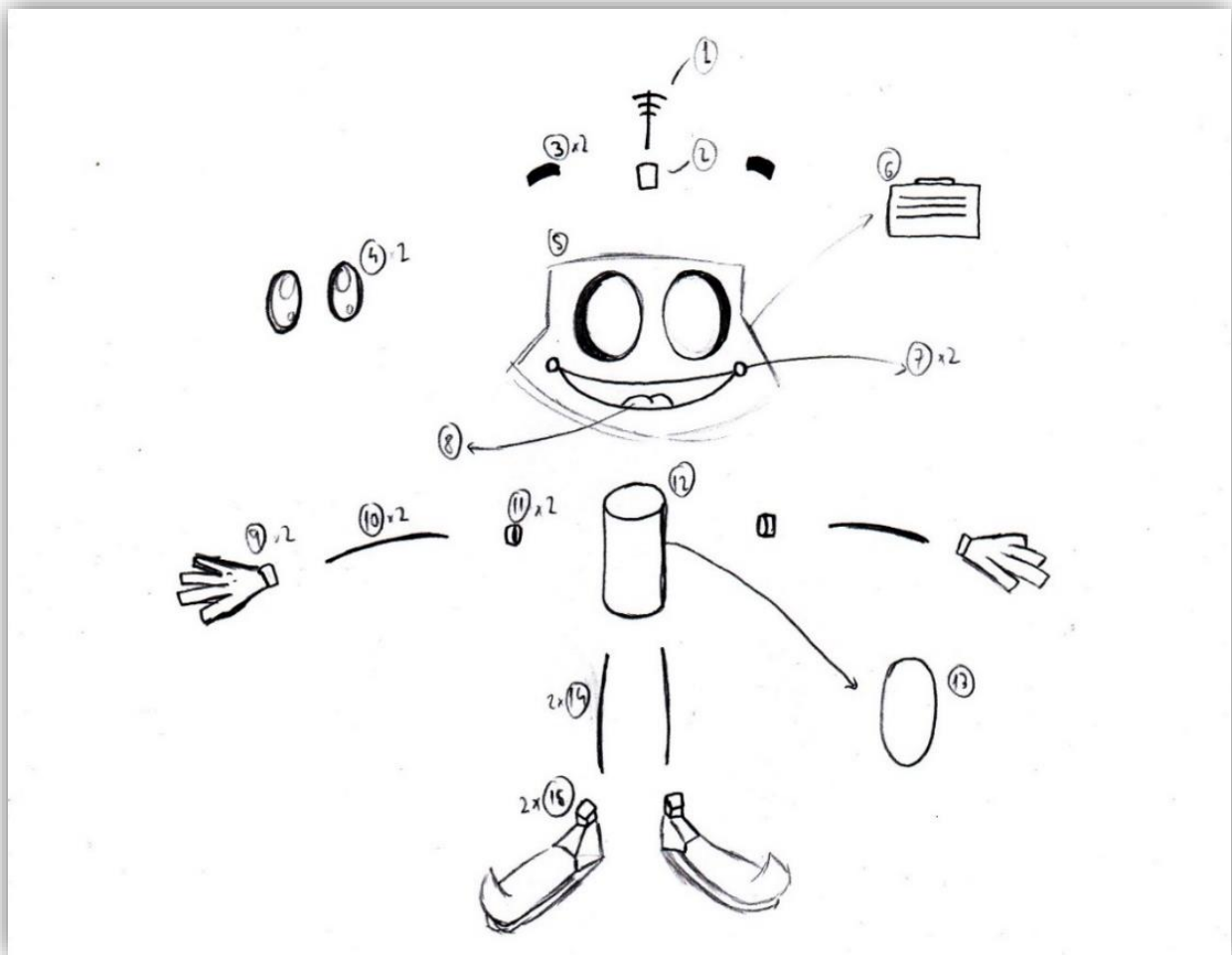


Figura 28. Elementos Bi-BOT.

Por último, se muestra el render final de Bi-BOT en su versión cromática en la Figura 29.

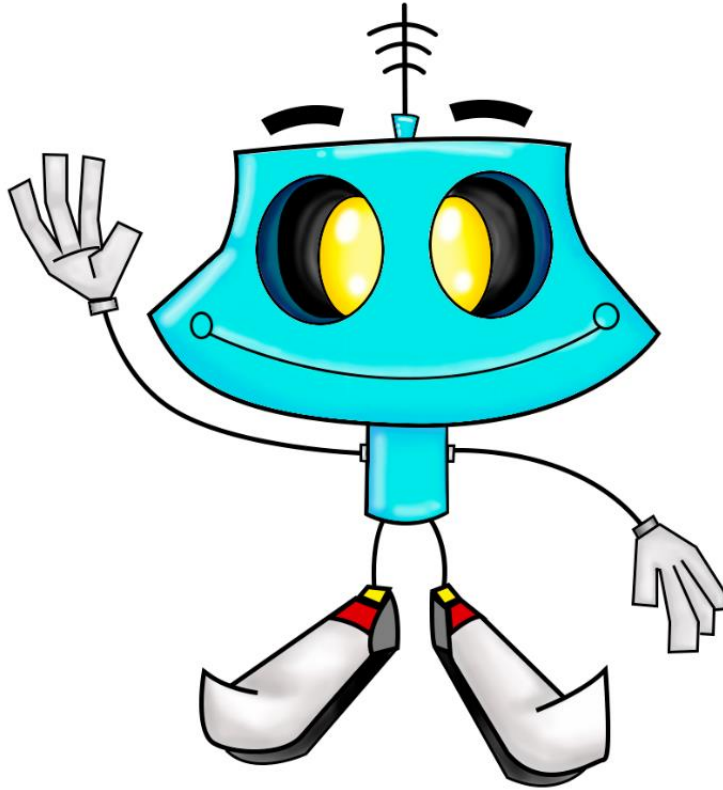


Figura 29. Render final Bi-BOT.

3.1.4 Elección del personaje final

Encuesta

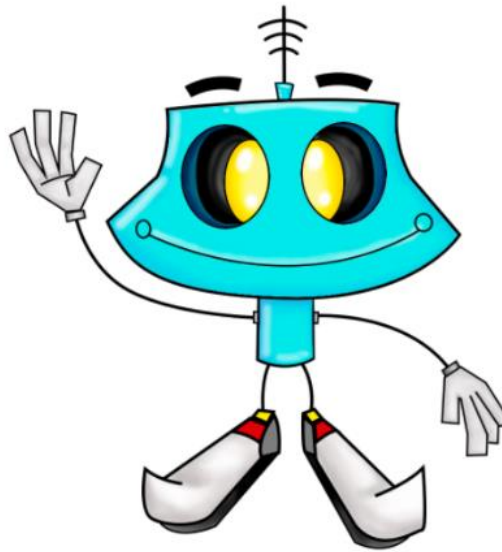
El objetivo de esta encuesta es obtener los primeros datos de opinión respecto a los personajes por parte de un porcentaje de la población, para aportar a la academia una mayor seguridad en cuanto a la elección final.

A demás, de este modo se puede contrastar la opinión personal del autor y el equipo de la academia, evitando posibles sesgos personales que limiten un resultado más adecuado para el público, y por tanto una mejor aceptación por parte del mercado de los futuros vídeos educativos.

Partiendo de estas premisas, tras la especificación de los tres personajes finales (4 contando las 2 versiones de Kárnival), se realizó la encuesta por medio de la aplicación “Formularios” de Google, y se difundió a contactos cercanos.

Con un total de 59 encuestados y una puntuación del 1 al 4 (siendo un 1: “No me gusta el personaje”, y un 4: “Me encanta el personaje”), los resultados de la encuesta fueron los siguientes:

Personaje 1 *



1 2 3 4

No me gusta... ¡¡Me encanta!!

Personaje 1

59 respuestas

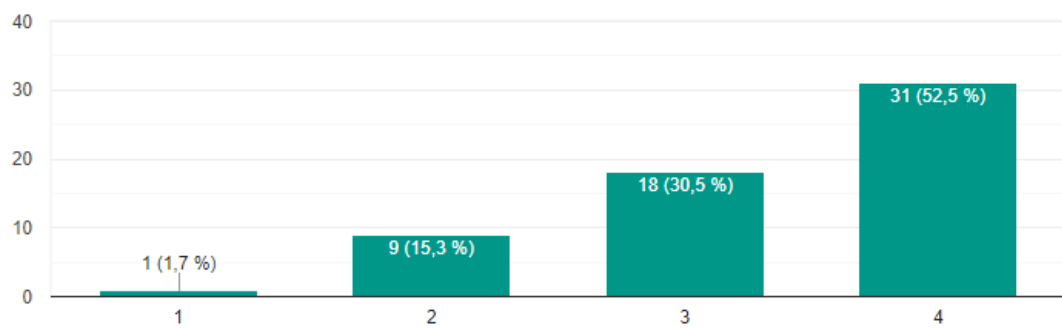


Figura 30. Estadísticas Bi-BOT.

Personaje 2 *



1 2 3 4

No me gusta... ¡¡Me encanta!!

Personaje 2

59 respuestas

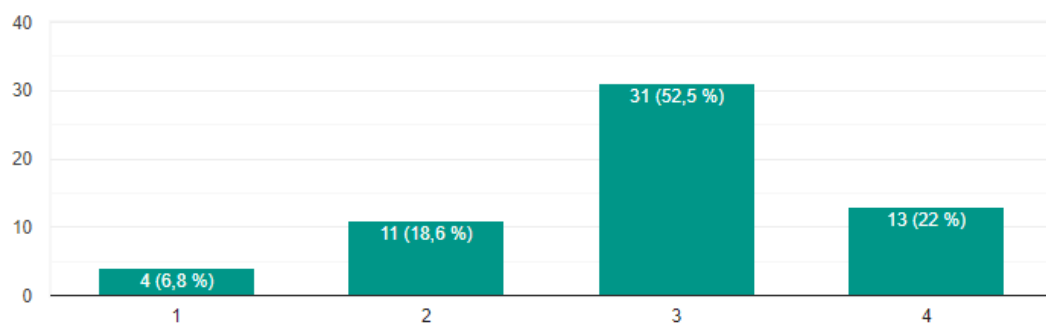


Figura 31. Estadísticas Kárnival 2.

Personaje 3 *



Personaje 3

59 respuestas

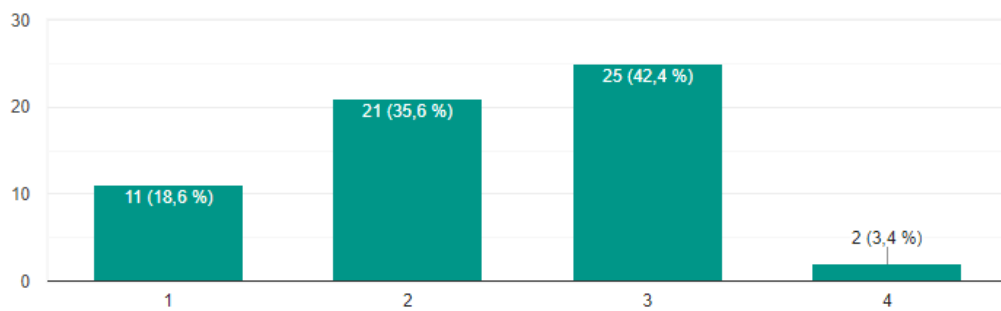
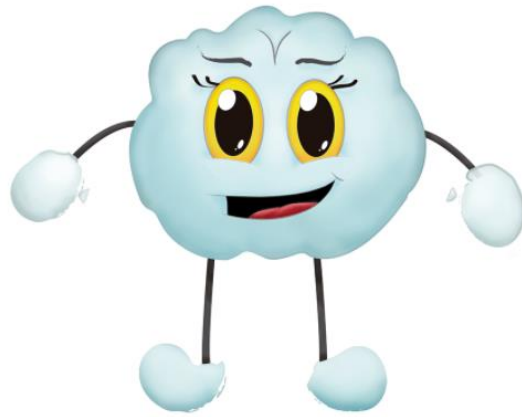


Figura 32. Estadísticas Kárnival 3.

Personaje 4 *

⋮



No me gusta... 1 2 3 4 ¡¡Me encanta!!

Personaje 4

59 respuestas

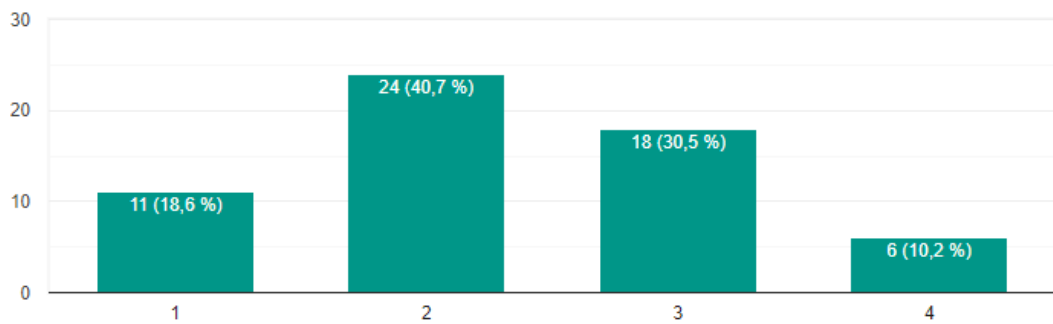


Figura 33. Estadísticas Vera.

Análisis de los resultados

De la encuesta realizada, se extraen los análisis estadísticos que se exponen a continuación.

El criterio de análisis será identificar la opción mejor valorada por los encuestados. Por tanto, las dos primeras valoraciones (1, 2) son consideradas **negativas** (al encuestado no le gusta el personaje) y, por tanto, el personaje mejor valorado (marcado con verde oscuro), es aquel con un porcentaje más bajo de dichas puntuaciones negativas. En cambio, las dos últimas valoraciones (3 y 4) son consideradas **positivas** (al encuestado le ha gustado el personaje), por lo que el mejor valorado es aquel con un porcentaje más alto de estas puntuaciones.

De este modo, la mejor puntuación se indica en verde oscuro, la segunda mejor, en verde más claro, y en azul, aquellos personajes peor valorados.

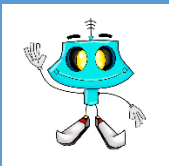


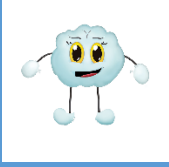
| Tabla de resultados de la encuesta | | | | |
|--|--------------------|------|------|-------------------|
| | Valoración (%) | | | |
| | 1 (No me gusta) | 2 | 3 | 4 (Me encanta) |
|  Personaje 1 | 1,7 | 15,3 | 30,5 | 52,5 |
|  Personaje 2 | 6,8 | 18,6 | 52,5 | 22 |
|  Personaje 3 | 18,6 | 35,6 | 42,4 | 3,4 |
|  Personaje 4 | 18,6 | 40,7 | 30,5 | 10,2 |

Figura 34. Tabla de resultados de la encuesta.

A partir de la tabla anterior es evidente que la mejor puntuación es la del personaje número 1, y la segunda mejor puntuación la del personaje número 2.

Estos datos fueron planteados a los miembros de la empresa, y decidieron que estaban de acuerdo con los resultados, de modo que el personaje seleccionado para el modelado 3D como protagonista es el número 1. Respecto al personaje número 2, dada su buena valoración y la satisfacción de la empresa con él, se consideró utilizarlo para futuros proyectos.

3.2 Producción del personaje

La siguiente fase del proyecto consiste en el modelado, elección de materiales y el diseño de huesos de Bi-BOT, de modo que se puedan extraer *renders* para la academia, que sirvan como *Style Frames* de ejemplo de aplicación del personaje en los futuros vídeos.

3.2.1 Modelado del personaje

Se comienza creando un nuevo archivo de Blender e introduciendo en el programa las referencias en perfil y alzado.

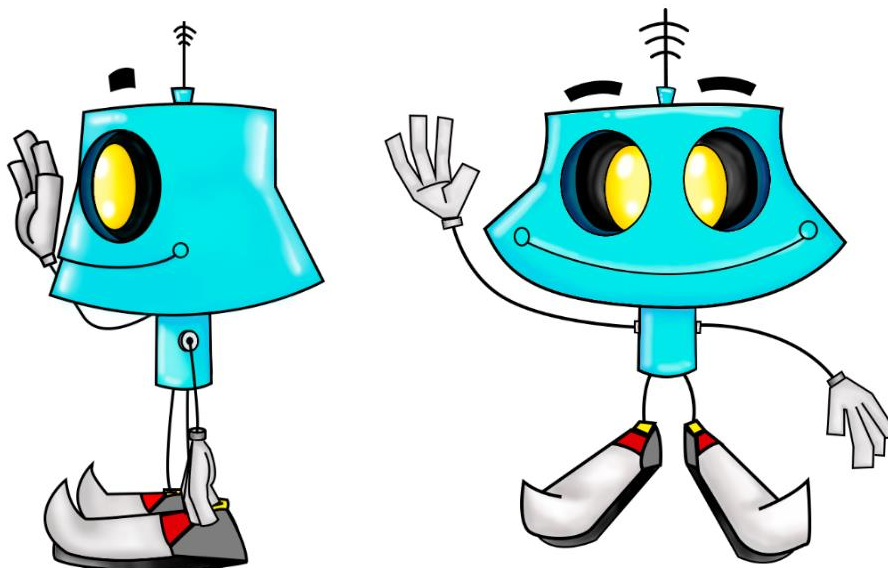


Figura 35. Perfil y alzado del personaje.

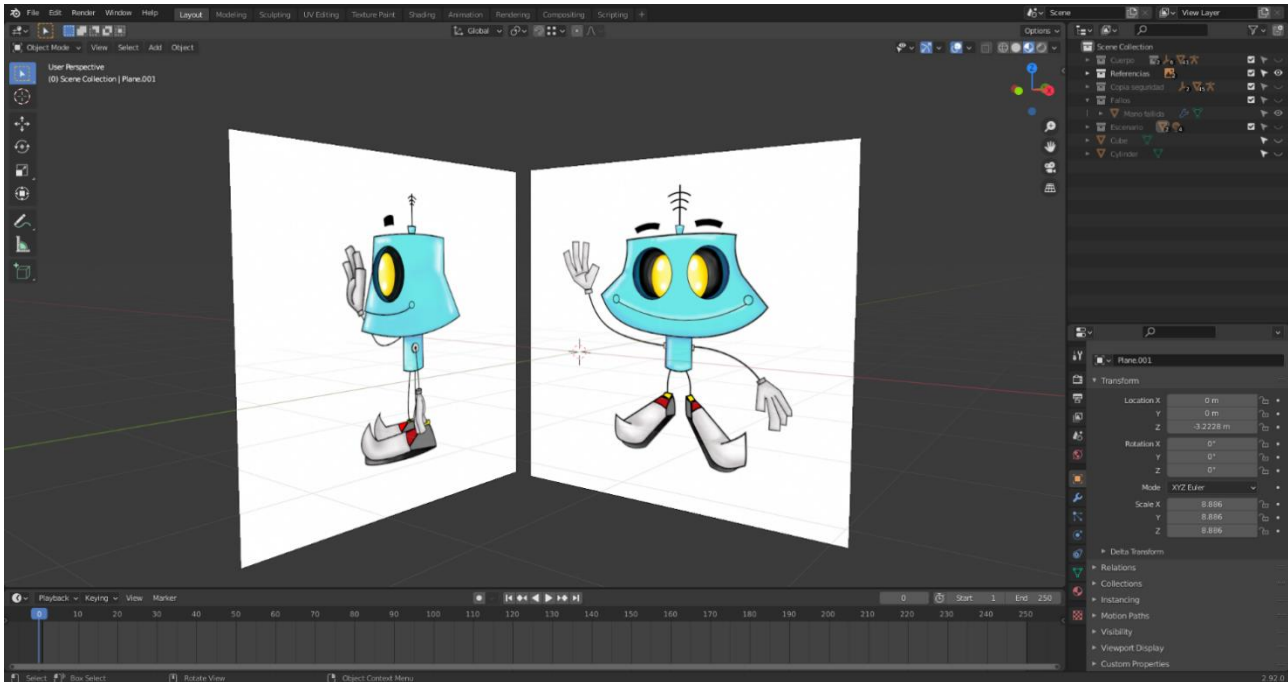


Figura 36. Introducción del perfil y el alzado de referencia en Blender.

Mediante el uso de primitivas y usando las imágenes como referencia, se genera el **box modelling** en su versión más básica. Todos los elementos fueron relativamente sencillos de crear en esta etapa, exceptuando la mano, que tuvo una complicación añadida por su forma menos regular, y que supuso tener que juntar los dedos con la palma por medio del soldado de vértices.

Los elementos simétricos, como son brazos, manos, piernas y pies, se modelaron una única vez y se duplicaron como se había preestablecido en la etapa de ideación del personaje.



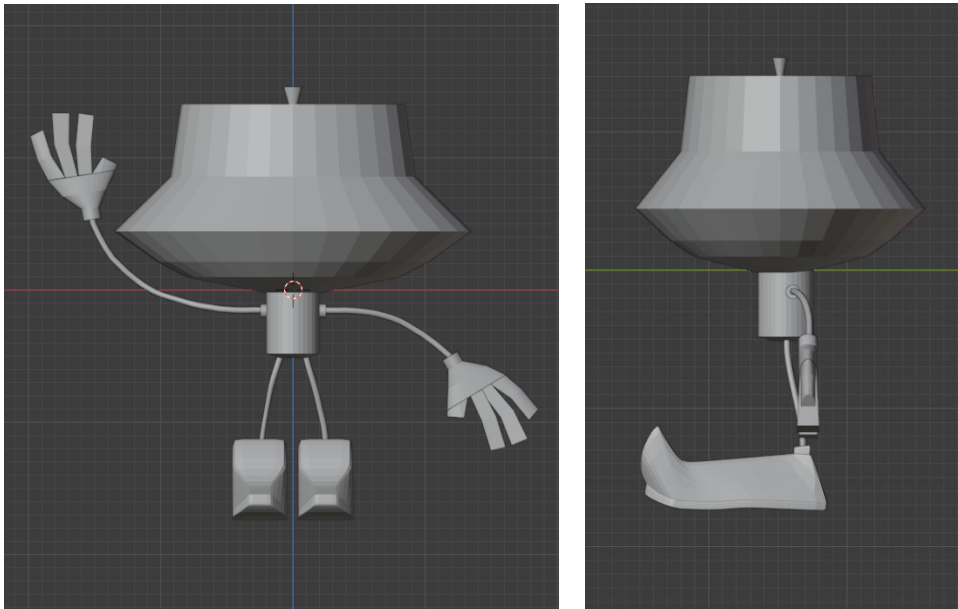


Figura 37. Box Modelling del personaje. En perspectiva, alzado y perfil.

Posteriormente, se modelaron los rasgos fundamentales del personaje, como son los ojos y la boca. Cabe destacar la operación de modelado de los ojos, en la que se utilizó un cilindro como referencia geométrica, y se distribuyó la malla de la cabeza colocando vértices en posiciones cercanas a los del cilindro.

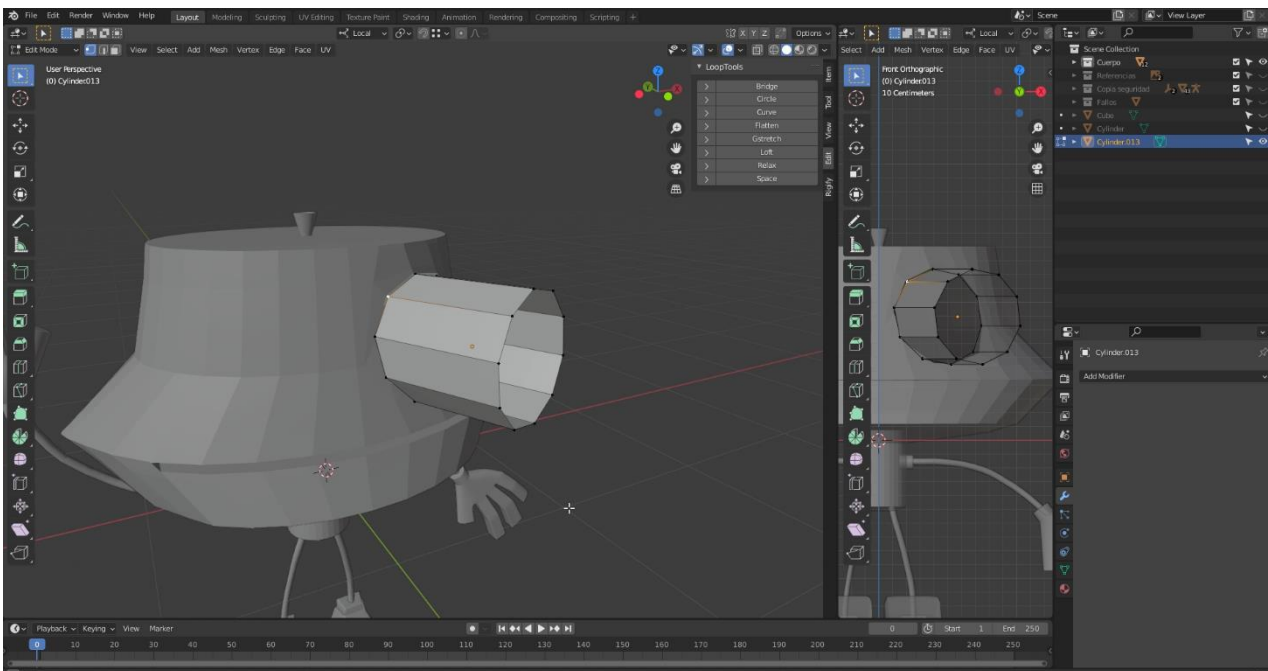


Figura 38. Creación del ojo mediante un cilindro de referencia.

Posteriormente se unieron ambos cuerpos con Ctrl + J y se soldaron los vértices dispuestos en la cabeza con los del cilindro. Tras la eliminación de las superficies del interior del perímetro del ojo, se extrusionó la cuenca del ojo a partir de las aristas exteriores. Finalmente se cerró la malla con E + S, y con un *Grid Fill*.

Como optimización del modelado, se eliminó la parte sin ojo de la cabeza por el eje de simetría, y se utilizó el *modifier Mirror* para duplicar el lado de la cabeza con la operación del ojo finalizada. Posteriormente se aplicó el modificador, se unieron los cuerpos con Ctrl + J, y se llevó a cabo el soldado de vértices para consolidar los dos lados de la cabeza en un solo cuerpo 3D.

El resultado de estas operaciones, más la aplicación del modificador *Subdivision Surface* y el *Shade Smooth* para el suavizado de la malla, es el siguiente:

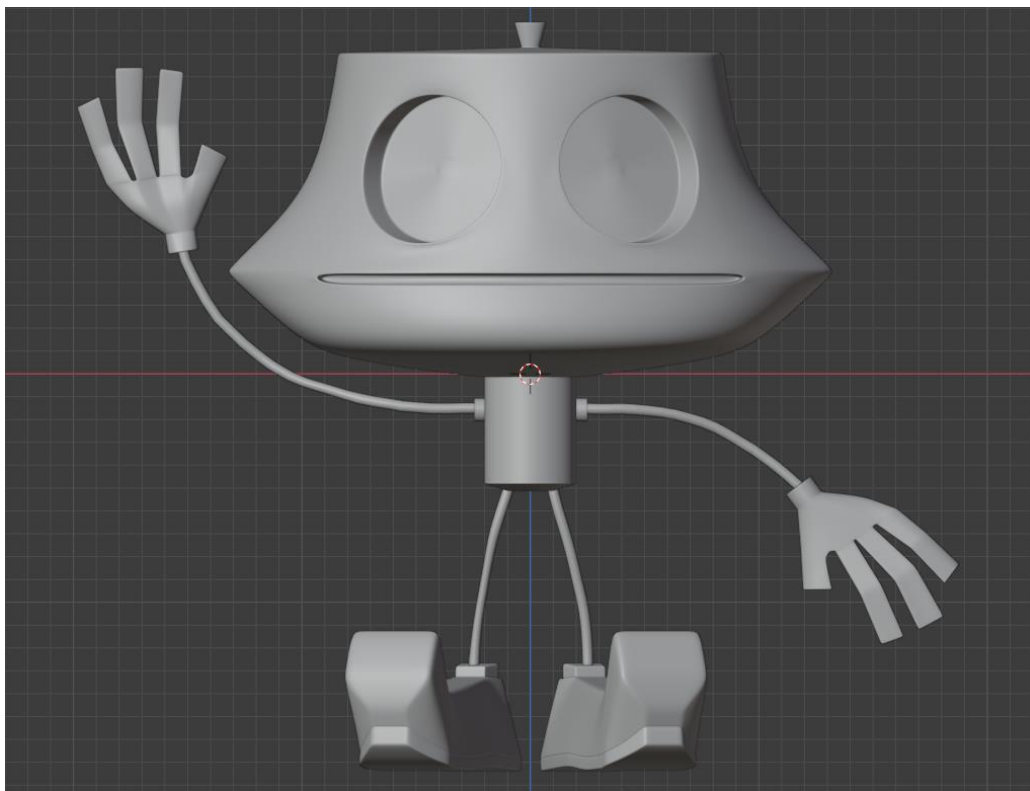


Figura 39. Rasgos principales del personaje y *Subdivision Surface*.

Como pasos finales del modelado, se crearon el resto de elementos secundarios. En la imagen 40 se puede ver una vista en explosión con todos los elementos que componen el modelo (16 sin contar elementos repetidos, dado que no es necesario modelarlos dos veces). En la imagen 42 se encuentra una vista de alzado y parte trasera del resultado final del modelado.

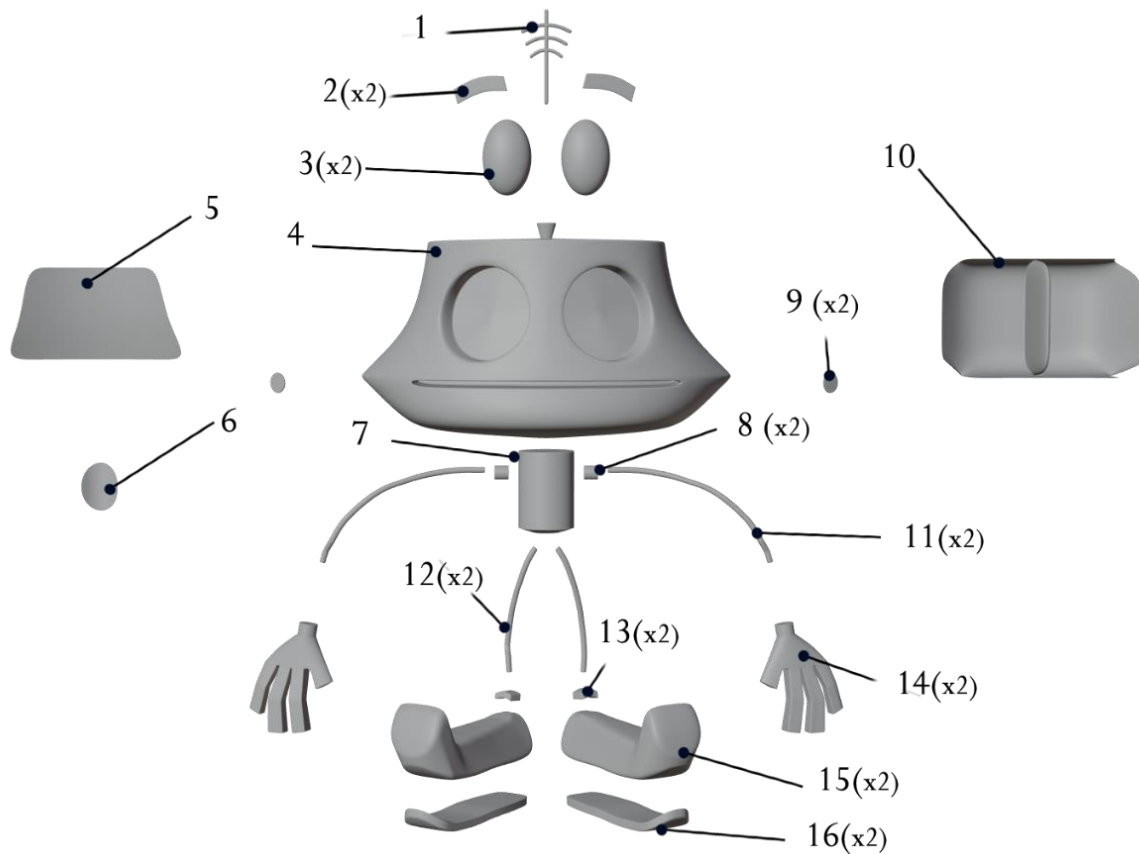


Figura 40. Vista en explosión

| Número del elemento | Nombre del elemento |
|---------------------|---------------------|
| 1 | Antena |
| 2 | Cejas |
| 3 | Globos Oculares |
| 4 | Cabeza |
| 5 | Tapa Cabeza |
| 6 | Tapa espalda |
| 7 | Tronco |
| 8 | Hombros |
| 9 | Mofletes |
| 10 | Fondo negro ojos |
| 11 | Brazos |
| 12 | Piernas |
| 13 | Calcetín |
| 14 | Manos |
| 15 | Pie |
| 16 | Suela |

Figura 41. Tabla de elementos del modelo.

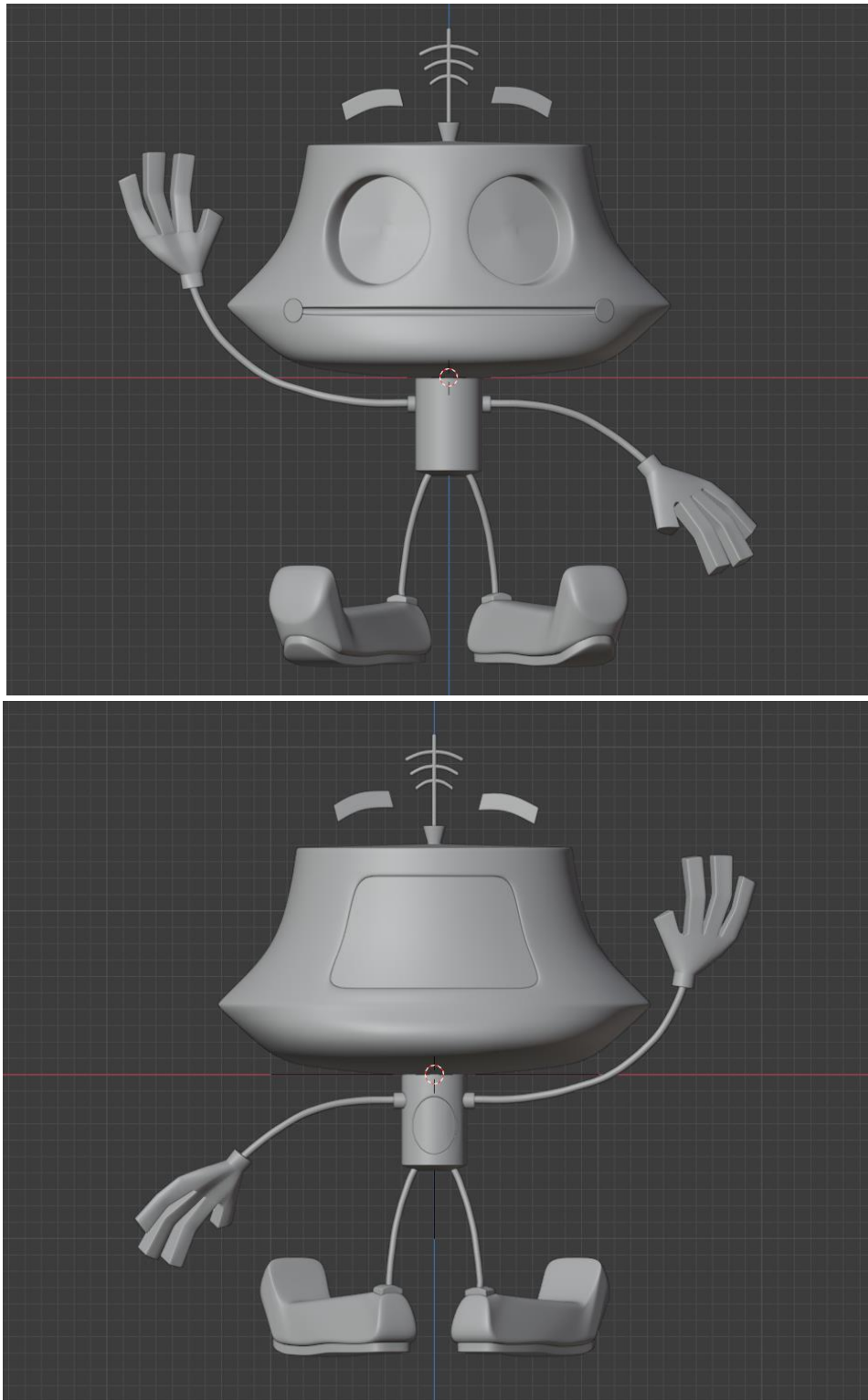


Figura 42. Alzado y parte trasera del personaje con rasgos secundarios definidos.

3.2.2 Materiales del personaje

La siguiente fase de la producción del personaje es la programación nodal y la aplicación de los materiales. Para ello, se trabajó en la ventana de *Shading*, donde encontramos la pestaña de creación de materiales con nodos.

En total, se diseñaron 9 materiales, que son los siguientes:

Metal Azul

Utilizado para la cabeza, y el tronco.

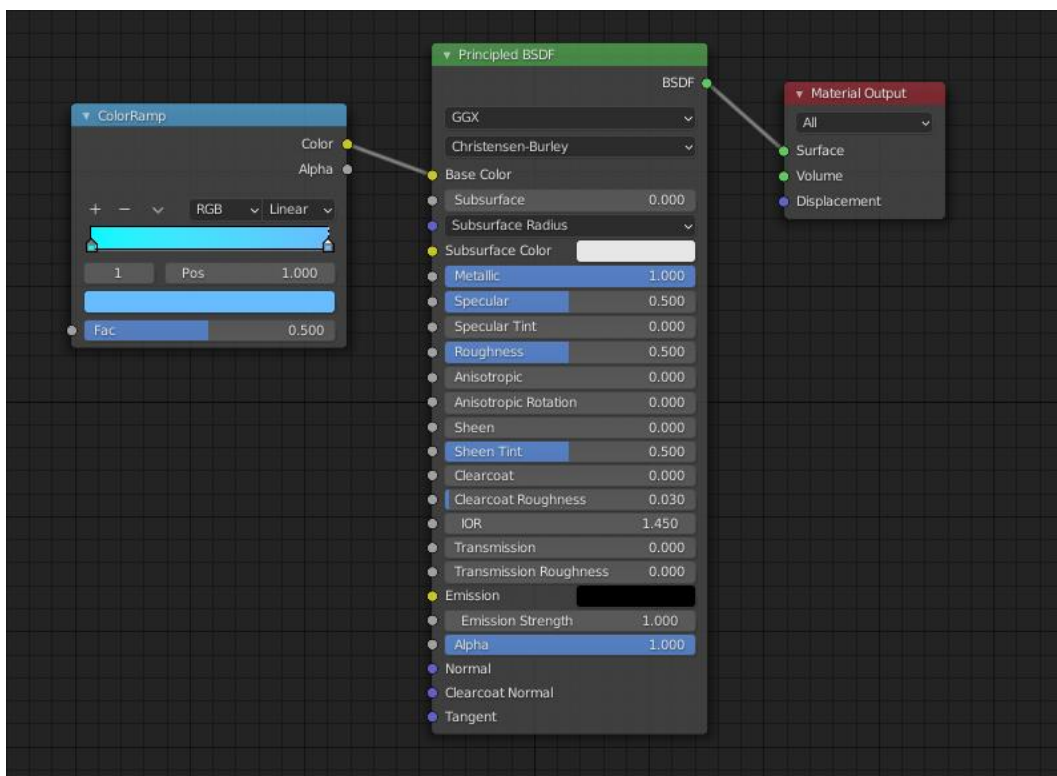
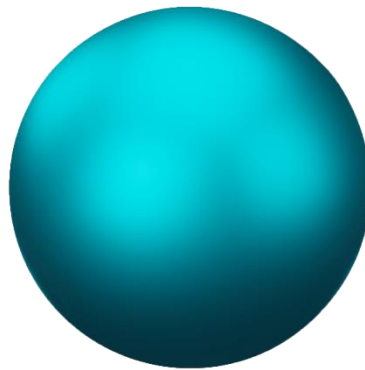


Figura 43. Material Metal Azul.

Metal plateado

Utilizado para los hombros.

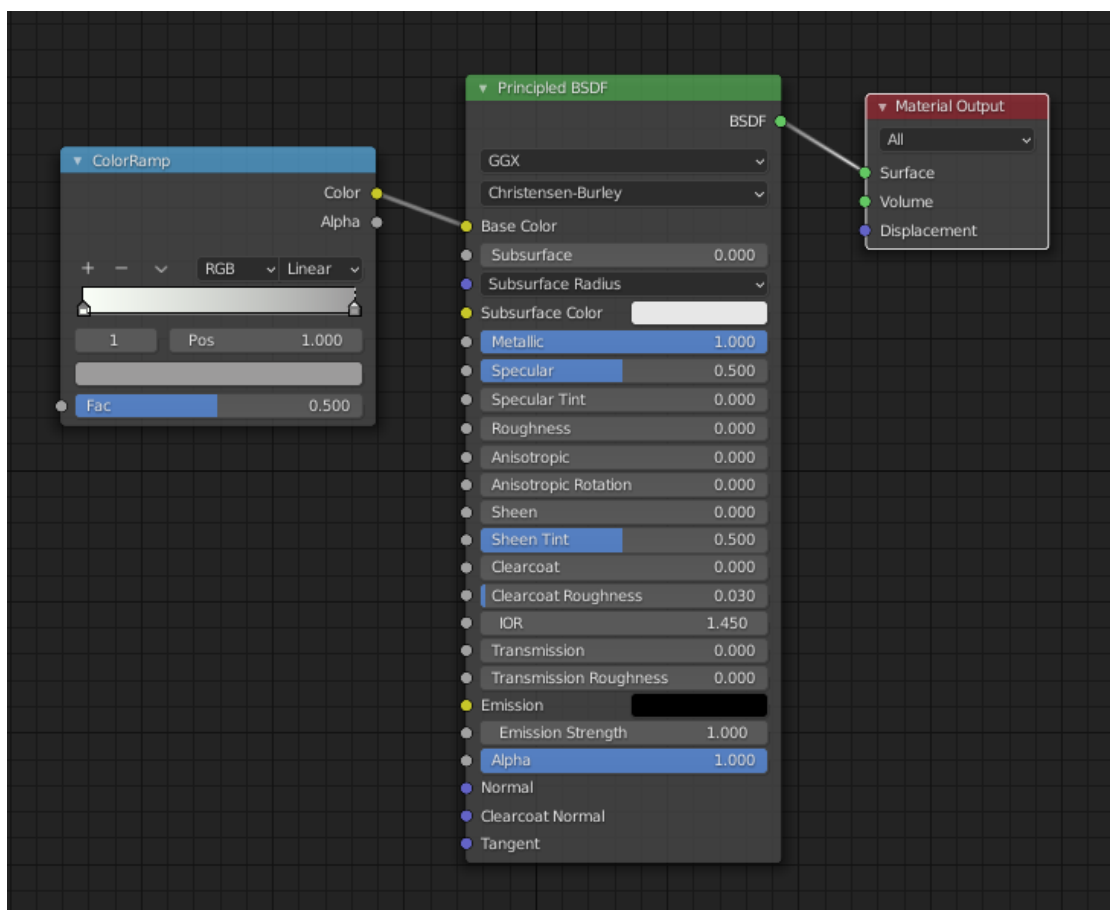


Figura 44. Material Metal plateado.

Amarillo luminoso

Utilizado para los globos oculares. Este material tiene la particularidad de emitir luz propia, para lo cual hay que activar la opción *bloom* en el menú de opciones de renderizado.

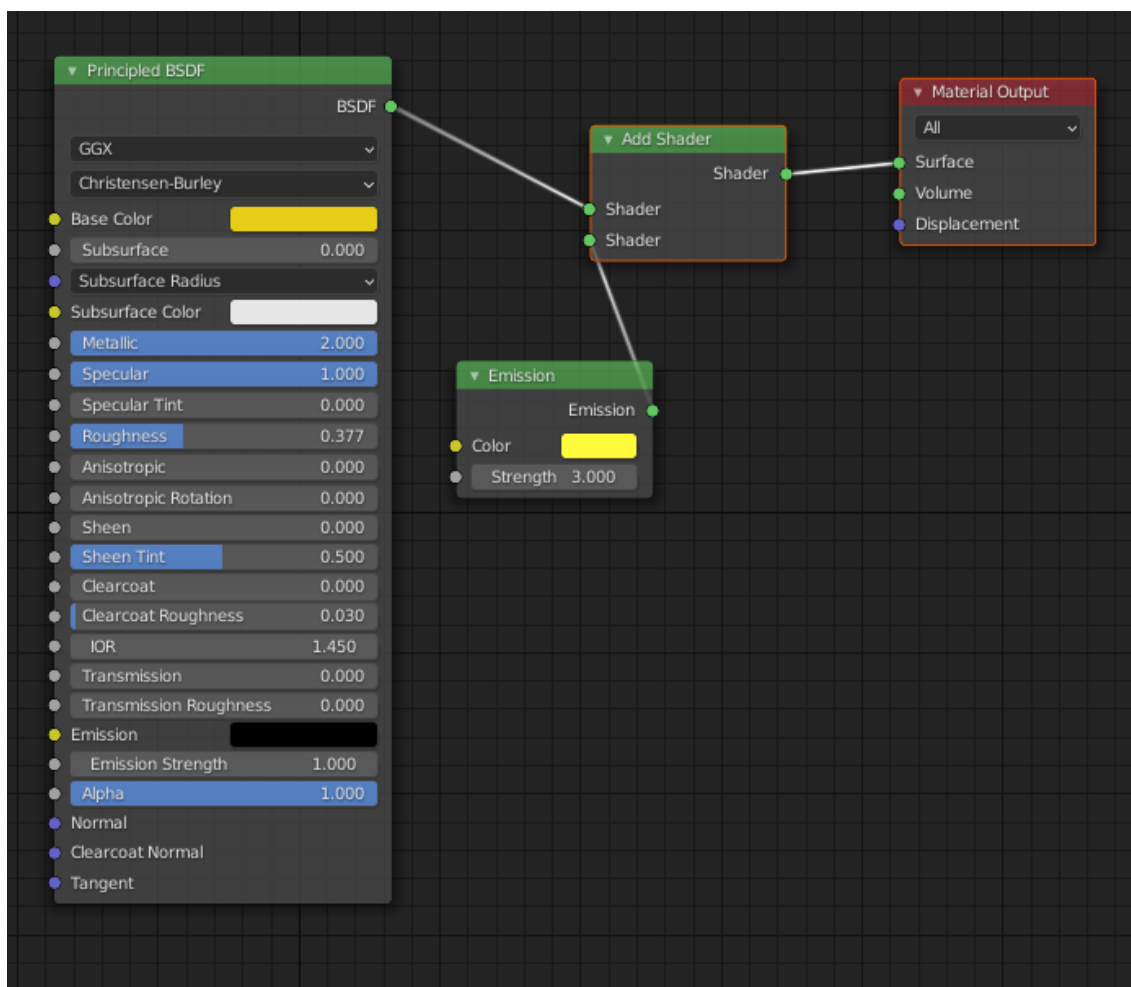
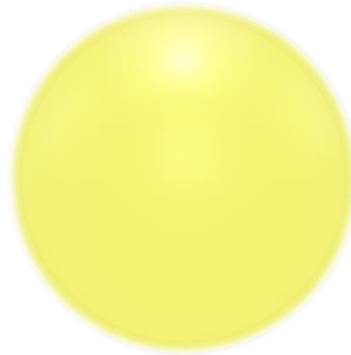


Figura 45. Material Amarillo luminoso.

Negro

Para la antena, el interior de la cabeza, las cejas, los brazos y las piernas.

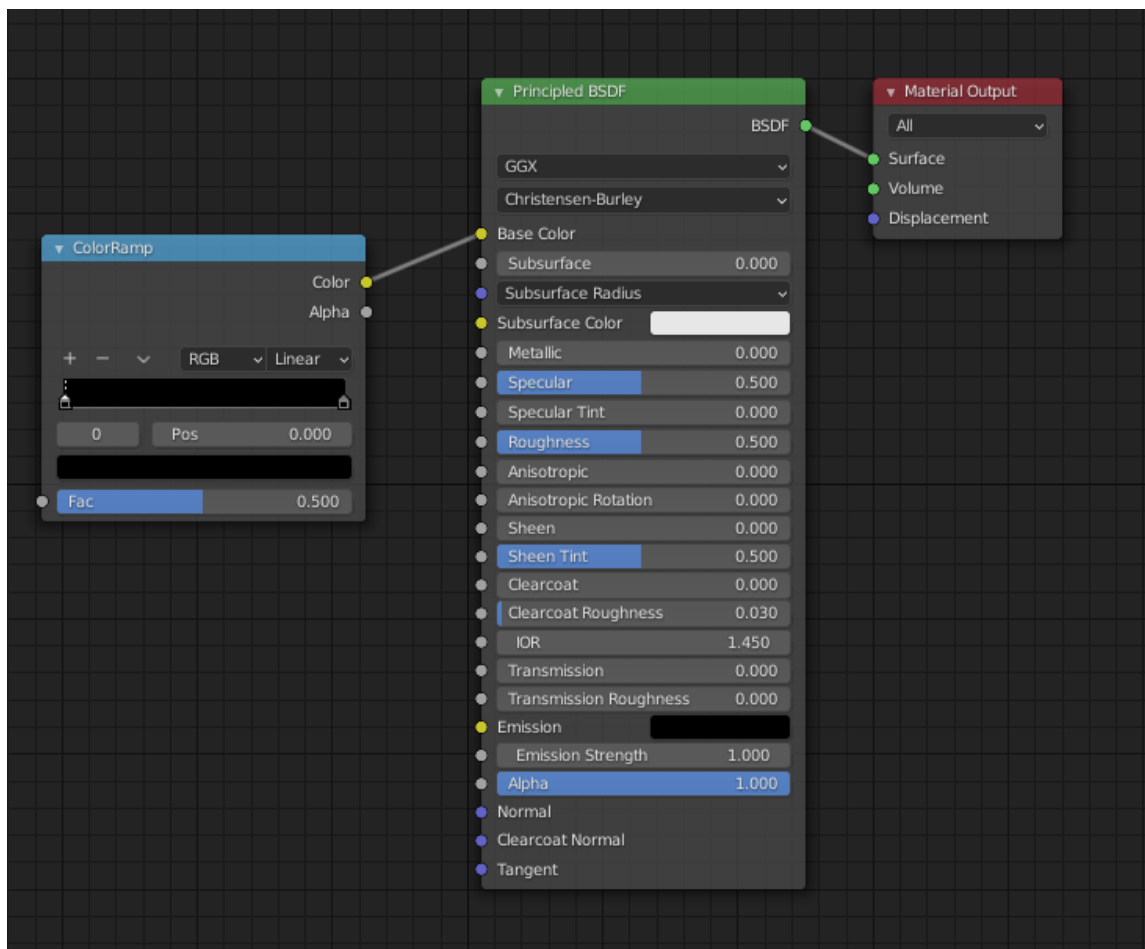


Figura 46. Material Negro.

Manos

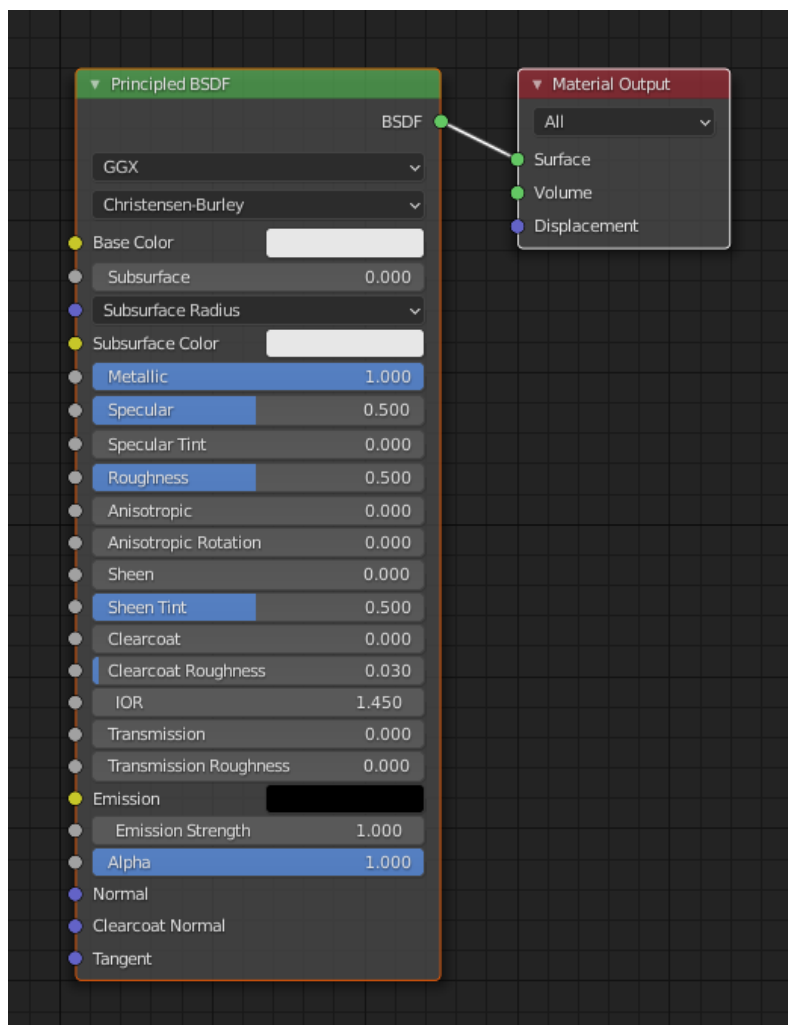
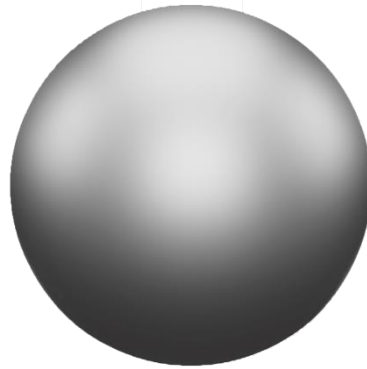


Figura 47. Material manos.

Mofletes

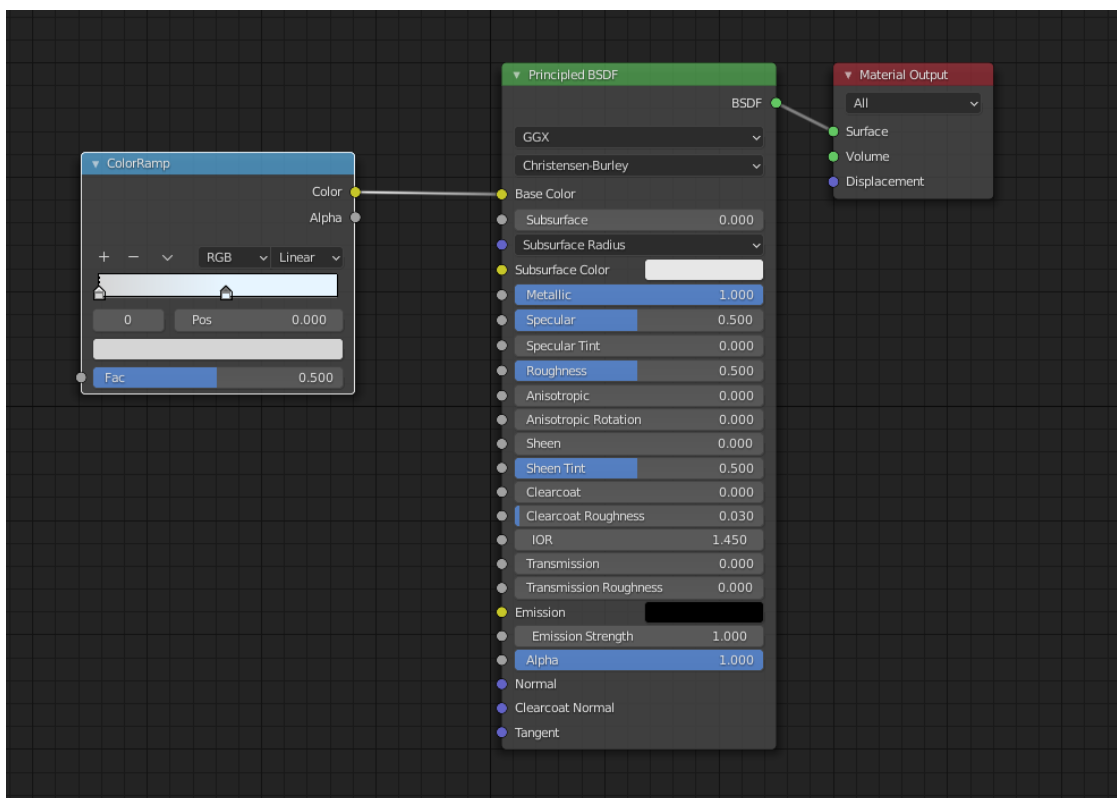
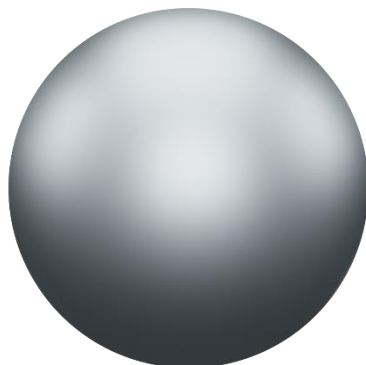


Figura 48. Material Mofletes.

Plástico opaco: amarillo, rojo, blanco y gris

Este es un material plástico, con cierto granulado interior que da una sensación más luminosa e interesante a las superficies de los zapatos del personaje. Los tres están hechos con los mismos nodos pero cambiando el color.

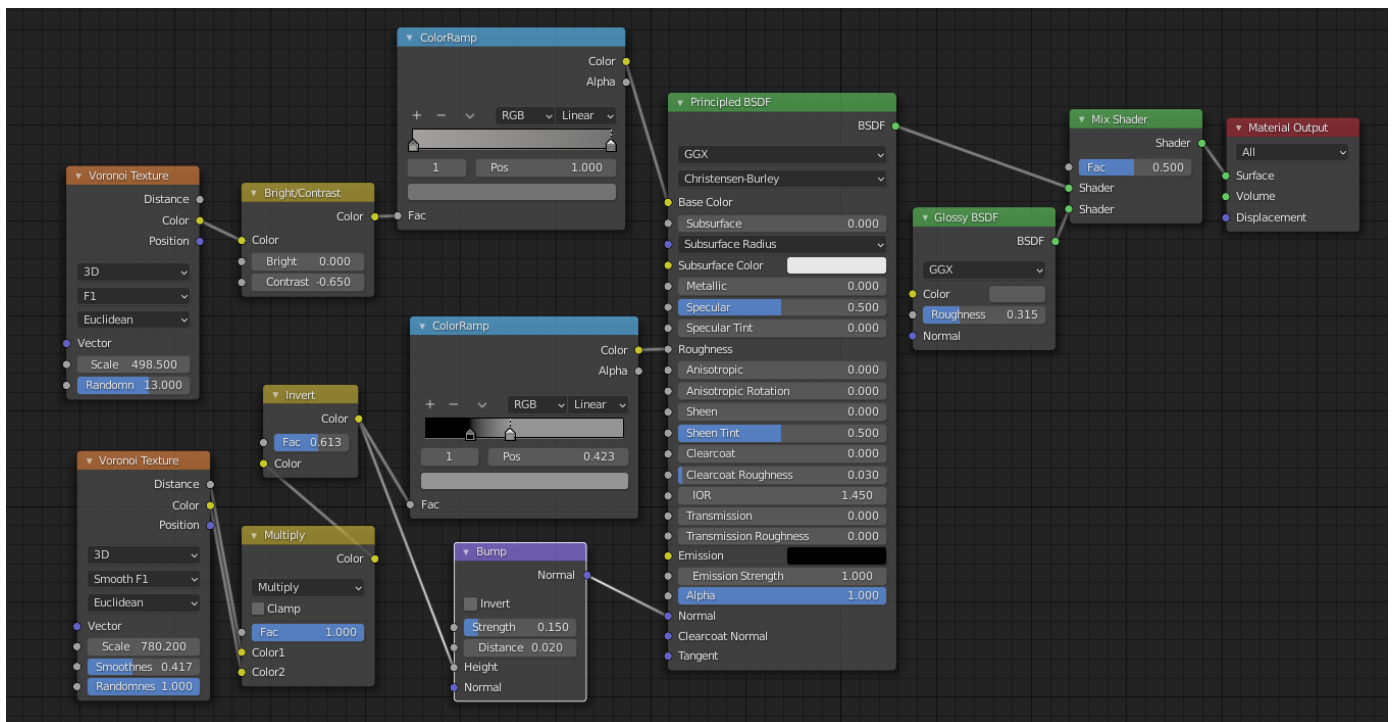


Figura 49. Material plástico opaco.

Plástico transparente

Utilizado para la pared del fondo de la cuenca de los ojos, de modo que permite ver el interior hueco de la cabeza del robot, donde se encuentran los ojos luminosos. El funcionamiento de este material se consigue activando las opciones *Screen Space Reflections* en *Render Properties*, y en *Material Properties* en la sección de *Settings*.

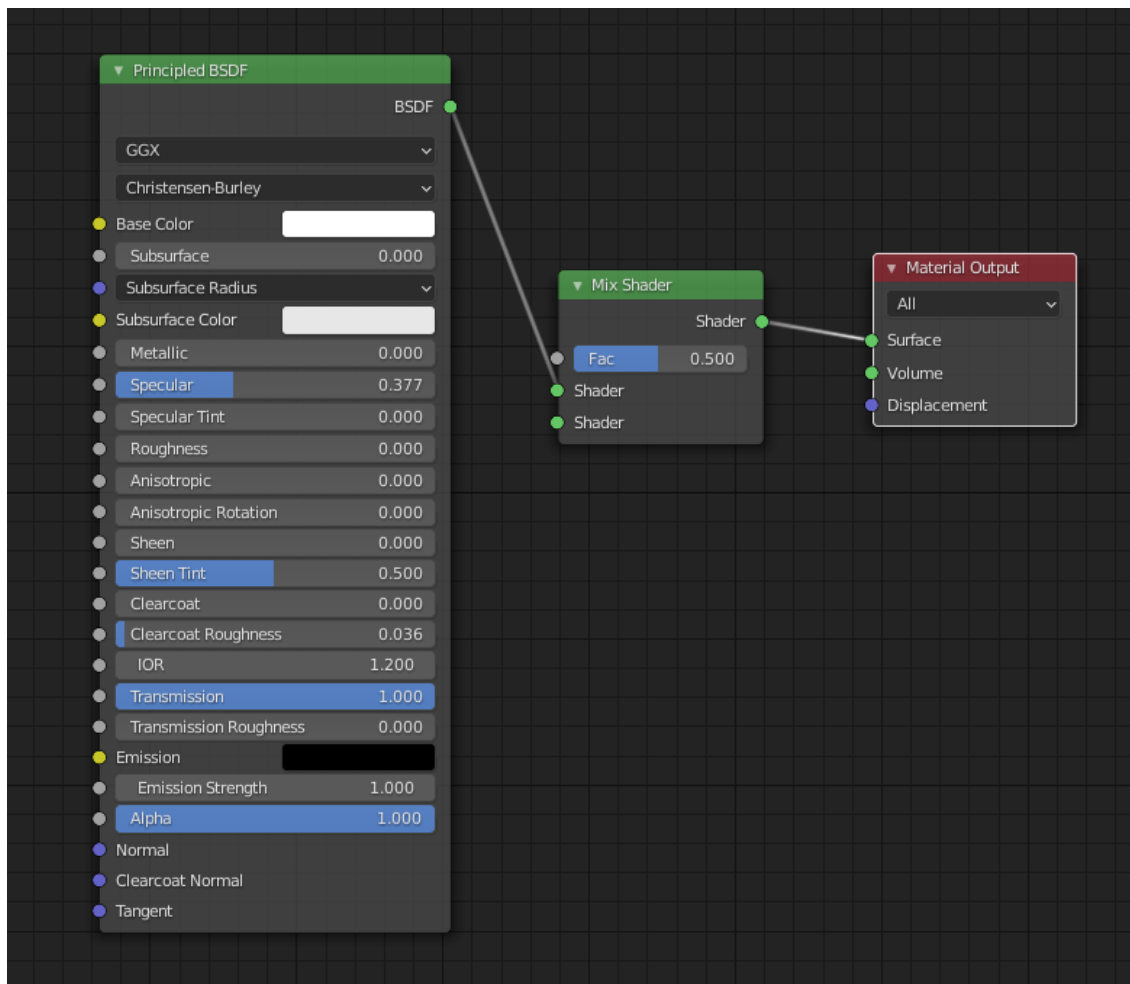


Figura 50. Material Transparente.

Goma

Utilizado en la suela de los zapatos.

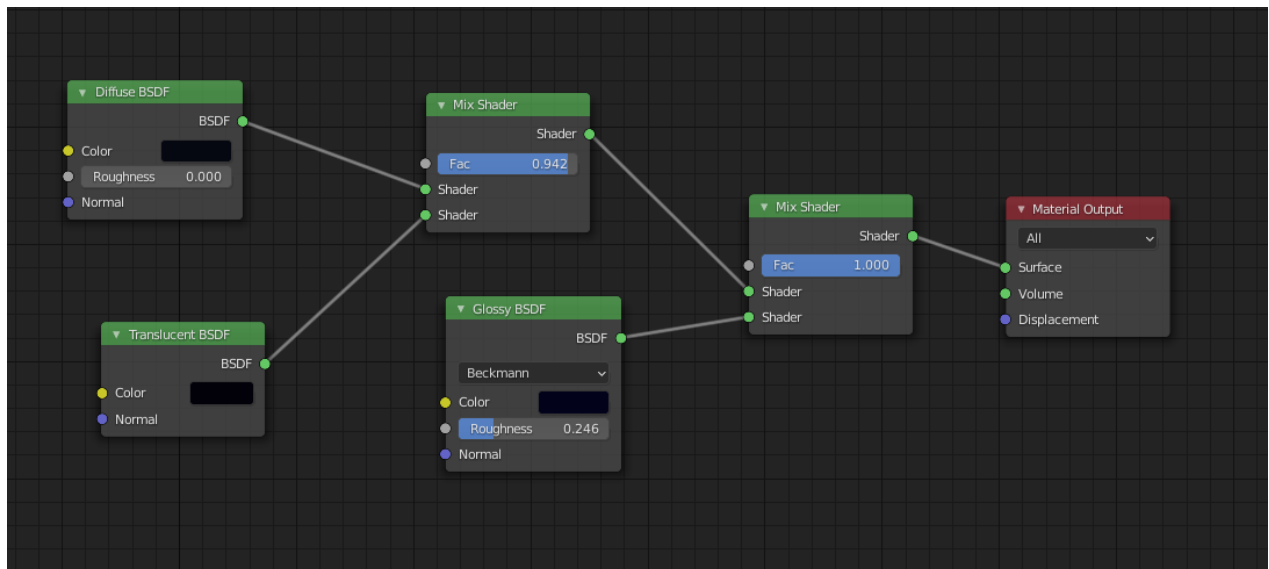
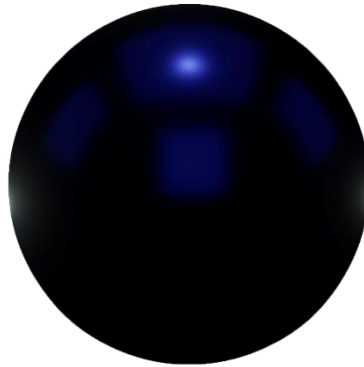


Figura 51. Material Goma.

Tras la aplicación de los distintos materiales, se obtuvo el renderizado del modelado con la apariencia definitiva del personaje.

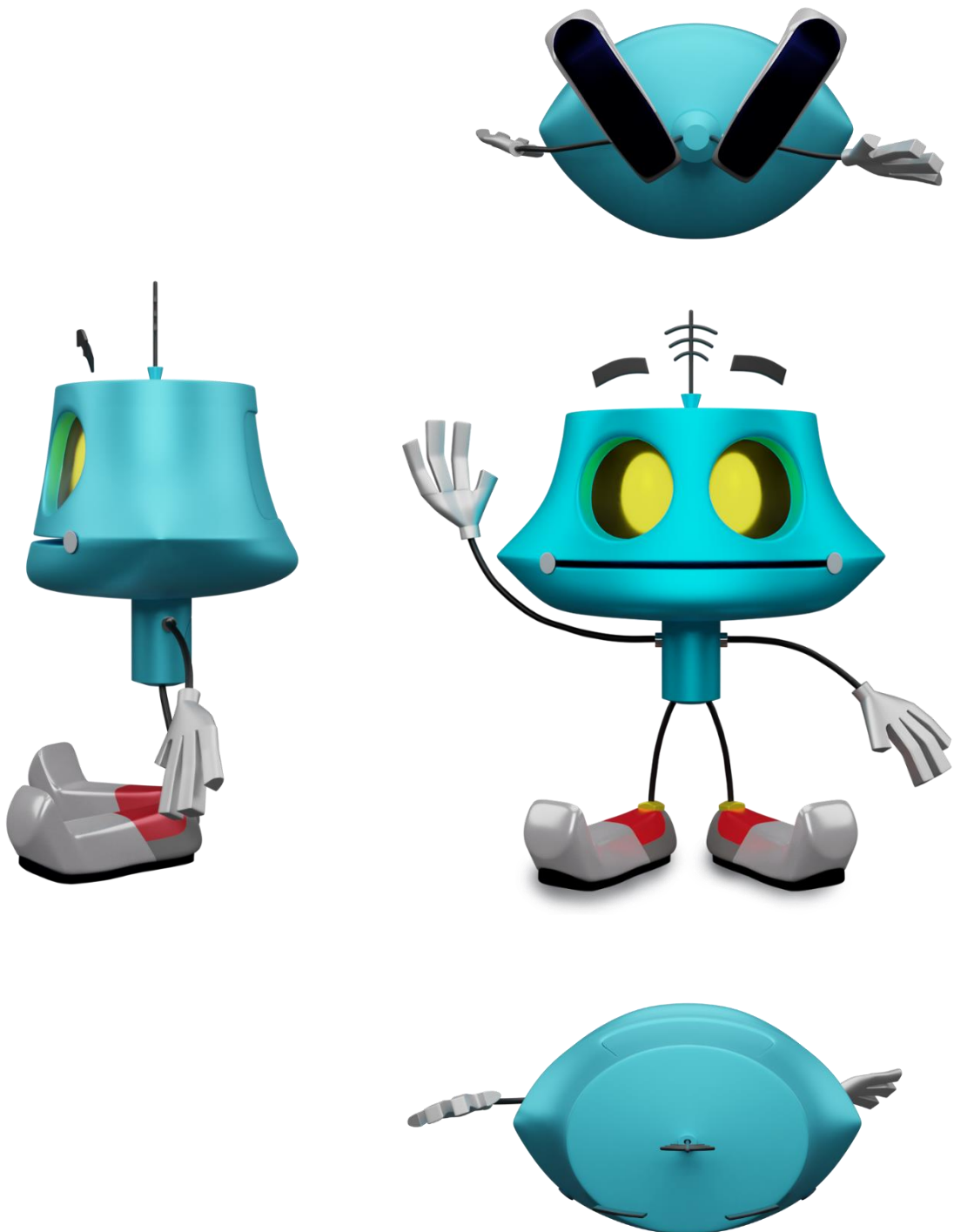


Figura 52. Render aplicación de materiales. Vistas diédricas.

3.2.3 Armado del personaje

La última fase para la creación del personaje animado funcional es la incorporación de una armadura, que consiste en un conjunto de huesos dispuestos de forma que los cuerpos creados adquieran rigidez, de manera muy similar a la fisiología del aparato locomotor en el cuerpo humano.

Dicha estructura de huesos, fue creada a partir de una armadura de forma antropomórfica preestablecida por el programa, la cual se puede obtener activando el *Add-on Rigify*.

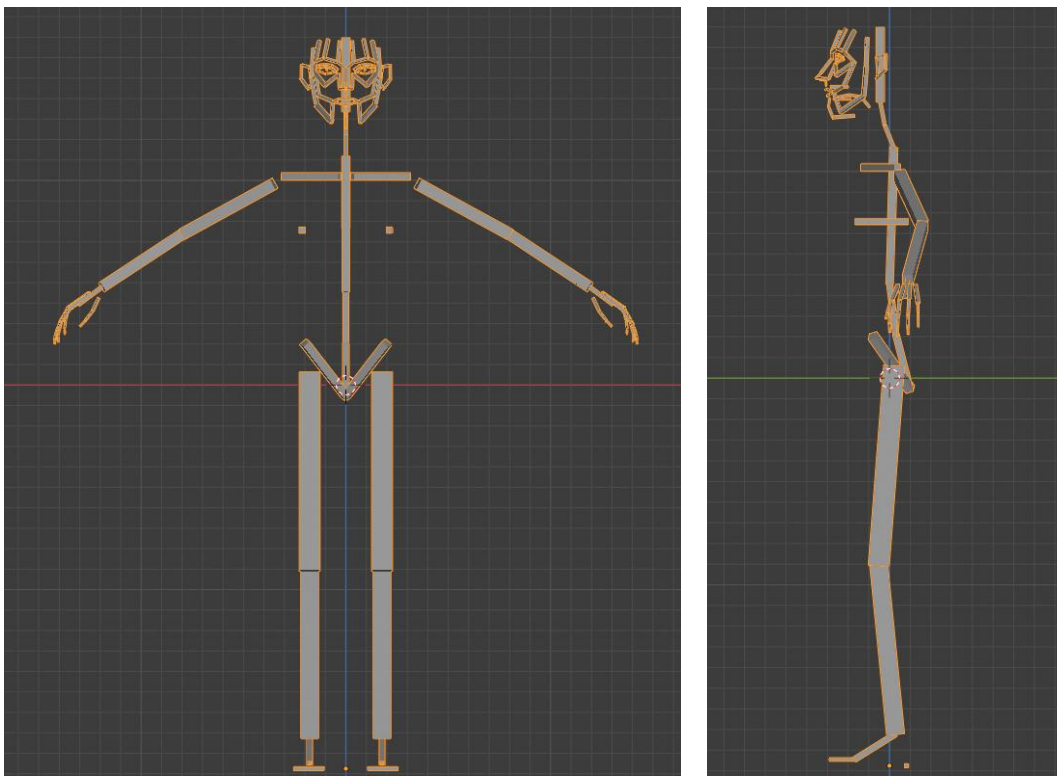


Figura 53. Armature original.

Tras su creación, se realizaron las modificaciones pertinentes para el acople del esqueleto con el personaje, que en total cuenta con 184 huesos independientes. El objetivo es usar esta herramienta para crear un esqueleto que quede bien posicionado en el interior de los cuerpos, y que al mover los huesos en el modo pose, se genere un desplazamiento adecuado del conjunto.

Dado que el personaje es capaz de estirar las extremidades una gran distancia, se procesaron los huesos de brazos y piernas para convertirlos en elásticos por medio del modificador *Stretch To*¹⁷.

¹⁷ PIXXO 3D. (2020). *Blender: Fast B-Bone Rig (Easy tutorial)*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=ICAA1CkWDi0&t=264s>

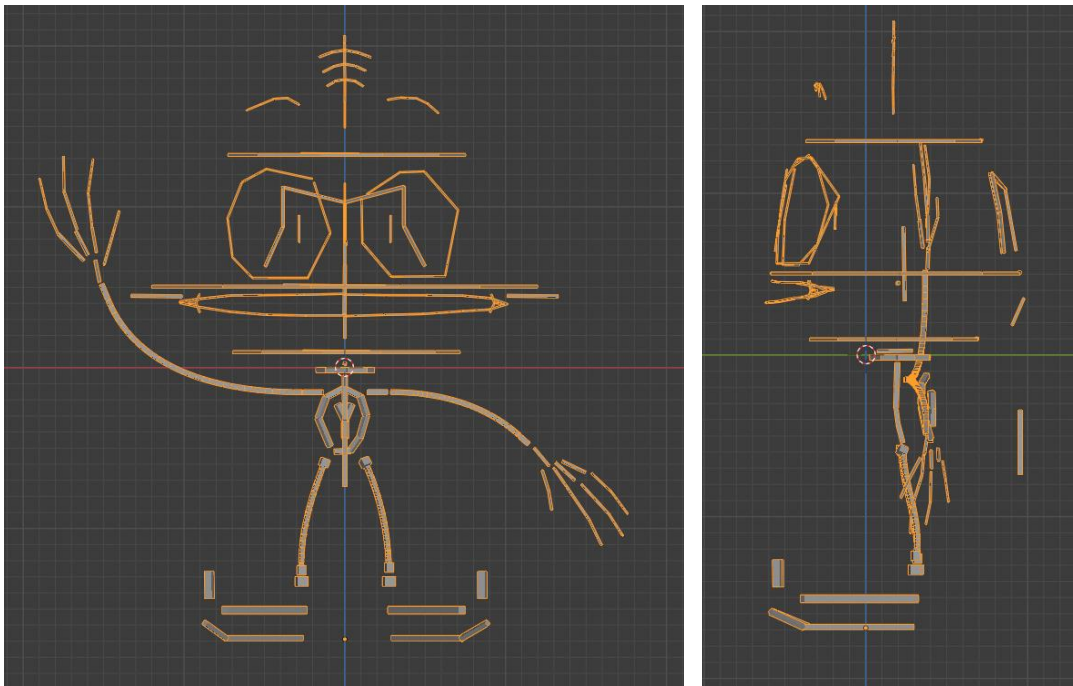
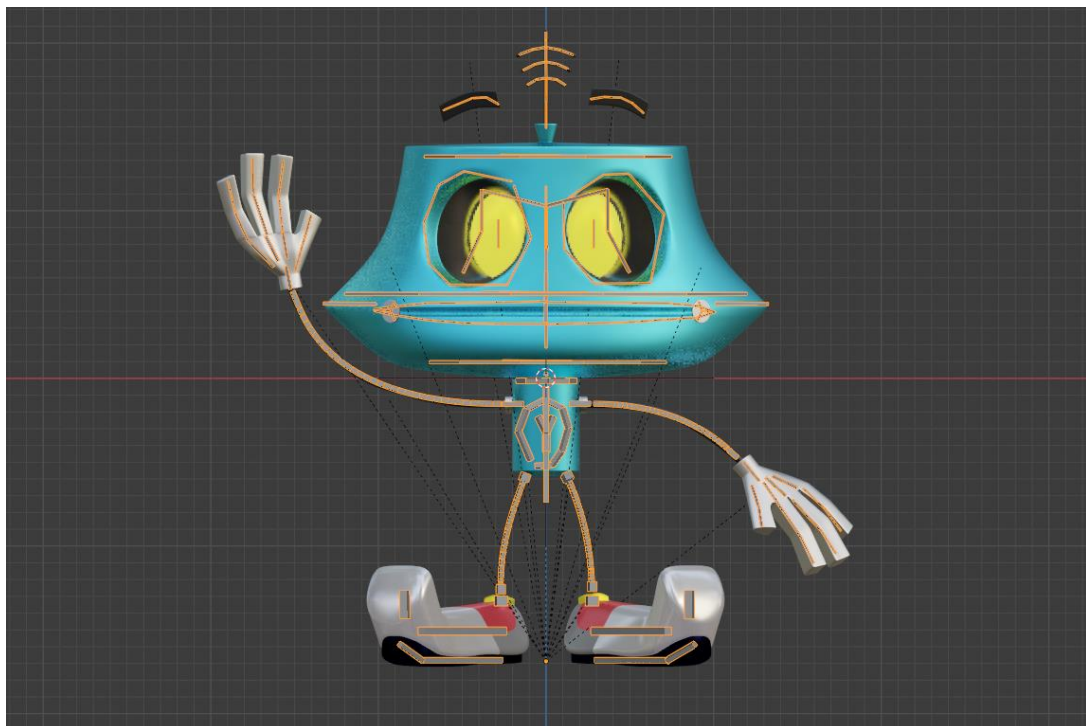


Figura 54. Armature adaptada a Bi-BOT.

El resultado final del personaje con los huesos es el siguiente:



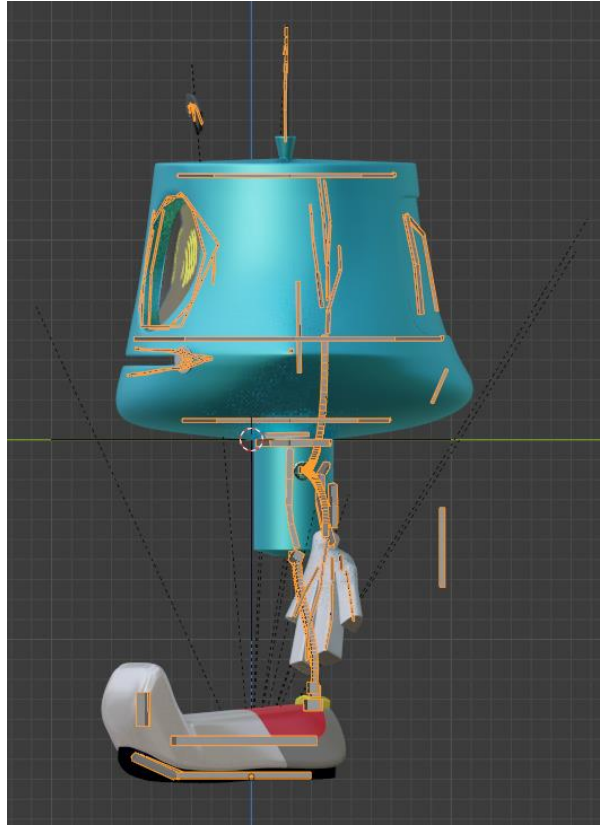


Figura 55. Alzado y perfil armature Bi-BOT.

Para la asimilación de los huesos por parte de los cuerpos creados, se seleccionan todos los miembros en el modo objeto, y posteriormente (el orden de la selección altera el resultado) la armadura.

Una vez seleccionados, se pulsa Ctrl + p, y del menú emergente *Set Parent to*, se escoge la opción *Armature Deform, With Automatic Weights*. Tras el procesamiento del ordenador (que puede tardar unos minutos), los huesos ya son parte del modelo 3D.

Con los huesos anexionados, ya es posible animar al personaje.

3.2.3 Style Frames

Una vez construido el esqueleto y tras anexarlo al modelo, ya es posible animarlo. Para ello, se seleccionan los huesos, y se va al modo de trabajo *Pose Mode*. Dentro de este modo de trabajo, se seleccionan los huesos que se quieren desplazar, rotar o escalar, y estos moverán tras de sí a los elementos modelados con los que están en contacto. Con esta técnica de movimiento del personaje se pueden lograr distintas **poses de referencia o style frames**.

Los resultados de estas poses logradas a partir del armado y las variaciones de los huesos en el Pose Mode, se muestran a continuación por medio de los **style frames**¹⁸:

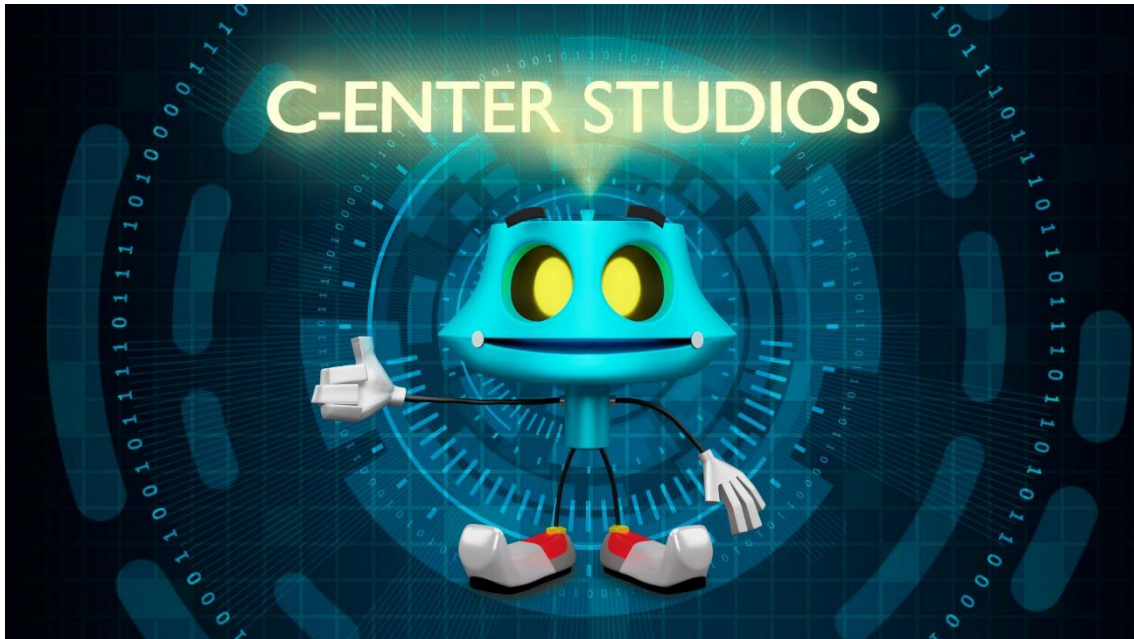


Figura 56. Style Frame 1: Bi-BOT. C-ENTER STUDIOS.

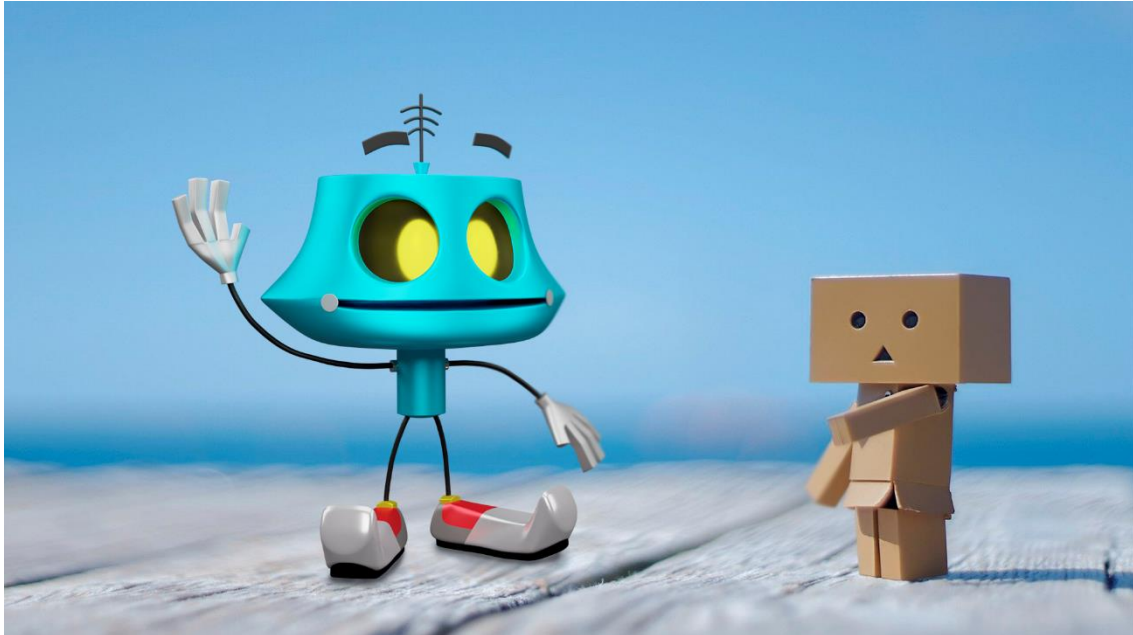


Figura 57. Style Frame 2: Bi-BOT conociendo a otro robot.

¹⁸ Las imágenes de fondo han sido obtenidas en la siguiente página de imágenes sin derechos de autor: <https://pixabay.com/es/>

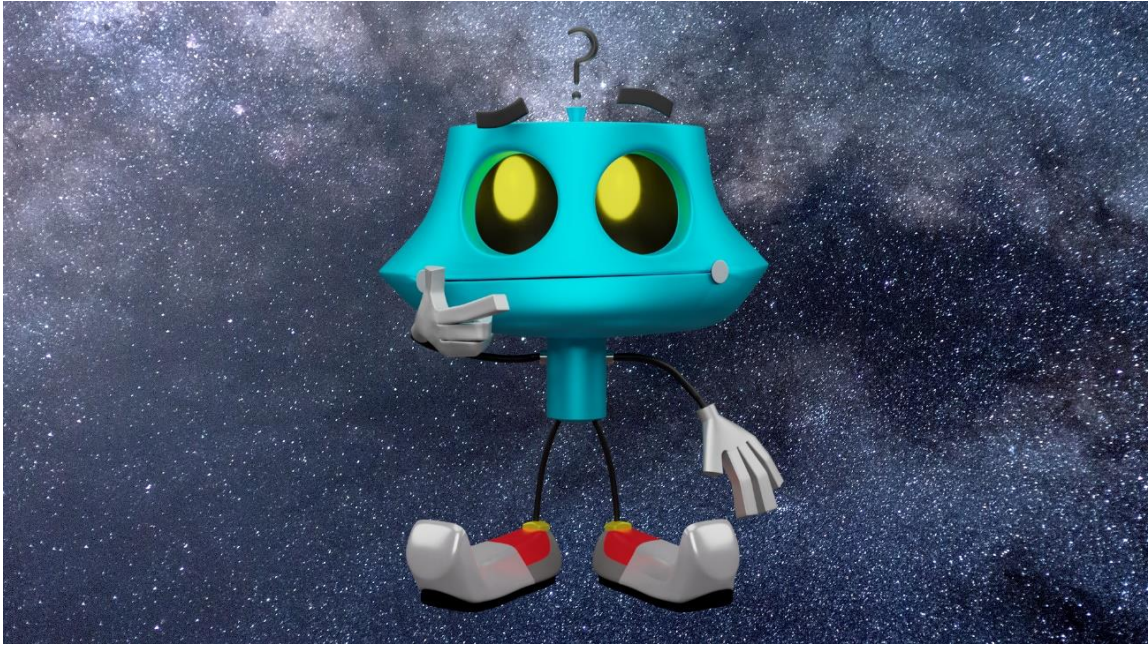


Figura 58. Style Frame 3: Bi-BOT preguntándose sobre el universo.



Figura 59. Style Frame 4: Bi-BOT tirándose en paracaídas.

4. Conclusiones

En este último apartado se expondrán las reflexiones y opiniones personales sobre el proceso de elaboración del proyecto y sus resultados.

Para alcanzar todos los objetivos que se comentan al final de este apartado, se han tenido que superar importantes **contratiempos** que han supuesto todo un reto.

El mayor de ellos ha sido **la inmensidad del potencial que posee la herramienta Blender**, dado que, a la hora de enfrentarse al proyecto han surgido innumerables dudas que en su momento supusieron un gran obstáculo a la hora de modelar el personaje. Por contrapartida, gracias a la gran cantidad de información sobre Blender que hay en internet, se ha logrado resolver los retos que planteaba el programa de forma satisfactoria.

Otro de los retos críticos que se han tenido que afrontar, ha sido **la limitación del ordenador y los periféricos utilizados**. Fue necesario cambiar el ordenador con el que se comenzó a modelar, dado que no tenía potencia suficiente para soportar las exigencias de Blender. Dado el alto precio de máquinas más potentes, y la baja capacidad adquisitiva con la que se contaba, se tuvo que pedir prestado un ordenador más potente a un familiar, lo que permitió una mejora muy importante en la capacidad de trabajo y en los resultados de este.

Con el nuevo ordenador, el modelado era perfectamente fluido, pero la animación del personaje requería aún muchos más recursos. Es por ello que se decidió mostrar la capacidad de animación del personaje por medio de poses y no con una animación, ya que, el ordenador sí que era capaz de soportar la demanda de potencia con las poses, pero no con las animaciones en movimiento.

En relación con el reto anterior, también hubo problemas con el ratón, porque comenzó a fallar, lo que supuso una ralentización del trabajo durante las fases finales del proyecto, hasta que se pudo conseguir un ratón nuevo.

Pese a los retos que se han afrontado durante el proyecto, se considera que se han **logrado los objetivos** marcados inicialmente, tanto a nivel académico, profesional y personal, como se describe a continuación.

A nivel académico, se han podido aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos durante el máster en Postproducción Digital, poniéndolos en práctica en la elaboración de este trabajo final de máster.

A su vez, se ha procurado dotar a la memoria del proyecto de información de interés a cerca de la creación y modelado de personajes 3D, con la intención de que sirva de aporte a la comunidad académica y a usuarios de Blender, como guía o apoyo para sus propios proyectos, del mismo modo que se ha podido contar con otros trabajos guía para la elaboración de este.

A nivel profesional, ha sido muy interesante realizar el proyecto en colaboración con los miembros de la academia, ya que ha supuesto un primer acercamiento al sector laboral, con el aporte de experiencia que ello conlleva.

El hecho de trabajar en equipo con C-ENTER STUDIOS a la hora de determinar los resultados de las fases creativas, ha supuesto una gran sinergia gracias a la diversidad de opiniones de los distintos miembros, de modo que la idea de la que se partía ha ido mejorando considerablemente en el transcurso del proyecto.

La academia ha quedado muy satisfecha con el resultado. Bi-BOT ha tenido una gran acogida por el equipo, y además de ser el protagonista de los vídeos, será finalmente también el logo de la empresa.

A título personal, se ha logrado materializar lo aprendido en el grado en “Ingeniería de Diseño y Desarrollo de Productos” y el máster en “Postproducción Digital”, en un producto audiovisual útil que podrá ser utilizado en futuros proyectos.

Las principales habilidades aplicadas en el proyecto y aprendidas en los estudios mencionados han sido: el dibujo artístico como técnica de creación del personaje 2D, la capacidad de visualización en perspectiva necesaria para la transformación del dibujo 2D al modelado 3D, y por supuesto, toda la parte de manejo del software Blender que, además, ha sido necesario también ampliar en gran medida, lo cual era una de las metas personales principales a la hora de plantear el tema del TFM.

Para finalizar, cabe decir que, pese a algunas dificultades, ha sido un proyecto muy satisfactorio. Adentrarse de este modo en el mundo del modelado 3D, ha sido una experiencia muy enriquecedora que, a nivel personal, ha abierto un nuevo paradigma creativo en el cual espero poder desarrollar grandes proyectos durante mi recorrido profesional.

5. Referencias bibliográficas

Benito Reina, A. (s.f.). *Breve historia de la animación*. Recuperado de:
<http://webs.ucm.es/BUCM/revcul//e-learning-innova/209/art3056.pdf>

Bibliotecas UDLAP. (s.f.). *Principios Básicos del Modelado 3D*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3hGTNGZ>

Blackton, J. (1906). *Humorous phases o funny faces*. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=wGh6maN4l2I>

Bright, C., Dixon, M., Beachum, C. (2020). Oscar Best Animated Feature Gallery: Every Winner in Academy Awards History. *Golderby*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3jHM8Lp>

Cantero, J.M. (2021). *¿Cuál es tu personaje favorito?* Google Formularios. Disponible en:
<https://docs.google.com/forms/d/1kgaslYTfpAnmt0iAxtD5p4OnJ8RzwdJXDBJwSobGXIU/edit#responses>

Campus Internacional de Producción Digital. (2019). *Los comienzos de la animación 3D*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3hz07jP>

Capilla, A., Vidal, N. (2007); *Orígenes del Cine, Europa y otras cinemtografías*. Valladolid: Divisa Red.

Carranza, A. (2021). Esta es la historia de la animación que no encontrarás ni en Wikipedia. *Crehana*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3DX6acC>

Ceballos, R. (2017). La historia de la animación. *Animapasion*. Recuperado de:
<https://animapasion.wordpress.com/2017/01/04/la-historia-de-la-animacion/>

Chakravorty, D. (s.f.). Poll: Best Oscar Winning Animated Feature Film. *IMDb*. Recuperado de:
<https://www.imdb.com/poll/DmGRwUhl2tA/>

Chaves Barrios, J.L. (2019). Fundamentos básicos de modelado 3D. *Prezi*. Recuperado de:
<https://prezi.com/29o9oxh1uuz5/fundamentos-basicos-de-modelado-3d/>

Cohl, E. (1908). *Fantasmagorie*. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=o1d28X0lkJ4>

Cortés, J. (2020). Los 10 Mejores Estudios de Animación Del Mundo. *Notodoanimacion.es*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3AqSjJE>

Csuri, C. (1967). Hummingbird. *Moma*. Recuperado de:
<https://www.moma.org/calendar/exhibitions/3903>

Csuri, C. (1967). *Hummingbird*. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=awvQp1TdBqc>

De Miguel, R. (2018). ¡25 canales de YouTube para Infantil y Primaria imprescindibles! *Educación 3.0*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3xt7EHF>

Disney, W. (1967). *Steamboat Willie*. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=BBgghnQF6E4>

Echazarreta Soler, C. (1996). La educación audiovisual, una didáctica interdisciplinar. *Comunicar*. Recuperado de:
<https://www.revistacomunicar.com/ojs/index.php/comunicar/article/view/C07-1996-22>

Hernández Figueroa, M.I. (2018). *La representación del movimiento en las figuras egipcias de las tumbas privadas tebanas de la Dinastía XVIII* (Trabajo Final de Máster). Recuperado de: <https://bit.ly/3yBVFYh>

Kelly, J., (2020). 20 Oscar-winning animated movies. *TimeOut*. Recuperado de:
<https://www.timeoutdubai.com/kids/442769-20-oscar-winning-animated-movies>

Martínez asunción, F. J. (2017). *Diseño y creación de un personaje 3D para un videojuego o animación* (Trabajo Final de Máster).

Martínez-Salanova Sánchez, E. (s.f.). Cine de animación. *Educomunicacion*. Recuperado de:
<https://educomunicacion.es/cineyeducacion/historiacineanimacion.htm>

McCay, W. (1909). *Gertie the Dinosaur*. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=-c15oS5i5I>

PIXXO 3D. (2020). *Blender: Fast B-Bone Rig* (Easy tutorial). Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=ICAA1CkWDi0&t=264s>

Ramírez, M. (2021). Los 10 Mejores Programas de Modelado, Animación y Diseño 3D Gratis para Principiantes y Profesionales. *XP-PEN*. Recuperado de: <https://www.xp-pen.es/forum-835.html>

Sanchez, J. (2014). Fundamentos básicos de modelado 3D. *Blogspot*. Recuperado de: <https://bit.ly/3xl77rk>

Statista. (2021). *Distribución porcentual de los personajes principales interpretados en el cine mundial entre 2002 y 2020, por género*. Recuperado de: <https://bit.ly/3jNE7nP>

Susana Sevilla, B. (2013). Recursos audiovisuales y educación. *Red Universitaria Nacional de Chile*. Recuperado de: <https://revistas.ucm.es/index.php/CDMU/article/view/46367/43565>

Tenkatsu Studio (1907). *Katsudo Shashin*. Japón. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4DMQx0dTqbs>

Tones, J. (2015). Esto es todo lo que ha cambiado el cine de animación de Disney en más de un siglo. *Lenovo*. Recuperado de: <https://bit.ly/3xhhE6S>

Vázquez Vera, M.A. (2017). *Posibilidades del dibujo griego en un contexto creativo contemporáneo* (Tesis doctoral). Recuperado de: <https://hera.ugr.es/tesisugr/26666601.pdf>

Vera Lopez, M. (2017). Línea de tiempo de la historia de la animación (1900 - Presente). *Saturis*. Recuperado de: <https://bit.ly/3yi5wCQ>

Vidal, N. (2007). *Orígenes del Cine, Estados Unidos*. Valladolid: Divisa Red.

William V. (2012). *Digital Modeling*. Inglaterra: Grupo Anaya Comercial

Yu B., (2017) *Physically Based Rendering Encyclopedia*. Argentina.

