

TFG

STOP-MOTION ARMATURE ESTRUCTURA ARTICULADA PARA LA TÉCNICA DEL PASO DE MANIVELA

Presentado por Víctor Bellver Martín
Tutor: Miguel Vidal Ortega

Facultat de Belles Arts de Sant Carles
Grado en Bellas Artes
Curso 2017-2018



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

RESUMEN / ABSTRACT

Este trabajo de investigación propone la puesta en práctica del proceso de diseño y fabricación, de una estructura metálica de articulaciones esféricas que conforma el esqueleto interno de un muñeco para ser animado fotograma a fotograma. Por último, para verificar el correcto funcionamiento de la misma, se realiza una serie de testeos que aportan como resultado final una sucesión de animaciones donde se muestra el esqueleto animado.

This research work proposes the implementation of the design and manufacturing process, of an articulated structure that builds the internal skeleton of a character to be animated in stop-motion. Finally, to verify the correct functioning of it, a series of tests is carried out that provide as a final result a succession of animations where the animated skeleton is shown.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

Paso de manivela, armadura, esqueleto, articulación, animación.

Stop-motion, armature, rig, joint, animation.

A mi hija Victoria, a Eva, a Pablo y a mis padres Mariano y Merche.
A Miguel Vidal por tutorizarme, ofrecerme su ayuda y por su santa paciencia.
A Larry Larson por compartir.
A Pablo Llorens y Sam por contestar siempre.
A Adrián Encinas de Puppets & Clay por solventarme tantas dudas.
A Miguel Molina del proyecto Mascaruca
por confiarme los secretos de la soldadura.
A Enrique Millán por sus consejos.
A Luis Liendo de Stop motion Argentina por contarme su técnica.
A Paula Montalvá por la documentación facilitada.
A Rubén Tortosa por escucharme.
A Luis Morcillo y Raúl Baquedano del LRM por darme ánimos.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	7
2.1. OBJETIVOS.....	7
2.1.1. Principales.....	7
2.1.2. Secundarios.....	7
2.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	7
3. ESTADO DE LA CUESTIÓN. UNA ARMADURA PARA LA “STOP-MOTION”	9
3.1. HISTORIA Y ANTECEDENTES. DE LA STAR FILM COMPANY A LOS ESTUDIOS AARDMAN	9
3.1.1. En la antesala de la “stop-motion”	10
3.1.2. Primeras animaciones “stop-motion”	10
3.1.3. Creadores de bichos, bestias y monstruos fantásticos.....	13
3.1.4. Herederos del vellocino de oro.....	15
3.1.5. ¡La “stop-motion” vive!.....	16
3.2. CASOS DE ESTUDIO · REFERENTES	17
3.2.1. Las paradigmáticas “armatures” de O’Brien y Harryhausen	17
3.2.2. Referentes contemporáneos · Aprender de los maestros	18
3.2.3. Empresas del sector · Un escueto estudio de mercado	19
3.3. TIPOLOGÍAS DE ARMADURA	21
3.3.1. Armadura de alambre trenzado	21
3.3.2. Armaduras de articulación esférica	22
3.3.3. Armaduras impresas en 3D y nuevos materiales.....	22
3.4. PROCESOS DE CREACIÓN.....	23
3.4.1. Proceso de Diseño.....	23
3.4.2. Procesos de fabricación	27
3.4.3. Montaje	34
3.4.4. La animación.....	34
4. CONCLUSIONES	35
5. BIBLIOGRAFÍA	36
6. ÍNDICE DE IMÁGENES.....	42
7. ANEXOS.....	45
7.1. LISTADO DE MATERIALES; HERRAMIENTA Y MAQUINARIA	45
7.2. RESULTADOS	47
7.2.1. ENLACE AL VIDEO: PRUEBA DE LA ARMADURA.....	47
7.3. ENLACES DE INTERÉS INDUSTRIAL.....	47

1. INTRODUCCIÓN

La motivación por realizar este trabajo nace de mi cariño e interés hacia películas como *King Kong* (1933), *Furia de titanes* (*Clash of the Titans*, 1981) o *Los Mundos de Coraline* (*Coraline*, 2009). Películas en las que su éxito y magia residen en el buen ejercicio de la “stop-motion”. Pero también apareció de la necesidad que encontré al estudiar y poner en práctica esta técnica de animación en el Grado en Bellas Artes de la UPV. Durante este periodo eché en falta el uso, así como el buen saber hacer, de unas *armaduras*¹ que ofreciesen un mínimo de estabilidad y calidad en el momento de animar.

Cuando comenté a familiares y amigos sobre que trataba mi trabajo final de grado, muchos se sorprendieron y por sus alegatos recordé el comentario de Carlos Díaz en uno de sus libros, donde dice que esta forma de crear cine parece condenada al olvido². Pero en respuesta a esta posición, cabe resaltar la reconfortante afirmación que Adrián Encinas realiza en su último libro: *la animación stop-motion vive la mejor época de producción de sus más de 115 años de historia... casi una decena de festivales alrededor del mundo... de hecho uno de los más jóvenes se ubica aquí, en España.*³

Dicho esto, a lo largo de este escrito que conforma mi TFG, seguimos las distintas fases para llevar a cabo con éxito la fabricación de una *armadura* metálica de una tipología utilizada hace ya más de un siglo⁴ y que hoy en día sigue siendo la preferida por la mayoría de los animadores de esta técnica del paso de manivela. Estas “armatures” son las clasificadas como “the sandwich-plate ball and socket joint”⁵, o simplemente “ball and socket joint”, las de articulación esférica o de rótula. Antes de introducirnos en cuestiones prácticas, repasamos brevemente la historia de esta técnica de animación. De este modo aportamos una visión global de lo que ha supuesto a lo largo de los años, tanto en el ámbito cinematográfico como en producciones de inferior envergadura, pero no de menor importancia. Intentamos vislumbrar una evolución en el uso y el diseño de muñecos articulados en pro de una técnica. Revisamos también las distintas tipologías de *armaduras*, desde las más utilizadas y preferidas por

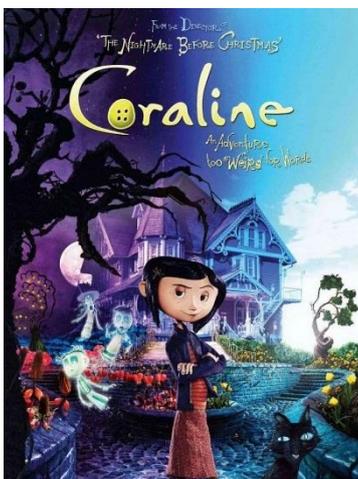


Fig. 1 · Cartel de *King Kong* (1933).

Fig. 2 · Cartel de *Clash of the Titans* (1981).

Fig. 3 · Cartel de *Coraline* (1995).

¹ Del anglicismo “armature”. Nos referimos a la estructura interna que hace la función de esqueleto y permitirá un preciso posado y una animación de calidad, en nuestro caso del muñeco.

² DÍAZ MAROTO, C. *Ray Harryhausen. El Mago del stop-motion*, p.7.

³ ENCINAS, A. *Animando lo imposible. Los orígenes de la animación stop-motion (1889-1945)*, p.8. El autor se refiere al Stop Motion Barcelona Short Film Festival cuando habla de uno de los festivales más jóvenes.

⁴ *Ibíd.* pp. 227-228. Sobre Willis O’Brien (dir) *The Dinosaur and the Missing Link: A Prehistoric Tragedy* [película]. USA: Conquest Pictures, 1915. << “En vez de usar arcilla modelada encima de una *armature* de madera” [...] “cambió a un esqueleto de metal tipo *ball-and-socket*, que aprendió por sí mismo a mecanizar y ensamblar. Aunque algo tosco, este nuevo sistema de *armature* les dio a sus muñecos la flexibilidad adecuada a la vez que les mantenía en la misma posición de forma segura, entre fotograma y fotograma.” [...] “*Armatures* de varillas y bolas” [...] “a día de hoy, las de mayor perfeccionamiento de la historia de la técnica”>>.

⁵ BRIERTON, T. *Stop-Motion Armature Machining. A Construction Manual*, p.35.

reconocidos maestros, hasta las más experimentales pero que han llegado a formar parte de modestas pero deliciosas producciones.

Una vez asentados los conocimientos teóricos, abordamos la parte práctica. Elaboramos nuestro propio esqueleto articulado cubriendo las distintas etapas que detallo a continuación:

- Diseño del personaje.
- Procesos de fabricación.
- Montaje.
- Testeo.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Principales

Proyectar y fabricar una “armature” del tipo “ball and socket joint”.

Realizar una serie de animaciones en “stop-motion” con la *armadura* creada y que servirán para demostrar el buen funcionamiento de la misma.

2.1.2. Secundarios

Elaborar un procedimiento de fabricación que no requiere de una alta tecnología y que sirve para que cualquier alumno interesado en la “stop-motion” pueda confeccionar su propia *armadura* de articulación esférica, con los medios que ofrecen los talleres de escultura de la Facultad de Bellas Artes de San Carlos en la UPV.

Investigar e introducir nuevos elementos y procedimientos tecnológicos capaces de simplificar la construcción de *armaduras* articuladas para películas de “stop-motion”.

2.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para cumplir nuestros propósitos realizamos lo que podríamos denominar un estudio de casos. Analizamos el trabajo de los grandes maestros californianos, Willis O’Brien y Ray Harryhausen, mentor y discípulo por este orden. De sus películas se preservan restos que hoy en día forman parte de colecciones particulares o museos y de los que podemos extraer conclusiones indispensables. La documentación fotográfica y videográfica existente en libros, publicaciones audiovisuales e internet será de momento suficiente para alcanzar nuestra meta.

Lauritz Larson, Lionel Ivan Orozco, Nick Hilligoss, Ron Cole, Jason Lynch o Jim Davidson de Fantamation Studio. Son algunas figuras que en la actualidad comparten en las redes su experiencia profesional relacionada con la “stop-motion”, por lo que cabe prestarles especial atención. De su trabajo extraemos importantes conclusiones relacionadas con la elección de materiales, métodos de trabajo, modos de ensamblaje, etc. Y todo ello con unas herramientas bastante básicas.

Considero conveniente comentar el hecho de que, durante el proceso de recopilación de información di con el libro de Tom Brierton, *Stop-Motion Armature Machining, A Construction Manual*. Aunque este libro es una fuente de documentación valiosa, el proceso de fabricación que propone se aleja de nuestros objetivos. Los mecanizados en metal que expone requieren de una maquinaria más especializada y de momento fuera de nuestro alcance. Aun así, nos serviremos de él y anotaremos algunas explicaciones imprescindibles para el desarrollo tanto práctico como teórico de nuestro proyecto.

Llegados a este punto y teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos comenzamos la fase de construcción de la *armadura* que detallaré en su apartado correspondiente en el cuerpo de la memoria.

Finalmente, sobre un set de animación para “stop-motion” realizamos una serie de animaciones que nos sirven para verificar el correcto funcionamiento de la *armadura*. De aquí extraemos parte de las conclusiones finales de este trabajo, ya que la verosimilitud de la ilusión de movimiento vendrá determinada por la calidad de la “armature”.



3. ESTADO DE LA CUESTIÓN. UNA ARMADURA PARA LA “STOP-MOTION”

*Don't be alarmed, ladies and gentlemen. Those chains are made of chrome steel.*⁶

Con esta frase arranca la vertiginosa escapada de la denominada Octava Maravilla del Mundo del teatro de Broadway donde era exhibida. *King Kong*. Una película que marcó un hito en la historia de los efectos especiales en el cine y referente de primera fila para muchos.

*... en la actualidad, la combinación de técnicas y efectos especiales de King Kong sigue resultando asombrosa, aunque lo que realmente nos sigue emocionando son los pequeños detalles de la interpretación psicológica y la personalidad del gorila.*⁷

Una interpretación, a cargo del animador, posible gracias a la *estructura articulada* albergada en el interior del personaje a modo de esqueleto. De estas estructuras y de su fabricación trata el presente Trabajo de Fin de Grado.



Fig. 4 · Primer plano de uno de los muñecos que se hicieron para rodar *King Kong* (1933).

Fig. 5 · Foto promocional de *King Kong* (1933) a modo de foto fija, emulando uno de los fotogramas más reconocibles del filme.

3.1. HISTORIA Y ANTECEDENTES. DE LA STAR FILM COMPANY A LOS ESTUDIOS AARDMAN

La “stop-motion” se remonta a... pero, ¿qué es la “stop-motion”? Básicamente, podemos decir que es la técnica de animación por medio de la cual se crea la ilusión óptica de movimiento de objetos estáticos a través de una sucesión de imágenes fijas tomadas foto a foto.

Si huimos del anglicismo, podríamos sustituir la nomenclatura inglesa por la *de detener el movimiento, pero es la del paso de manivela*⁸ el término más extendido en lengua hispana.

Ríos de tinta han corrido sobre la animación y sus orígenes. En pro de no recaer en lo monótono y correr el riesgo de llegar simplemente a transcribir lo que otros tan bien han documentado, resumo y centro mi interés en los primeros usos de la técnica y su perduración hasta la actualidad. Apoyo mi discurso principalmente en aquellas producciones que se sirvieron de muñecos articulados y que influyeron en cierto modo a posteriores trabajos. En la medida de lo posible, presto especial atención a los sistemas de articulación de las marionetas que utilizaban tanto los pioneros al principio de siglo XX como los actuales profesionales.

⁶ COOPER, M. C. y SCHOEDSACK, E. B. (dir.) *King Kong* [película]. USA: RKO Radio Pictures, 1933.

⁷ PURVES, B. *Stop motion*, p. 16.

⁸ En los primeros textos en los que se hacía referencia a la animación “stop-motion” se la llamaba paso de manivela en castellano y “one turn one picture” en inglés.



Fig. 6 · Alfred Clark (1873 - 1950).

Fig. 7 · Fotograma de *The Execution of Mary, Queen of Scots* (1895).

Fig. 8 · Georges Méliès (1861 - 1938).

Fig. 9 · Detalle de un fotograma de *Le Voyage dans la Lune* (1902).

3.1.1. En la antesala de la “stop-motion”

En 1896, un año después de que los hermanos Lumière presentasen públicamente el cinematógrafo, la cámara de Méliès sufrió un paro de manivela fortuito mientras rodaba unos planos en la Plaza de la Ópera de París⁹ y como resultado, tras el revelado de la película y su posterior proyección, un omnibús se transformaba en un coche fúnebre y unos hombres se convertían en mujeres. Pero quizá, la autoría de este trucaje cinematográfico cabe otorgarlo un año antes a Alfred Clark, quien lo utilizó ex profeso en *The Execution of Mary, Queen of Scots* (1895)¹⁰ para sustituir a la actriz por un pelele, generando así la ilusión de una decapitación real. No, no fue el fundador de la Star Film Company, Georges Méliès, el primero en utilizar el “stop-trick”¹¹, pero en cambio sí que fue el primero en dotar de movimiento a objetos, concretamente a las letras del abecedario para un anuncio en 1898¹². Y aunque no utilizó efectos de animación para el resto de sus películas, su puesta en escena adelanta algunas de sus características: Uso de fondos, subfondos y sobrefondos, incluso paneos de estos para simular el movimiento de cámara.

En esos momentos los engranajes de la animación estaban armados. Solo un giro a la manivela y se pondrían en funcionamiento.

3.1.2. Primeras animaciones “stop-motion”

Partimos de que el “stop-trick” se encuentra en auge a principios del siglo XX y pocos años después de su descubrimiento, el inglés Arthur Melbourne-Cooper realiza los que están considerados los primeros cortometrajes en “stop-motion”. En este caso los personajes son unas cerillas antropomorfas que practican una serie de deportes: *Cerillas animadas juegan al volleyball* (*Animated Matches Playing Volleyball*, 1899) y *Cerillas animadas juegan al cricket* (*Animated Matched Playing Cricket*, 1899). Esta serie de animaciones con cerillas, objetos animados muy recurrentes en esta etapa, concluye con el corto propagandístico *Un llamamiento con cerillas* (*Matches: An Appeal*, 1899).

Con el inicio del siglo, Melbourne-Cooper realiza numerosos cortometrajes que desgraciadamente hoy son inencontrables. En estas películas de animación, diversos cachivaches de la época cobraban vida por primera vez bajo la cámara. Aun así, podemos disfrutar de otras obras que suceden a sus predecesoras

⁹ MÉLIÈS, G. *Les Vues Cinématographiques*. En: *Annuaire Général et International de la Photographie*, p. 385. Esta referencia es importante, ya que algunos consideran este hecho como una leyenda.

¹⁰ Película de 18 segundos de duración, dirigida por A. Clark y producida por la Edison Manufacturing Company.

¹¹ Adrián Encinas comenta este problema de autoría en Op. Cit. pp. 27,28. Aportando que en la película de Alfred Clark de 1895 << Dada la poca precisión en la parada y reanudación en las cámaras de la época, lo más seguro es que el truco fuera realizado en la sala de montaje empalmado las escenas >> [...] Encinas, hace hincapié en que los historiadores más actuales defienden que este sistema fue el realmente utilizado por Méliès. Puede que no en la película, resultado del mentado fortuito paro de manivela, pero sí en sus posteriores trucos cinematográficos.

¹² LESLIE, E. *Hollywood Flatlands: Animation, Critical Theory and the Avant-garde*, p.9.

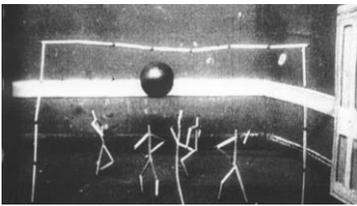
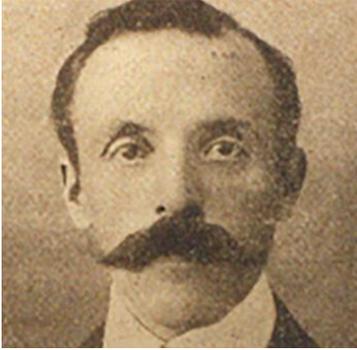


Fig. 10 · Arthur Melbourne-Cooper (1874 - 1961).

Fig. 11 · Fotograma de *Animated Matches Playing Volleyball*, 1899).

Fig. 12 · A la derecha, Fotograma de *Dreams of Toyland* (1908).



como: *Sueños de Juguetelandia* (*Dreams of Toyland*, 1908). Película en la que de nuevo los personajes son juguetes de finales del siglo XIX, por lo que las articulaciones y materiales son los convencionalmente utilizados en el sector juguetero de entonces; Articulaciones de madera ensambladas con clavos; Osos de trapo; Muñecas de cartón.

Ese mismo año, bajo la firma de la productora Vitagraph Company of America, dos ingleses afincados en Estados Unidos, James Stuart Blackton y Albert Edward Smith, tras el éxito de los dibujos animados del primero en tizas sobre pizarra, presentan *El hotel encantado* (*The Haunted Hotel*, 1907). De este filme cabe destacar la animación fotograma a fotograma de un muñeco articulado. Por los toscos y limitados movimientos del personaje cabe deducir que probablemente se trataba de un juguete de entonces. A este lo vemos interactuar con otros objetos en la misma escena. Esta película llega a tener cierta repercusión a nivel mundial y llega a estrenarse en París el mismo año.

A uno de esos estrenos asistió un empleado de la Gaumont,¹³ el francés y parisino Émile Cohl, para descubrir e incorporar la técnica de la “stop-motion” a su arte. Al poco tiempo realizó, el que fue para algunos, un inspiracional corto. *Las cerillas animadas* (*Les Allumettes animées*, 1908). Esto no fue más que el detonante para poner en práctica otros trucajes a través de nuevos filmes. Si en *Luz de luna española* (*Clair de Lune Espagnol*, 1909) la Luna interactúa con los personajes por medio de la animación dibujada en una misma secuencia, en *Los inquilinos de al lado* (*Les Locataires d'à côté*, 1909) se integran personajes

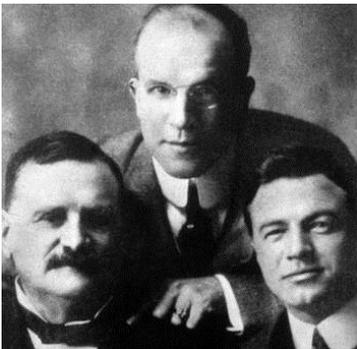


Fig. 13 · De izda. a dcha. William T. Rock (1853 - 1916), James Stuart Blackton (1875 - 1941) y Albert Edward Smith (1875 - 1958), cofundadores de la Vitagraph Company of America en 1897.

Fig. 14 · Fotograma de *The Haunted Hotel*, (1907).

¹³ Tres productoras se repartían el pastel cinematográfico en Francia por esa época. La Star Film Company de Méliès. La productora de León Gaumont (activa desde 1895) y la de los hermanos Pathé (vigente desde 1896). Por contrapartida, cruzando el charco encontramos la Vitagraph Company of America (comprada por la Warner Bros en 1925).



Fig. 15 · Émile Cohl (1857 - 1938).
Fig. 16 · A la derecha, fotograma de *Le Tout petit Faust*, (1910).

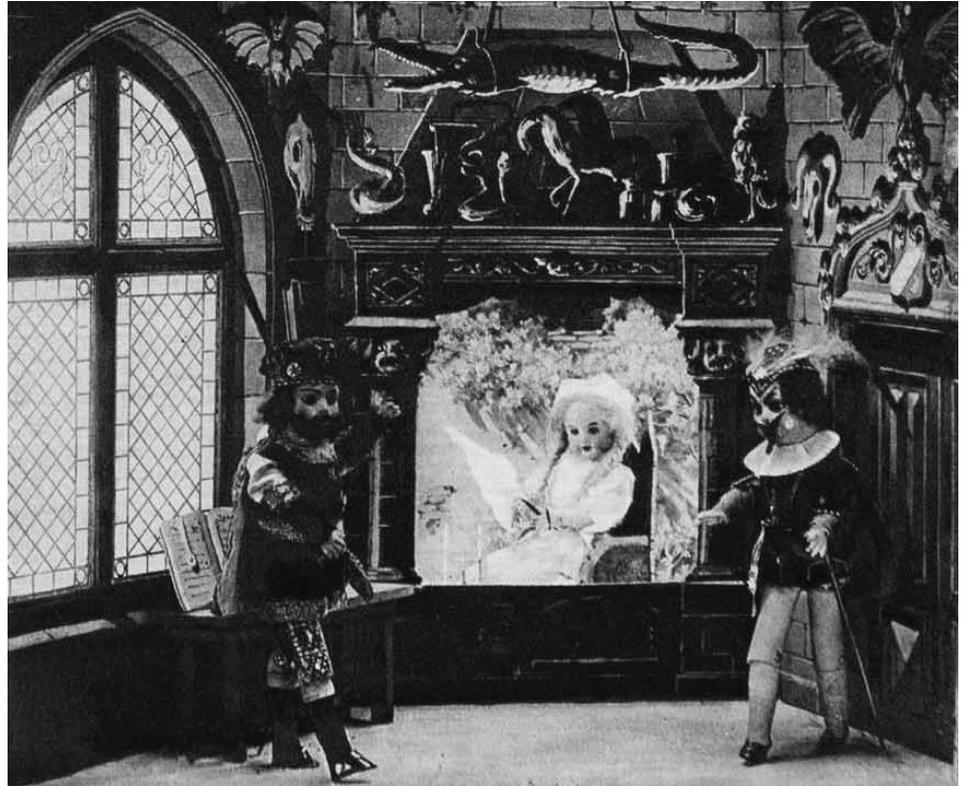


Fig. 17 · Segundo de Chomón (1871 - 1929).
Fig. 18 · Fotograma de *La Maison ensorcelée* (1908).
Fig. 19 · Fotograma de *La guerra e il sogno de Momi* (1917).

animados en “stop-motion”, con actores de acción real en un mismo plano por primera vez en la historia. En 1910, con *El pequeño Fausto* (*Le Tout petit Faust*, 1910) no cabe más que deslumbrarse con la calidad, delicadeza y exquisitez con que Cohl construye la escena y los personajes que la componen. Por lo contrario, la animación no está a la altura del atrezzo ya que el diseño de los personajes no se encuentra al servicio de la misma. Siguen pareciendo meros juguetes articulados.

Hemos referenciado a la Manufacture de Films pour Cinématographes conocida también como la Star Film Company de Méliès. También aludimos a la Gaumont... pero, ¿qué ocurrió mientras tanto con la Pathé? Pues que esta productora trabajaba asiduamente con un español que nada tenía que envidiar al resto de cineastas. Hablamos del turoense Segundo de Chomón, pionero como ninguno en este campo. En su transcurso por este mundo tocó todos los palos del truco cinematográfico de la época, incorporó nuevas técnicas e incluso se hizo un hueco en la animación como podemos comprobar en *La casa embrujada* (*La Maison ensorcelée*, 1908), o a través de su obra maestra *El hotel eléctrico* (*Hôtel électrique*, 1908). Trabajó incluso la animación con muñecos. *Él mismo los modela sobre esqueletos metálicos y posteriormente, pasan a la sección de vestuario...*¹⁴ cuenta Adrián Encinas en su libro. *La guerra y el sueño de Momi* (*La guerra e il sogno de Momi*, 1917) forma parte de la etapa italiana de Chomón. Parte de la película es en acción real con actores y la otra es una importante muestra de su trabajo con muñecos animados en “stop-motion”. En

¹⁴ ENCINAS, A. Op. Cit. p 59.



Fig. 20 · Alexander Shieryaev (1867 - 1941).

Fig. 21 · Fotograma de uno de los cortometrajes de Shieryaev.

Fig. 22 · Vladislav Starévich (1882 - 1965).

Fig. 23 · Una armadura de Starévich.

cualquier caso y sin menospreciar el trabajo de este pionero, debemos ser conscientes de que la animación sigue presentando cierto hieratismo vinculado sin duda al diseño técnico de los muñecos.

Antes de mentar al animador ruso por excelencia, cabe mencionar la figura de un compatriota suyo que lo precede, la del bailarín y coreógrafo Alexander Shieryaev. Este artista ruso, nos lega una serie de animaciones de una calidad sin precedentes que destaca por encima de la de cualquier pionero de la animación de marionetas de la época. En el documental *Un estreno tardío (A Belated Premiere, 2014)* de Viktor Bocharov¹⁵, encontramos filmaciones datadas dentro de un corto periodo de tiempo (1905 - 1909). Unas exquisitas secuencias animadas en las que la asimilación de la animación “stop-motion” en muñecos articulados es más que plausible.

3.1.3. Creadores de bichos, bestias y monstruos fantásticos

Y ahora sí. Vladislav Starévich, un entomólogo en pos de la solución para filmar la lucha entre dos escarabajos. *Las cerillas animadas* de Cohl lo inspiran de tal forma que pone en práctica la “stop-motion” para animar los cuerpos exánimes de estos insectos. Incorpora alambres al exoesqueleto de los coleópteros y de este modo filma fotograma a fotograma *La lucha de los ciervos volantes (Valka zhuvok-rokachéi, 1910)*. Esto es solo el inicio de una prolífica obra. En numerosas ocasiones, sobre todo en sus inicios, se sirve del cuerpo de animales inertes para llevarla a cabo. Starévich fue perfeccionando su técnica e incorporó novedosos recursos. En *El reloj mágico (L'Horloge magique, 1928)* hace especial gala de todos ellos. Desde paneos de fondos¹⁶ a simular la respiración de un dragón, inflando y desinflando su cuerpo¹⁷. De la integración de personajes en entornos reales¹⁸ a lo que hoy se conoce como “motion blur”¹⁹.

Como hemos podido comprobar en líneas anteriores, muchos animadores ya incorporaban muñecos articulados a sus producciones. Pero nadie hasta ese momento lo hizo como Starévich. No es de extrañar que para muchos sea considerado el padre de la animación de marionetas. Sobre todo, al tener en cuenta que *El romance de Renard (Le Roman de Renard, 1937)* es el primer largometraje de animación francés²⁰ y el primer largometraje de muñecos animados fotograma a fotograma de la historia²¹. El arte de *Fantástico Sr. Fox*

¹⁵ Viktor Bocharov recopila en este documental las filmaciones que encontró en 1995, en casa del fotógrafo Daniil Saveliev en Leningrado fruto de un trabajo de investigación.

¹⁶ Anotemos los paneos de fondos como herencia directa de Méliés.

¹⁷ Atendamos que por entonces Willis O'Brien ya hacía respirar a sus dinosaurios en *El mundo perdido (The Lost World, 1925)*.

¹⁸ Perfeccionó la técnica de Cohl.

¹⁹ Un desenfoque de movimiento aplicado a los personajes durante el transcurso de una acción. Phil Tippett, de quién inevitablemente hablaremos más adelante, rescata, adapta y perfecciona esta técnica a finales de los años 70. La llama “go motion” y la utiliza en *La guerra de las galaxias. Episodio V: El Imperio contraataca (Star Wars. Episode V. The Empire Strikes Back, 1977)* para animar a los peludos tauntaun y los transportes acorazados AT-AT. Con ella obtiene un mayor realismo en las animaciones.

²⁰ BENDAZZI, G. *Cartoons. 110 años de cine de animación. Ocho y medio*, (2003).

²¹ ENCINAS, A. Op. Cit. p. 208.

(*Fantastic Mr Fox*, 2009) de Wes Anderson bebe directamente de *Renard*. Evidentemente no es la única obra de Starévich con carácter inspiracional. Otro ejemplo lo encontramos en *Fetiché la mascota* (*Fétiche mascott*, 1933) que recuerda en ciertos aspectos a *Pesadilla antes de Navidad*, (*The Nightmare Before Christmas*, 1993) producida por Tim Burton.

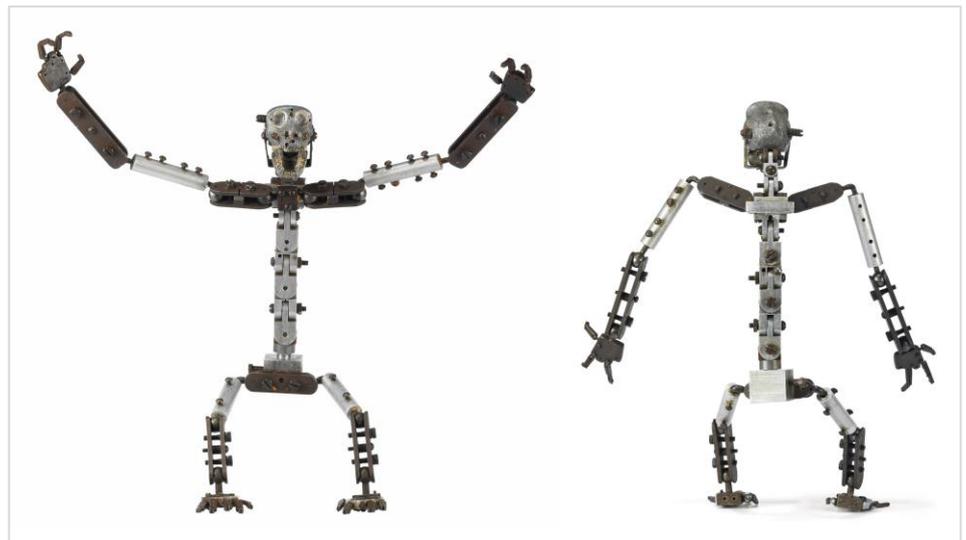
Ahora bien. Si la entomología despertó de algún modo el interés en Starévich por animar en “stop-motion”, fue la paleontología la que empujó a Willis O’Brien a dar vida a seres prehistóricos y ancestrales. Este californiano era un hombre que inventaba mundos en los que dinosaurios convivían con humanos. Como ya he mencionado con anterioridad, O’Brien incorporó desde sus primeros cortometrajes allá por el 1915, *armaduras* de articulación esférica (ver pie de página 4, pág. 5). Es evidente que no fue el inventor de este sistema articulado, pero todo apunta a que fue el primero en incorporarlo a la “stop-motion”.

Aunque *La creación* (*Creation*) nunca llegó a ver la luz, fue el germen para que proliferase la idea de llevar a cabo la historia de cierto rey gorila de 18 pies de altura²² que llevaría a O’Brien a lo más alto de su carrera.

Con *King Kong* (1933), la RKO Radio Pictures puso toda la carne en el asador. O’Brien animó al colosal gorila y supervisó prácticamente toda la labor artística y técnica relacionada con nuestro simio favorito. Como veremos más adelante, las estructuras articuladas eran una auténtica obra de ingeniería, que sentarían unas bases y modelo a seguir. Tras el estreno, el éxito de la película fue inminente.



Fig. 24 · Willis O’Brien (1886 - 1962).
Fig. 25 · A la derecha, vista anterior y posterior de una de las *armaduras* de *King Kong* (1933) actualmente propiedad de Peter Jackson.



Con el transcurso de los años O’Brien fue resultando poco a poco más prescindible de cara a sus compañeros de la RKO. Pero pasó el tiempo y transcurrida la guerra fue llamado a filas para trabajar en *El gran gorila* (*Mighty Joe Young*, 1949) tal cual hizo 13 años antes en *King Kong* (1933). Fue entonces cuando vio reconocido su trabajo con la estatuilla dorada de la Academia de

²² O 60, según se mire. Porque en la película se representó al rey Kong a distintas escalas según el énfasis que se pretendía dar a cada escena.



Fig. 26 · Ray Harryhausen (1920 - 2013).

Fig. 27 · Fotograma de *Jason and the Argonauts* (1960). Secuencia a cargo de Harryhausen donde Jasón se enfrenta a la Hidra de Lerna, guardiana del Velloccino de Oro en la película.



Hollywood a los mejores efectos visuales. Y no es de extrañar. La animación, integración e interacción de este gorila con los actores reales, supera a todo lo visto hasta la fecha. Quizá algo tuvo que ver un joven aprendiz natural de California que le sirvió de asistente y que acabó animando la mayoría de las escenas.

Ray Harryhausen había trabajado a principios de los años 40 con George Pal, de quien aprendió a elaborar magistrales planes de producción con los que llevar con exactitud los movimientos de sus *personajes*.²³

En *El gran gorila* hace gala de ello y es algo que arrastrará, de un modo *in crescendo* hasta el final de su carrera. *Ray Harryhausen representa la mezcla más pura de técnica y arte, convirtiendo una labor mecánica en algo poético*.²⁴

De este modo Harryhausen tomó el testigo de O'Brien en América. Coetáneamente en Europa hacía lo propio el checo Karel Zeman, influenciado directamente por las obras de Starévich. A Zeman le seguirían tres figuras dignas de mención y que años más tarde alguien calificaría como *los chamanes surrealistas checos*²⁵: Jiří Trnka, alias el Walt Disney de la Europa del Este, denominado así desde su éxito con *Sueño de una noche de verano* (*Sen noci svatojanske*, 1959); Jiří Barta, quien versionó magistralmente el *Flautista de Hamelín* (*Krisař*, 1986) y Jan Svankmajer quien ahora nos deleita con *Insectos* (*Hmyz*, 2018).

3.1.4. Herederos del vellocino de oro

Con Ray Harryhausen se cierra una etapa en la que nuevos talentos toman el relevo del trucaje cinematográfico y los efectos especiales en el cine a partir de

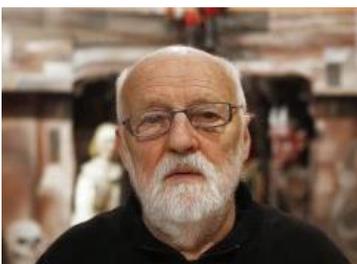


Fig. 28 · Jiří Trnka (1912 -1969).

Fig. 29 · Jiří Barta (1948).

Fig. 30 · Jan Svankmajer (1934).

²³ VIDAL ORTEGA, M. *Contribución de la animación cinematográfica, al desarrollo del trucaje cinematográfico y los efectos especiales en el cine contemporáneo*, p. 290.

²⁴ DÍAZ MAROTO, C. Op. Cit. p.7.

²⁵ DIPUTACIÓ DE VALENCIA. *Stop Motion Don't Stop*, p. 21.



Fig. 31 · Phil Tippett

Fig. 32 · Frame correspondiente a las pruebas realizadas por Phil Tippett para *Jurassic Park* (1996).

Fig. 33 · De izda. a dcha. Pablo Llorens, Javier Tostado y Sam.

Fig. 34 · Cartel de la exposición *Stop motion don't stop* (2013).

la década de los 70. La animación digital se encuentra a la vuelta de la esquina, y más de uno va a plantarle cara.

Que mejor representación que la de otro californiano. Phil Tippett, productor y supervisor de efectos visuales, posee un dominio portentoso sobre la técnica y fue capaz de mejorar lo que aparentemente parecía imposible. Su método de *animación en volumen*²⁶ evolucionó hasta tal punto que compitió con la tecnología digital durante varios años. Pero fue con una serie de tests para *Parque Jurásico* (*Jurassic Park*, 1996) cuando su “go motion” (ver nota al pie 19 página 13) acabó por extinguirse²⁷ al ser superado por la animación digital.

3.1.5. ¡La “stop-motion” vive!

Parafraseando al crítico cultural Jordi Costa²⁸, podríamos decir que nos encontramos inmersos en una tardía edad de oro de una técnica de tiempos pasados y que hoy en día sigue estando más viva que nunca.

Mucho debe la “stop-motion” a Tim Burton cuando decidió producir *Pesadilla antes de Navidad* (*The Nightmare before Christmas*, 1993) demostrando que esta técnica tenía un futuro como género en sí. Y con la inercia que ejerció ese empujón, llegamos a nuestros días. Una época en la que lo digital parece subyugar a lo analógico, pero que realmente no hace más que complementarlo. Un claro ejemplo es Laika. Con su *Kubo y las dos cuerdas mágicas* (*Kubo and the Two Strings*, 2016) la cinta se completa con el uso del “chroma-key” y personajes digitales. Un uso quizás excesivo. O Aardman que, con su último estreno, *El cavernícola* (*The Early Man*, 2018), remata la jugada después de más de cuarenta años en activo. O la más reciente *Isla de perros* (*Isle of Dogs*, 2018) de Wes Anderson, una auténtica delicia.

A lo largo de estos últimos 10 años, de cualquier rincón del planeta nos llegan exquisitas producciones de todos los calibres; desde Cuba, Bárbaro Joel nos deleita con *20 años* (2009); el portugués José Miguel Ribeiro nos presenta a *Dodu, el niño de cartón* (*Dodu, o rapaz de cartão*, 2010); Iku Ogawa, Japón, quiere ser nuestro amigo con *I Wanna Be Your Friend* (2015); el septuagenario uruguayo Walter Tournier sigue en activo y reivindica las infancias robadas por las guerras con *Alto el juego* (2016).

Y en España, desde la década de los 90 hasta la actualidad, Pablo Llorens (*El enigma del chico croqueta*, 2004), el desaparecido Pascual Pérez (*Història d'Este*, 2012), Sam (*Pos eso*, 2014), Javier Tostado (*Clay Kids*, 2013-2015), Coke Riobóo (*Made in Spain*, 2016); podría seguir citando hasta completar una lista tan larga como imprescindible en este panorama. Han sido y son parte de este ejército de resistencia que es la “stop-motion”, como lo denominaría el propio Jordi Costa. Y así lo pudimos comprobar en la exposición *Stop motion don't stop* (2013), comisariada por el diseñador Mc Diego en Valencia.

²⁶ Otra acepción que define el término *stop-motion*.

²⁷ Es lo que exclamó a Steven Spielberg cuando este le comunicó su negativa.

²⁸ COSTA, J. *La stop-motion como ejército de resistencia. La tardía edad de oro de una técnica anacrónica*. En: *Con A de animación*, num.4, p. 24.



Fig. 35 · Vestigios del tipo “ball and socket joint” de Willis O'Brien y su asistente Pete Peterson para la película *The Black Scorpion* (*El escorpión negro*, 1957).

Fig. 36 · Dos detalles que ejemplifican el modelo “ball and socket joint”. La de la izquierda, perteneciente a *King Kong* (1933) y la de la derecha a *Jason and the Argonauts* (1960).

Fig. 37 · Hijo de la Hidra expuesto en la Valence House Museum en el pueblo londinense Dagenham (10-03-2018 al 30-06-2018).

3.2. CASOS DE ESTUDIO · REFERENTES

3.2.1. Las paradigmáticas “armatures” de O'Brien y Harryhausen

Mucho hay escrito sobre estas dos figuras y si las tomo como referentes para desarrollar mi trabajo sobre “armatures” lo hago porque es muy probable que O'Brien fuese pionero en albergar cierto tipo de estructuras articuladas en el interior de muñecos para mejorar sus animaciones²⁹.

Me refiero, como ya he mencionado con anterioridad al modelo “ball and socket joint” o de articulación esférica. Este tipo de estructura se compone a rasgos generales, por dos piezas metálicas, por lo habitual un par de pletinas, enfrentadas longitudinalmente en su cara más ancha y unidas por uno o más tornillos. Entre ambas quedan asentadas y aprisionadas dos bolas con vástago o cuello. Al ejercer una torsión en los vástagos se produce por lo tanto un giro en la articulación a modo de rótula.

O'Brien había perfeccionado hasta tal punto el sistema de *armaduras* que las mejoras en las estructuras de Harryhausen son prácticamente inexistentes. Pero este asimiló de tal manera la lección de su mentor, que consiguió optimizar las *armaduras* de tal modo que incluso en los diseños más arriesgados quedaban perfectamente integradas en la morfología del muñeco (ver Fig. 37), pasando totalmente inadvertidas. Un claro ejemplo lo encontramos en los denominados Hijos de la Hidra, el conocido elenco de esqueletos, germinados a raíz de los colmillos de la Hidra de Lerna, a los que se enfrentan Jasón y sus compañeros³⁰.

Ray, como buen alumno, superó a su maestro tanto por el modo de animar como por la aportación de nuevas técnicas en la realización de efectos especiales en el cine. Como comenta en el documental dedicado a Emilio Ruíz del Río, *El Último Truco* (2008), su vida en el mundo cinematográfico se regía por una economía de medios y se veían obligados a reinventarse continuamente para conseguir los mismos resultados, pero a un coste más bajo. Así debió surgir su *Dynamation*³¹.

*La fantasía ejercita la imaginación. No nos quedó más remedio que hacer películas con presupuestos muy bajos. Hoy se gastan millones y millones. Tres cientos millones para Spider-man, creo. Agradezco haber pasado por este proceso de haber tenido que pensar cómo conseguir las mejores imágenes con la menor cantidad de dinero posible.*³²

²⁹ Eso concluyo al leer a Adrián Encinas en *Ibíd.* pp. 227-228. También hay que recordar el comentario de Bob Burns, historiador de cine, coleccionista y propietario de una de las legendarias *armaduras* de King Kong, en el minuto 56:59 del documental *RKO Production 601: The Making of 'Kong, the Eighth Wonder of the World'* (2005): << Entonces Willis O'Brien diseñó todo. Fue un ingeniero y todo lo demás. Tuvo que inventarlo, porque nada parecido había sido hecho antes >>.

³⁰ CHAFFEY.D. (dir.) *Jason and the Argonauts* [película]. UK-USA: Columbia Pictures Corporation, 1963.

³¹ Técnica inventada por Ray Harryhausen por medio de la cual se integraban maquetas y personajes animados en las escenas rodadas con un mínimo número de maquetas.

³² Ray Harryhausen en el documental de MONLEÓN, S. *El Último Truco; Emilio Ruíz del Río*, 1:18:50.

Con los años, las nuevas tecnologías y la aparición de nuevos materiales han propiciado la incorporación de nuevas soluciones, pero la esencia de las *armatures* de O'Brien y Harryhausen se mantiene hasta en los diseños de las producciones más recientes y es que son las de este tipo las más duraderas y las que ofrecen una mayor estabilidad en el proceso de animación.

3.2.2. Referentes contemporáneos · Aprender de los maestros

Como ya avanzamos con anterioridad, algunos profesionales vinculados al mundo de la animación nos brindan en bandeja de plata sus conocimientos a través de internet y sus redes sociales. La mayoría de las veces lo hacen de un modo altruista sin pedir nada a cambio, solo las gracias o quizá un simple “like”.

A modo anecdótico: encontré un interesante “tráiler” de un DVD hace años descatalogado. Este trataba sobre la fabricación de “armatures” para animación y por lo visto, albergaba claves tan importantes como lo son el perforar una bola metálica o unir piezas de acero mediante soldadura. El autor era Larry Larson³³ y me puse en contacto con él inmediatamente en busca de una copia del disco. Quien trabajó para Sam Raimi en el departamento de animación para *Terroríficamente muertos* (*Evil Dead 2*, 1987) y como diseñador “stop-motion” en *Flesh Gordon Meets the Cosmic Cheerleaders* (1990), contestó confirmándome que todas las copias se vendieron en su momento y que no tenía ninguna más. Al poco tiempo y sin previo aviso, se tomó la gentil molestia de compartir el DVD al completo en YouTube, a disposición de todo el mundo. ¿Casualidad? ¡Gracias Larry!

How to Make Professional Stop Motion Armatures (2011), que es como se llama el DVD de Larry Larson, a la definitiva es un tutorial de 65 minutos en el que el autor muestra el proceso completo para realizar una *armadura* profesional para “stop-motion”, del tipo “ball and socket joint” y con unas herramientas bastante básicas. Parece que con esto tenemos gran parte de nuestro trabajo resuelto, pero ¡cuán lejos dista esta afirmación de la realidad! Larson solo muestra una de las muchas formas de abordar el trabajo. Dependiendo de nuestros materiales y herramientas, el proceso de trabajo variará en mayor o menor medida. Hasta el punto que nuestras aportaciones modificarán, e incluso en ocasiones mejorarán, las propuestas originales de diseño de Larry.

Lionel Ivan Orozco, trabajó como animador en la serie de animación *New Adventures of Gumby* (1987-1988) y aunque él no lo menciona en su blog³⁴, en IMDb³⁵ su nombre aparece ligado a *The Nightmare before Christmas* (1993) con la etiqueta de “additional armatures”³⁶. Además de echar un ojo a su página web es imprescindible visitar su canal de YouTube donde muestra su trabajo en la película de Tim Burton. También comparte algún que otro truco para mecanizar



Fig. 38 · Larry Larson
Fig. 39 · *Evil Dead 2* (1987)

³³ LARSON, L. <larrylarsonart.com>

³⁴ IVÁN OROZCO, L. <stopmotionworks.com>

³⁵ Internet Movie Database, <imdb.com>

³⁶ Del inglés, *armaduras* adicionales.

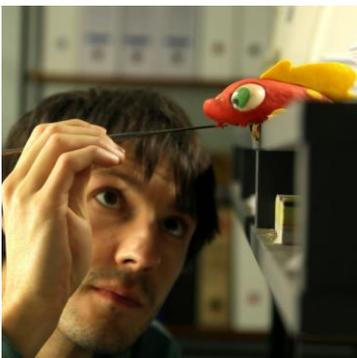
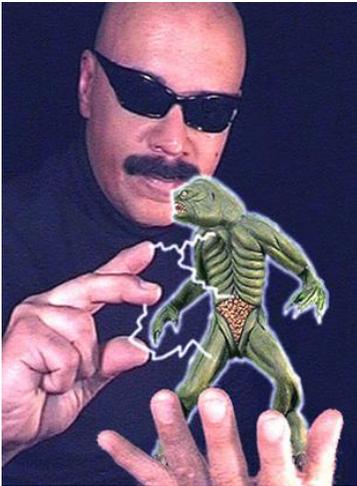


Fig. 40 · Lionel Ivan Orozco

Fig. 41 · Jason Lynch

Fig. 42 · Edu Puertas

bolas de acero para “stop-motion”. Veremos hasta qué punto nos es útil esta información.

Jason Lynch, animó para Aardman Animations en *Wallace y Gromit: la maldición de las verduras* (*Wallace & Gromit: The Curse of the Were-Rabbit*, 2005) e hizo lo propio con *Mary and Max* (2009). En su canal de YouTube encontramos algún vídeo donde nos muestra algunos “tips” referidos a la fabricación de “armatures”. Alguno nos será de utilidad.

Entre los trabajos de Joshua y Nathan Flynn³⁷, animadores “stop-motion” y “model makers”³⁸, encontramos sus quehaceres bajo la firma Sculpt-Double como escultores en *Frankenweenie* (2012) e *Isle of Dogs* (2018). Una gozada perderse por sus *blogs* donde muestran paso a paso su trabajo por partida doble.

Edu Puertas es cofundador junto a Irene Iborra del estudio Citoplasmas Stopmotion y creador de la marca Kinetic Armatures. Su canal de YouTube alberga videos que abarcan desde la fabricación de *armaduras* profesionales pasando por sus correspondientes testeos, hasta la explicación y uso de Arduino para agilizar el trabajo de la animación “stop-motion”.

3.2.3. Empresas del sector · Un escueto estudio de mercado

El apogeo actual de esta centenaria técnica de animación, ha propiciado un afloramiento de empresas que ofrecen sus productos y servicios relacionados con la “stop-motion”; desde “armatures”, “rigs”³⁹ y “winders”⁴⁰, hasta ojos para personajes, kits de bocas reemplazables para “lip sync”⁴¹, etc. Además, la mayoría de estas empresas brindan la opción de encargar *armaduras* a medida si les facilitamos un boceto de nuestro personaje.

Al revisar el catálogo de productos de las empresas más punteras, encontramos *armaduras* de distintas calidades, materiales, dimensiones y formas. Centro mi interés en las “ball and socket joint armatures”. Cada empresa ha resuelto la *armadura* a su modo y esto afecta directamente en el precio de venta al público como ahora veremos.

Actualmente, la barcelonesa tienda online Kinetic Armatures pone a nuestra disposición 3 tipos de esqueletos articulados. Todas las piezas están fabricadas por control numérico en latón y acero inoxidable. Un esqueleto básico de 21 cm

³⁷ FLYNN, J; FLYNN, N. <sculpt-double.co.uk>;

<joshua-flynn.blogspot.com>; <nathan-flynn.blogspot.com>

³⁸ Fabricante de modelos. En el caso de Joshua y Natham, desde esqueletos articulados hasta el recubrimiento de los mismos.

³⁹ En “stop-motion”, es un aparejo similar a una “armature” a modo de brazo. Nace de una base pesada y se fija por el otro extremo al esqueleto interno del personaje u otro objeto. De este modo podemos realizar un caminado sin fijar el personaje al suelo, animar un salto o incluso hacerlo levitar. Una vez animada la escena, en postproducción se elimina el “rig” ya que no interesa que se vea.

⁴⁰ El “winder” es un tipo de “rig” más desarrollado. Permite un desplazamiento preciso y progresivo a lo largo de un rail, por medio de un sistema de engranajes que hacemos girar sirviéndonos de una rueda o manivela.

⁴¹ Técnica de sincronización labial.

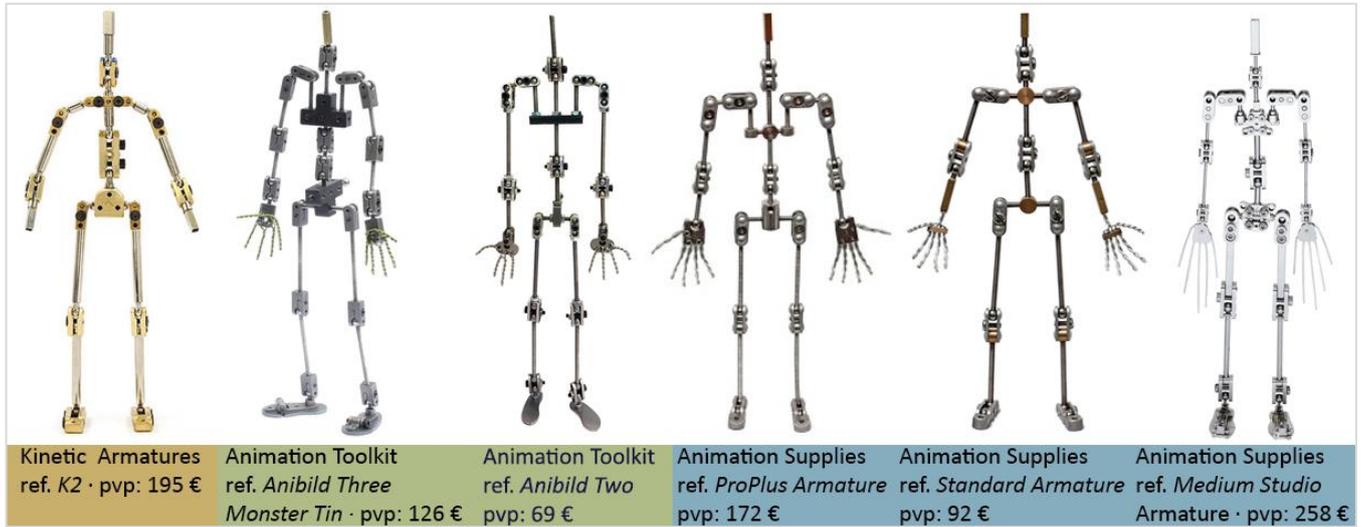


Fig. 43 · Armaduras comercializadas por algunas de las empresas mencionadas.

de altura, el denominado K2, tiene un precio de venta al público de 195€⁴² y se sirve ya premontado.

Desde Manchester, Animation Toolkit, la tienda que lanzó al mercado el kit Armacreature! con Ray Harryhausen⁴³ como prescriptor, ofrece un amplio catálogo a un precio más asequible que su competidor español. Por 126 €, disponemos de la misma *armadura* de 25 cm de alto que prescribía Ray y su fundación. Una versión simplificada la podemos encontrar por 69 €. Ambas, según la web, en acero inoxidable. Se sirven completamente desmontadas, las debemos armar nosotros.

Con sede en Worthing, Inglaterra, Animation Supplies. Otra gran tienda “online”. En las especificaciones también se detalla que las “armatures” son de acero inoxidable. Una *armadura* sin ensamblar, de 24,9 cm de alto la ofertan por 172 €. Por algo menos tenemos el modelo estándar, 92 €. Pero si queremos un modelo pre-montado y que podemos considerar “premium” en cuanto acabados se refiere, por 258€ es nuestro.

Marlvern Armatures, empresa que lleva el nombre de la población inglesa en la que reside, ofrece soluciones similares a las anteriores. Las placas que conforman sus sistemas articulados son de latón; las varillas y las bolas son de acero niquelado; parte de los pies de acero magnético e incorporan una rosca de métrica 3; toda la tornillería es de acero inoxidable. Se sirve completamente montada por 141 €, eso sí, ensamblada con Loctite 270 para fijación de roscas.

Y no podía ser en otro lugar. Desde Bristol, la cuna de la Aardman Animations, el estudio John Wright Modelmaking⁴⁴, acostumbrados a tratar con profesionales de la talla de Aardman, además de aceptar encargos, nos sirve de proveedor de “ball & sockets” de gran calidad.

Concluyendo, las “armatures” son un producto de por sí caro, por lo que si las construimos nosotros mismos reduciremos considerablemente los costes en



Fig. 44 · En la galería de trabajos de la John Wright Modelmaking, encontramos esta fotografía del gallo Rocky de *Chicken Run* (2000).

⁴² Los precios que detallo incluyen siempre el IVA. Lo que no incluyen son los portes.

⁴³ Y The Ray & Diana Harryhausen Foundation: <harryhausenfoundation.com>

⁴⁴ WRIGHT, J. <jwmm.co.uk>



nuestras producciones. Es tarea obligada para llevar a cabo una observación exhaustiva de los productos que el mercado nos ofrece. Aunque parecidos, guardan notables diferencias. Examinamos con atención y extraemos conclusiones determinantes para el diseño y los materiales que conformarán nuestra estructura articulada. ¿Cómo están contruidos los pies en cada caso? ¿presentan roscas para fijarlos al suelo del set de rodaje? ¿necesitamos incorporar un “rig” a nuestro personaje? ¿cómo se articulan los hombros con la clavícula en cada modelo? ¿todos los brazos poseen muñecas? ¿podemos soldar ese material en caso de necesidad?

3.3. TIPOLOGÍAS DE ARMADURA

3.3.1. Armadura de alambre trenzado

Se trata de una “armature” de bajo coste y fácil fabricación. Aunque esta *armadura* es la menos durable, juega un papel importante en pequeñas producciones. Si el armazón está bien resuelto, los resultados que se obtienen son igual de favorables que al utilizar *armaduras* de articulación esférica. Algunos factores que hacen inclinarnos hacia este tipo son:

- El tiempo de rodaje. Si se va a animar para un spot publicitario o incluso un cortometraje, la *armadura* no sufrirá como lo haría en un *largo*.
- Una economía de medios vinculada a un bajo presupuesto. Esta *armadura* es más rentable.
- No disponer de maquinaria especializada para trabajar el metal. Unos alicates o un arco de sierra para metal, será en todo caso la herramienta más puntera que necesitamos.
- Un diseño que requiere de extremidades delgadas.

No voy a ahondar demasiado en los procedimientos de fabricación de este tipo, pero sí quiero dejar claros varios aspectos que proporcionan una correcta funcionalidad a la *armadura*:

- Es de vital importancia que el alambre sea de aluminio. Si es de calidad permite doblar más veces el alambre demorando su rotura. Su desgaste es inferior al que puede presentar el de acero. Y lo más importante, no recupera la posición al posar el personaje.
- Es preciso dejar libre únicamente las zonas correspondientes a las articulaciones. Para ello recubriremos el alambre con masilla epoxi o tubos rígidos dejando únicamente a la vista la zona que debe articular.
- Es interesante que nuestro esqueleto ofrezca la posibilidad de desmontar partes del personaje. Esto nos permitirá por ejemplo reemplazar un brazo en caso de rotura. Se suelen utilizar tubos cuadrados de latón de dos dimensiones, de modo que uno se desliza dentro del otro.
- Si además incorporamos tuercas a los pies de la *armadura*, podremos fijar el personaje al suelo del set de rodaje mientras animamos.



Fig. 45 · Armadura de alambre de Animation Supplies.

Fig. 46 · Personaje con *armadura* de alambre en proceso de construcción a cargo de Sam para Rutina, el próximo corto de Conflictivos Productions.

Fig. 47 · Bend-D's Armature Kit es una *armadura* impresa en PLA por medio del proceso de modelado por deposición fundida (MDF).

Distribuida por

<stopmotionstore.com>

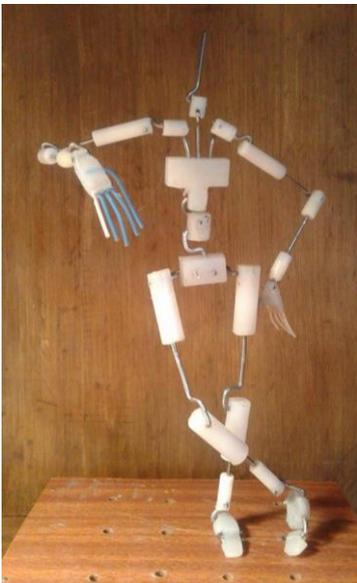
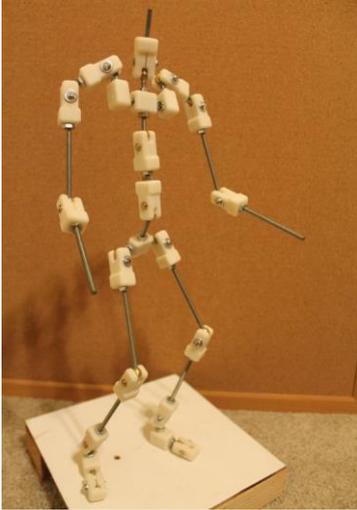
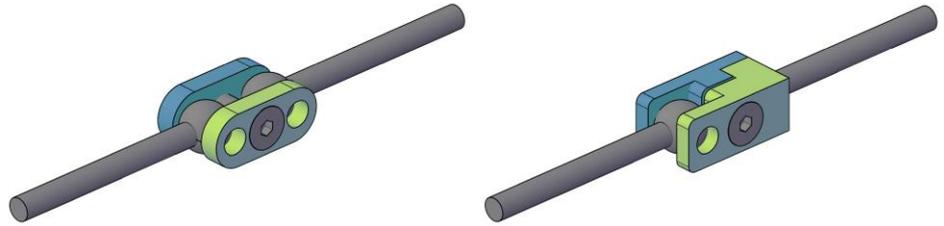


Fig. 48 · Armadura de articulaciones esféricas impresas en 3D mediante el proceso MDF por Aron Bothman.

Fig. 49 · Conjunto “ball and socket” con piezas impresas en *alumide* por Aron Bothman.

Fig. 50 · Armadura de resina acetática de Luis Liendo.

Fig. 51 · Arriba a la derecha, articulación esférica doble (dos bolas) y simple (una bola).



3.3.2. Armaduras de articulación esférica

Aunque ya la he presentado, es menester la aclaración de que para este modelo de “armaduras” diferenciamos dos tipos de articulaciones. La de doble articulación (2 bolas) y la de articulación simple (1 bola). A priori, diríamos que la más extendida es la primera, pero no en pocas ocasiones necesitaremos limitar los movimientos y la segunda será la idónea.

Las “ball and socket joint armatures” son propensas a una más que coherente hibridación de tipologías (ver Fig. 44). El ejemplo que más se repite es en la incorporación de manos de alambre trenzado. Al resultar piezas de un tamaño reducido es más coherente realizarlas así. Este aspecto lo veremos reflejado en la *armadura* que vamos a crear.

3.3.3. Armaduras impresas en 3D y nuevos materiales

Aunque son una realidad, debemos tratarlas de un modo experimental y en proceso de desarrollo, más aun teniendo en cuenta que podemos llegar a imprimir en una especie de aleación metálica. Escasean los modelos a la venta y los que se encuentran, parecen más a un kit de juguete que una herramienta profesional⁴⁵. En cualquier caso, se trata de una buena opción para el aprendizaje de animación *stop-motion* con personajes.

Aron Bothman nos muestra en su blog⁴⁶ distintas pruebas que él mismo realiza (ver Fig. 48). La más interesante resulta ser la impresa en *alumide*, una amalgama de poliamida con partículas de polvo de aluminio y acabado metálico.

Por otro lado, el argentino Luis Liendo incorpora nuevos materiales a la técnica y realiza *armaduras* con resina *acetática*, un material plástico de los denominados autolubricados, que por su bajo coeficiente de fricción ofrece una alta resistencia a la abrasión. Liendo comenta: *Mi idea, se basa en que, si haces una perforación supongamos de 1 mm y dentro de ella introduces un alambre de 1,5 a presión, esa tensión se mantiene sin aflojarse*. El mismo Luis me dice que no se trata de un sistema pretencioso, no pretende reemplazar los métodos tradicionales, es un recurso más. Pero la verdad sea dicha, es un método que funciona y que ya utilizó profesionalmente en el video clip de Mariana Carrizo, *Doña Ubenza* (2015) y que también está siendo usado en *Quma y las Bestias* (en proceso) del estudio argentino Tamandua⁴⁷.

⁴⁵ Véase Fig. 47

⁴⁶ BOTHMAN, A. <aronwithonea.blogspot.com>

⁴⁷ TAMANDUA. <tamandua.tv>

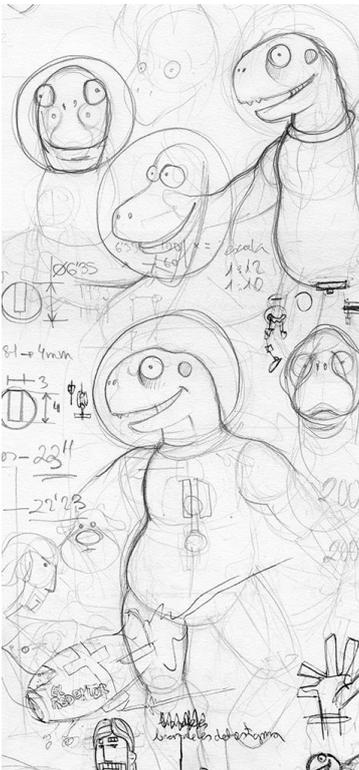


Fig. 52 · Fotograma de la película *Theodore Rex (Dino Rex, 1995)*.

Fig. 53 · Earl Sinclair y Baby Sinclair del serial televisivo *Dinosaurs (Dinosaurios 1991-1994)*.

Fig. 54 · Bocetos propios para el diseño del personaje.

3.4. PROCESOS DE CREACIÓN

Con los conocimientos adquiridos, nos encontramos en disposición de confeccionar una *armadura* de articulación esférica para un personaje concreto. Atenderemos a las enseñanzas, consejos y soluciones que hemos asimilado de mano de grandes maestros y profesionales del sector.

3.4.1. Proceso de Diseño

3.4.1.1. Diseño del personaje

Según la Real Academia Española de la Lengua, un personaje es un ser real o imaginario que figura en una obra literaria, teatral o cinematográfica.

Este ente puede ser un animal, una persona o una cosa y debe poseer características físicas y psíquicas, concretas y coherentes, pero sobre todo debe de ser capaz de llevar a cabo una acción.

Puesto que este TFG no trata de pre-producir una obra audiovisual específica, introduzco sin más preámbulos un personaje diseñado por mí mismo. Por cuestiones puramente caprichosas, decido que el personaje sobre el que voy a trabajar es un dinosaurio antropomorfo. Este podría formar parte de un anuncio televisivo, un cortometraje o incluso una serie o película. Un claro referente podría ser el serial norteamericano de los 90 *Dinosaurios (Dinosaurs, 1991-94)* o el filme de la misma década *Dino Rex (Theodore Rex, 1995)*.

3.4.1.2. Decidir la escala

En primer lugar, hay que tener en cuenta la escala con la que se va a trabajar. Una mayor escala implica personajes, decorados y atrezzo más grandes, lo que a la fuerza supone más espacio, más materiales y, por lo tanto, un incremento de presupuesto. La escala más extendida entre los profesionales sería $1/6^{48}$. De 27 a 30 centímetros de altura para representar a una persona adulta. Tanto en *Piratas (The Pirates! In an adventure with Scientists!, 2012)* de Los estudios Aardman como en *El alucinante mundo de Norman (ParaNorman, 2012)* de Laika, encontramos muñecos que miden de 20 a 30 centímetros de altura aproximadamente⁴⁹. Aunque si repasamos la historia del cine, podemos encontrar personajes como King Kong del cual se conservan un par de *armaduras* originales que miden 45cm. Para nuestro caso, 20 centímetros lo considero un tamaño más que coherente para la talla de mi marioneta.

⁴⁸ Según Pablo Llorens, el mago de la plastilina animada en nuestro país: «La escala es un formato que elige cada animador según varios parámetros. Yo elijo la escala Barbie. Y si usas la misma escala en todas tus producciones, todo es trasvasable». En otra ocasión Adrián Encinas, el Bendazzi español, coincidía: «...1/6. Es decir, unos 30 cm para un humano de estatura media. Pero no es exacto para monstruos gigantes ni enanos, solo es una referencia standard». Sam, el *conflictivo*, también me saca de dudas y segunda esta escala: «Esa misma. 1/7 también».

⁴⁹ Para su película *Kubo y las dos cuerdas mágicas (Kubo and the Two Strings, 2016)* se utiliza el que hasta la fecha es el personaje más grande nunca creado para animar en stop-motion. Un esqueleto de casi 5 metros de altura.

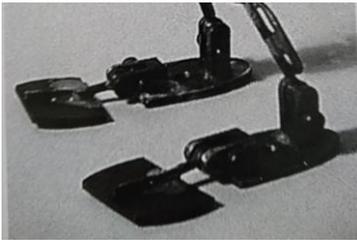
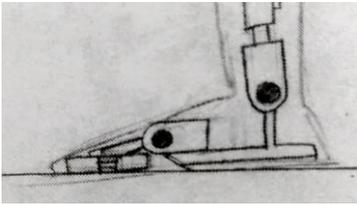


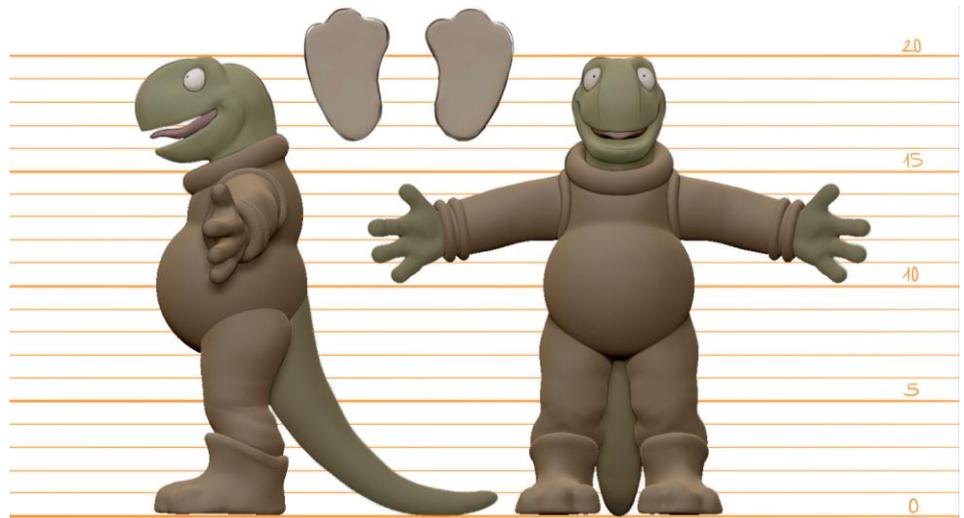
Fig. 55 · Detalle de dibujo de *armadura* para *El enigma del chico croqueta* (2004), muy probablemente dibujado por Sam.

Fig. 56 · Detalle de *armadura* para el *Enigma del chico croqueta*, elaborada por Pablo Pellicer.

Fig. 57 · Detalle de la *armadura* de Larry Larson.

Fig. 58 · Detalle de una de las *armaduras* de *King Kong* (1933), propiedad de Peter Jackson.

Fig. 59 · Arriba a la derecha, vista lateral y frontal del diseño básico del personaje, modelado en Zbrush.



3.4.1.3. La acción determina la *armadura* y la *armadura* el modo de animar

En el caso que nos atañe, una de las directrices a seguir son las acciones que debe poder realizar el personaje. Acciones tales como andar, correr, saltar, dar coletazos, hablar, rugir e incluso mover la lengua, determinarán la arquitectura del esqueleto.

¿Hacemos caminar al personaje atornillando los pies al suelo del set de rodaje? ¿Fijamos los pies usando potentes imanes de neodimio? ¿Lo hacemos acompañando el cuerpo del personaje con un “rig” que lo apoyará para mantener el equilibrio? Nuestro diseño debe permitir las tres opciones.

Llegados a este punto debemos tener claro que materiales están a nuestra disposición y con qué proveedores contamos; esto afectará a las decisiones que tomemos sobre el proyecto de armazón. Por ejemplo: Si no disponemos de chapa de acero, difícilmente podremos realizar unos pies adecuados que respondan al magnetismo de los imanes.

Imprimimos en papel a escala real (1:1) las vistas lateral y frontal que representan a nuestro personaje y realizamos unos bocetos generales sobre el dibujo impreso. Detectamos en primer lugar las articulaciones y dibujamos aproximadamente la *armadura*. Detallamos el posicionamiento de los tornillos, la inclusión de roscas o la incorporación de posibles piezas desmontables.

Hemos estudiado previamente otras *armaduras* y eso se nota: El diseño de mis pies está basado en uno de Pablo Pellicer para *El enigma del chico croqueta* (2004). Lo modifico añadiendo una rosca más en la zona del talón, esto le dará un punto más de sujeción. La cabeza se inspira en la que Larry Larson realiza en *How to Make Professional Stop Motion Armatures* (2011). A la pieza que emula el maxilar inferior, incorporo un sistema reemplazable que simulará la lengua del muñeco. Por otra parte, las articulaciones que hacen de clavícula, son como la de la mayoría de *armaduras* que se comercializan hoy en día, y a la definitiva, una versión más de las ya utilizadas en *King Kong* (1933) por O’Brien.

Como la mayoría de las *armaduras*, la nuestra dispone de un sistema roscado en los pies que permite la fijación a un suelo agujereado. Además, los pies serán de acero por lo que los podremos fijar con un imán al suelo. El cuerpo dispone

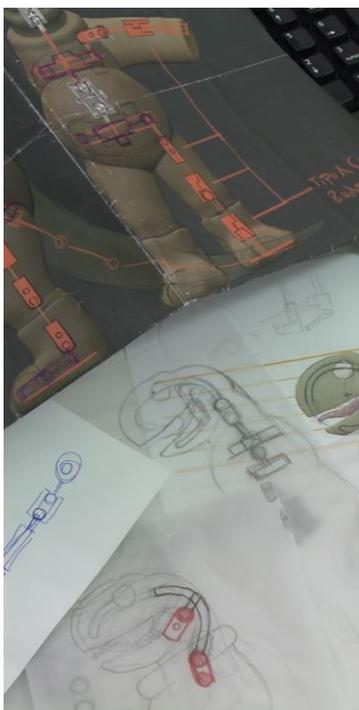
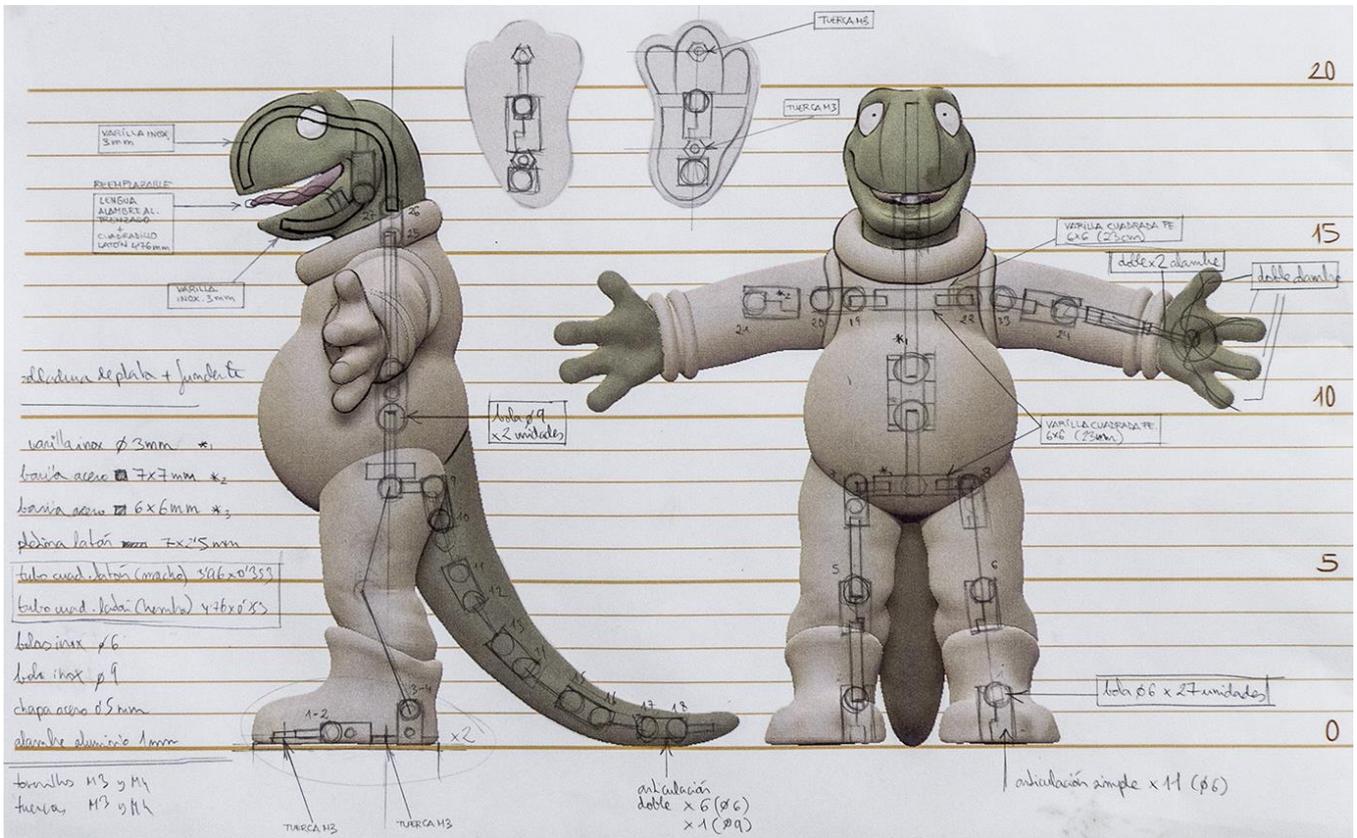


Fig. 60 · Arriba, aproximación al esqueleto sobre papel.

Fig. 61 · El papel vegetal se convierte en nuestro aliado para dibujar cómodamente tomando el dibujo impreso como referencia.

de una serie de sujeciones para instalar un "rig" en caso de necesidad. Las tres opciones que planteamos al principio quedan cubiertas.

3.4.1.4. Materiales y herramientas para una "ball and socket joint armature"

Ya con una idea clara de la estructura que queremos generar, es el momento de hacer acopio de materiales y herramientas.

Esto forma parte del proceso de diseño. El adaptarlo a las dimensiones de los materiales que disponemos nos proporciona un ahorro de medios.

Desde un inicio y en la medida de lo posible, acudimos a negocios profesionales de suministros industriales con el fin de garantizar la adquisición de productos de calidad. En el apartado de anexos incluyo algunas empresas que me han resultado todo un hallazgo para la resolución de este trabajo. El listado no incluye las grandes superficies comerciales que todos conocemos, a las que acudiremos como último recurso en caso de fallen los proveedores recomendados.

En anexos, incorporo dos listas orientativas. Una referente a los materiales utilizados en este proyecto y otra que detalla las herramientas necesarias para llevarlo a cabo.

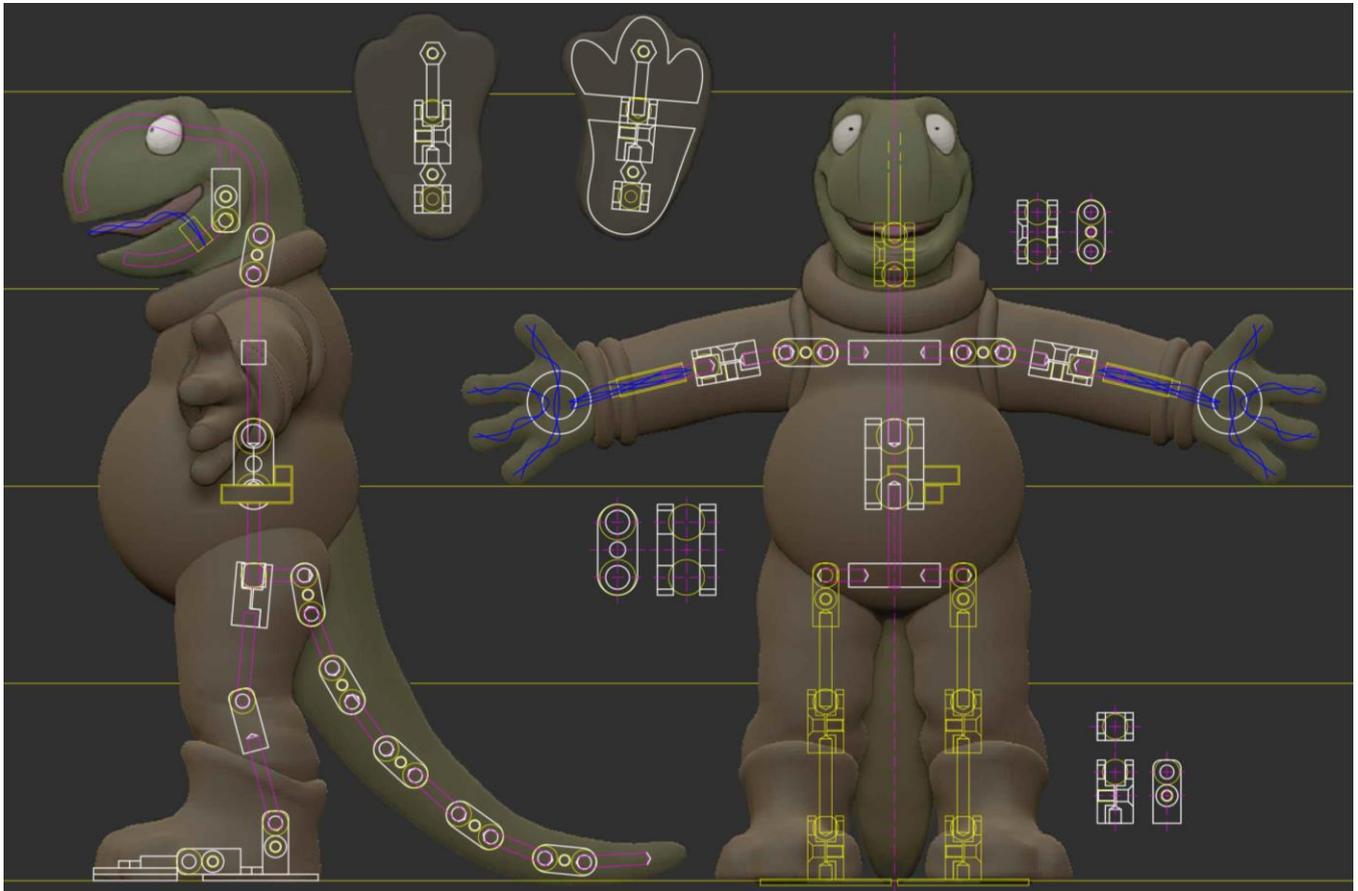


Fig. 62 · Plano técnico de conjunto. Vistas lateral y frontal. Realizado en Autocad.

3.4.1.5. Planimetría

Hemos anotado los materiales disponibles, decidido la escala y abocetado una primera aproximación de la *armadura*. Es el momento de sumergimos en la fase más técnica del trabajo.

Actualmente nuestra facultad pone a nuestra disposición todas las licencias de los programas informáticos de la empresa Autodesk. Aprovechamos esta coyuntura y nos hacemos servir de la última versión de Autocad para realizar los planos técnicos. Autocad es un software de diseño asistido por ordenador, enfocado al dibujo 2D y modelado 3D dentro de un ámbito puramente técnico. Una herramienta que suple nuestras necesidades al completo en este momento.

Tomando como referencia los bocetos y anotaciones elaborados previamente, creamos todos los planos necesarios que permitirán una fabricación adecuada. Principalmente necesitamos los planos de detalle referente a las articulaciones simples y dobles y el plano de conjunto del esqueleto completo. Este último será similar al boceto (ver Fig. 60) pero con todas las cuestiones técnicas resueltas.

Es indispensable imprimir el plano general de conjunto a escala real (1:1). Como veremos en el siguiente apartado, sobre él iremos posicionando las piezas conforme las vayamos fabricando e iremos cotejando la correcta fabricación.

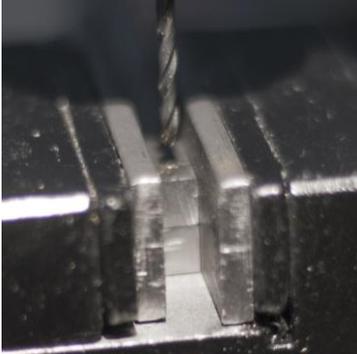


Fig. 63 · Barra A y B en el tornillo de banco del taladro de columna.

Fig. 64 · Uno de los extremos de las barras A y B perforados con broca de 2,5mm.

Fig. 65 · Roscado de la barra B.

Fig. 66 · Barra A avellanada y barra B roscada.

Fig. 67 · Derecha, plano de fabricación.

3.4.2. Procesos de fabricación

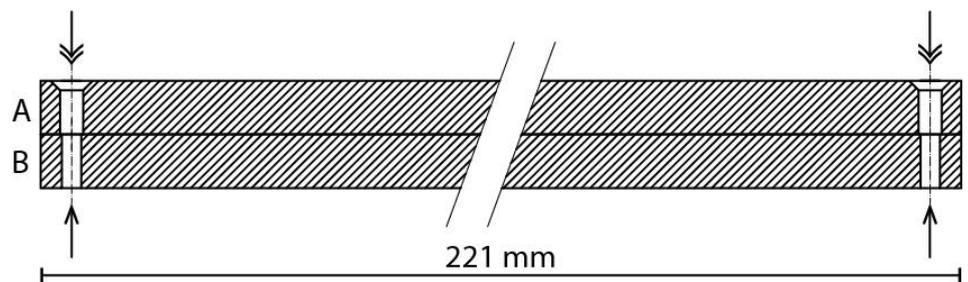
3.4.2.1. Articulación esférica simple · 1 bola

Se trata de la pieza más complicada de toda la *armadura*. Para ensamblar nuestro personaje nos harán falta 11 unidades, pero planificamos fabricar alguna más de repuesto.

El método que seguimos, es una adaptación del que propone Lauritz Larson para fabricar las articulaciones de 2 bolas. Este tipo de proceso además de ahorrar en tiempo ofrece más precisión en el corte y en el taladrado.

Tomamos dos barras de acero de sección cuadrada de 7 x 7 mm y 221 mm de longitud. Las diferenciaremos como barra A y barra B. Con ellas fabricaremos 12 juegos de articulaciones.

Una **primera fase** consiste en fijar una barra a otra desde los extremos con tornillos. Para ello debemos mecanizarlas según el siguiente dibujo:



→ Taladro con broca de 2,5 mm + roscado métrica 3

→ Taladro con broca de 3 mm + avellanado con broca de 6 mm

Aprisionamos una barra sobre la otra en el tornillo del taladro de columna. En la cara superior, con el punzón de centrar y el martillo, realizamos dos marcas. Cada marca a una distancia de 4 mm del extremo de la pieza y alineada al eje longitudinal.⁵⁰ Aprovechamos esas marcas para realizar a la vez en ambas barras dos agujeros pasantes de 2,5 mm de diámetro⁵¹. Así nos aseguramos una coincidencia en los agujeros. Ahora liberamos las barras del tornillo de banco.

En la barra A repasaremos los agujeros con una broca de 3 mm y posteriormente con una de 6 mm realizaremos un avellanado que servirá de alojamiento a la cabeza cónica de un tornillo.

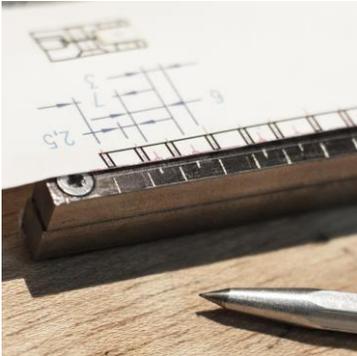
Ahora fijamos la barra B al tornillo de banco. Con el macho para roscar realizamos la rosca de M3⁵² manualmente en los agujeros de los extremos.

Encaramos las caras como estaban en un inicio y fijamos las dos barras con un tornillo DIN 7991 de M3x10.

⁵⁰ Se realizan para facilitar el asentamiento de la broca al taladrar y evitar la oscilación que sucedería sobre una superficie completamente plana.

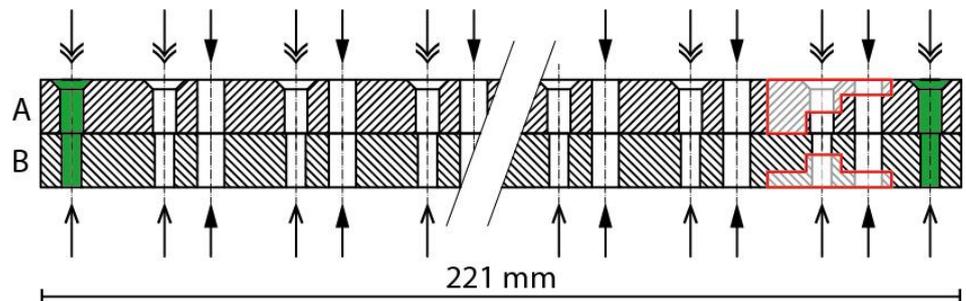
⁵¹ Siempre que taladramos el acero o mecanizamos las roscas de métrica, lubricamos generosamente la broca o el macho roscado. Evitaremos un embote de la herramienta y alargaremos su vida.

⁵² La letra M significa métrica. Corresponde al diámetro nominal de la rosca del tornillo.



En esta **segunda fase**, el objetivo consiste en realizar los siguientes mecanizados según el esquema. En verde están marcados los mecanizados ya resueltos en la fase anterior.

En su momento elaboramos un plano técnico de fabricación en el que se detallan todos los agujeros y marcas necesarias a lo largo de las barras. Imprimimos ese plano a escala real. Con un lápiz trazador de vidia lo utilizamos de plantilla para marcar en la barra A todos los taladros y marcas.⁵³



- Taladro con broca de 2,5 mm + roscado métrica 3
- ➔ Taladro con broca de 3 mm
- ➞ Taladro con broca de 3 mm + avellanado con broca de 6 mm

Diferenciamos cada marca: La marca de corte cruzará transversalmente la cara entera, la de rebaje la mitad y la de los taladros marcará el eje longitudinal.

Posicionamos ambas barras de nuevo en el tornillo del banco de trabajo y con el punzón de centrar marcamos todos los taladros.

Volvemos al tornillo de banco del taladro y con una broca de 2,5 mm perforamos todos los agujeros. Seguidamente perforaremos los indicados en el esquema con broca de 3 mm. Esta será la última vez que perforaremos las dos barras a la vez.

Ahora separamos las barras y mecanizamos el resto independientemente una de la otra. En la barra A taladraremos con la broca de 3 mm y posteriormente avellanaremos con la broca de 6 mm. Seguidamente en la barra B realizaremos la rosca de M3 manualmente como hicimos con anterioridad en los extremos. Finalmente volvemos a unir las barras con los tornillos.

Tercera fase. Amordazamos de nuevo las dos barras al tornillo de banco, pero esta vez con la cara lateral hacia arriba (ver Fig. 74). Con el arco de sierra prolongamos las marcas de rebaje con suavidad. Incorporamos toda la tornillería DIN 7991 de M3x10 en las barras.

Con el arco de sierra para metal comenzamos a seccionar las barras según las marcas de corte⁵⁴. De este modo vamos obteniendo las primeras preformas. Es de vital importancia no desemparejarlas nunca. Este sistema de taladrado evidentemente no es preciso, pero al haber perforado las barras

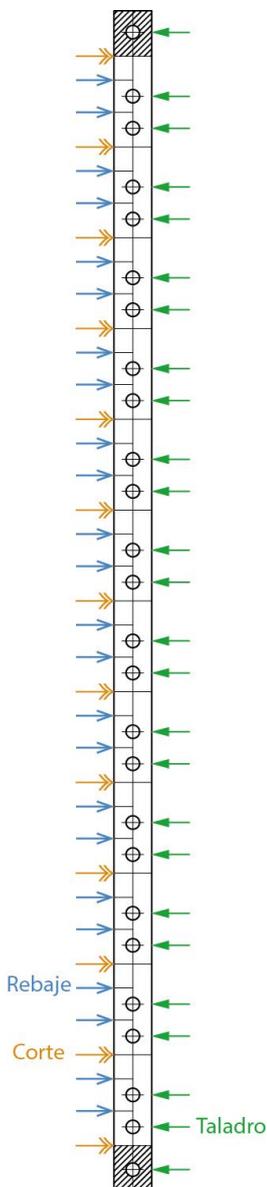


Fig. 68 · Marcado de las barras usando el plano de fabricación como plantilla.

Fig. 69 · Plantilla para marcar los taladros y referencias de corte.

Fig. 70 · Derecha, plano de fabricación.

⁵³ Si pintamos previamente la superficie con un rotulador permanente, percibiremos mejor el rayado.

⁵⁴ Las de amarillo según la Fig. 70.

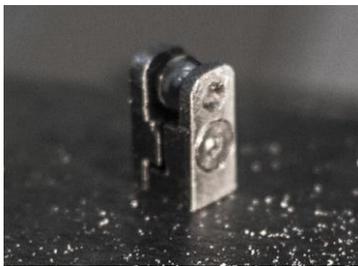
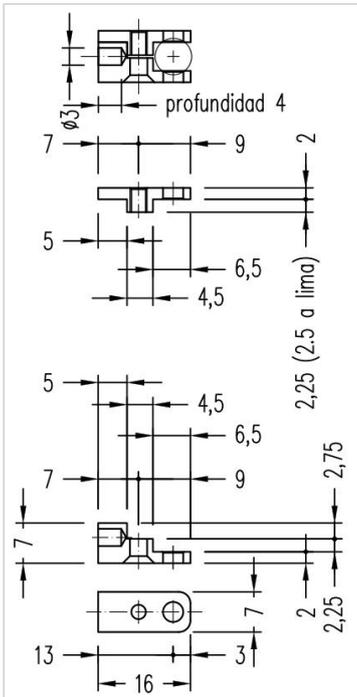


Fig. 71 · Plano técnico de la articulación esférica simple.

Fig. 72 · Articulación esférica simple.

Fig. 73 · Mecanizado de articulación esférica simple.

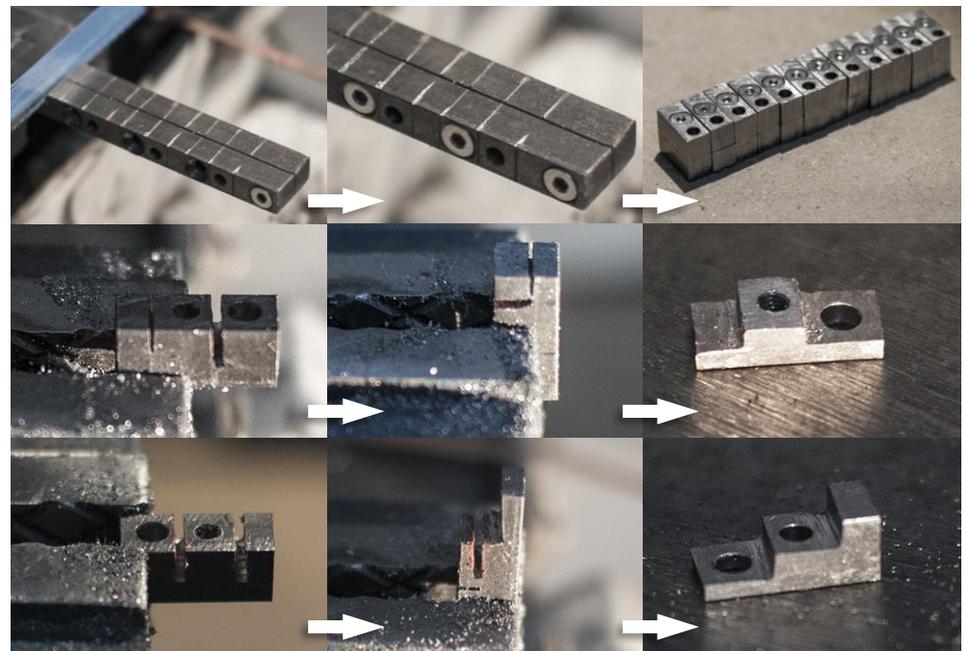
Fig. 74 · Secuencia de fabricación de una articulación esférica simple.

conjuntamente, los agujeros siempre coincidirán y de este modo las bolas asentarán sin problemas.

Llegamos a la **cuarta fase**. Necesitaremos tener a mano los planos en cuestión (ver Fig. 62), calibre, el arco de sierra y una lima plana para metal.

Tomamos una preforma, la desatornillamos y separamos una parte de la otra. Fijamos en el tornillo de banco una de las dos secciones en posición horizontal y la cara interior apuntando siempre hacia arriba.

Tomando como referencia las marcas de rebaje y apoyándonos en los planos, realizamos los cortes pertinentes y posteriormente los ajustes con la lima. No dejaremos de usar el calibre para comprobar cada medida.



Montamos de nuevo el conjunto, esta vez con una bola incorporada, y redondearemos con la lima las aristas que consideremos para obtener la forma final deseada.

Nos queda una cara por mecanizar. Marcamos, punzonamos y taladramos según el plano de fabricación. Taladro de 3 mm a 4 mm de profundidad.

3.4.2.2. Articulación esférica doble · 2 bolas

Después de haber elaborado la articulación simple, esta no supone ningún problema. El proceso es similar al anterior, incluso más sencillo. De hecho, podemos prescindir de la plantilla y usar el calibre o incluso una regla para posicionar las marcas con el lápiz trazador de vidia. Tanto Lauritz Larson como Jason Lynch abogan por este método.

Como estas piezas van destinadas a zonas de la *armadura* que no tienen que soportar grandes tensiones, en esta ocasión elaboraremos las piezas a partir de una pletina de latón de 7 x 2,5 mm. Aunque no es tan económico como el acero, resulta más amable de trabajar y seguro que ahorraremos en brocas.

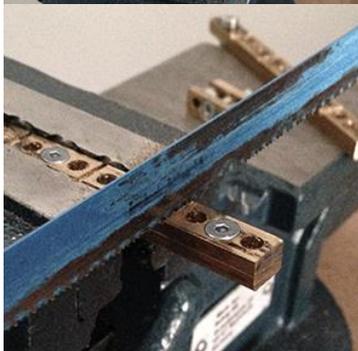
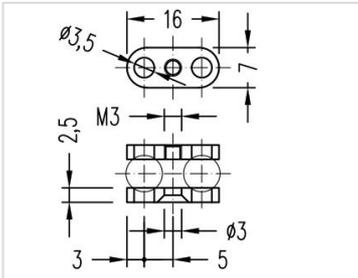


Fig. 75 · Plano técnico de la articulación esférica doble

Fig. 76 · Secuencia de fabricación de una articulación esférica doble.

Nuestro personaje necesita ocho articulaciones, así que con dos pletinas de 188 mm fabricaremos hasta 10 conjuntos.

Seguimos diferenciando las dos barras como A, la superior y B la inferior. Pintamos con rotulador permanente la cara más ancha. Consultamos el plano y con una escuadra reglada trazamos las marcas de corte y punzonado. La sierra se come 1 mm en el corte. Esa es la distancia que dejamos entre pieza y pieza.

Taladramos del mismo modo que en el proceso seguido para las articulaciones de 1 bola.

Unimos con un tornillo las dos barras. Taladramos todos los agujeros con una broca en el taladro de columna. Repasamos con una broca de 3,5 mm los agujeros de alojamiento de las bolas.

En los taladros centrales de la pletina superior, considerada como A, realizaremos el avellanado pertinente para alojar la cabeza del tornillo de cabeza cónica.

En los agujeros centrales de la pletina B mecanizaremos la M3.

Unimos las pletinas con todos los tornillos del DIN 7991 M3x10 y procedemos al corte con el arco de sierra para metal.

En cada uno de los conjuntos obtenidos incorporamos las bolas de diámetro 6,35 mm. Con la lima redondeamos las aristas restando agresividad a la forma.

En el plano de conjunto existe una doble articulación que fabricaremos independientemente al método de fabricación en serie. Se trata de una sola unidad con dos bolas de 9 mm de diámetro que sustentará el tren superior del esqueleto y formará parte de la columna vertebral del personaje. Para su confección utilizaremos pletina de acero de 10 x 4 mm.

3.4.2.3. Agujerear bolas metálicas

Lauritz Larson, Lionel Ivan Orozco, Nathan Flynn. Cada uno de ellos explican sus métodos de perforación de bolas metálicas. En el apartado de anexos encontraremos los enlaces al respecto. Finalmente, el método que mejor ha funcionado es el de Lauritz Larson, similar al utilizado por Nathan Flynn, pero con alguna variante incorporada por mi parte.

Me consta que Larson recomienda utilizar bolas de acero inoxidable AISI⁵⁵ 302, esto sería lo ideal, pero no es tarea fácil conseguirlas. Las suministradas por mi proveedor son AISI 316L, un acero más difícil de trabajar.

Para conseguir perforar las bolas de acero inoxidable AISI 316L, debemos olvidarnos de las brocas convencionales para metal HSS⁵⁶. Aguantarán con suerte la perforación de 5 bolas, pero la broca perderá el filo y se recalentará, tanto la broca como el acero. Este último se endurecerá y no permitirá tal perforación.

La solución la encuentro en una tienda especializada en suministros industriales. Al comentar mi problema, me recomiendan unas brocas HSS-Co

⁵⁵ Norma cuyo acrónimo en inglés es *American Iron and Steel Institute* y clasifica aceros y aleaciones de metales no ferrosos.

⁵⁶ *High Speed Steel*; acero de alta velocidad.

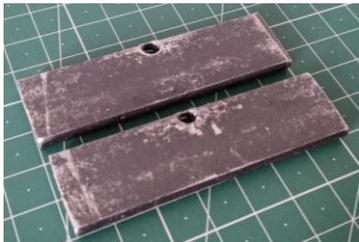
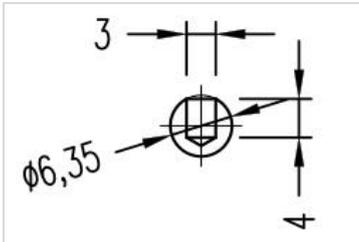


Fig. 77 · Plano técnico de una bola de acero inoxidable de 6,35 mm de diámetro.

Fig. 78 · Secuencia de mecanizado de una bola de acero inoxidable.

TiN, acero rápido de cobalto y recubrimiento en la punta de TiN⁵⁷. Utilizaremos el taladro de columna a una velocidad media/baja y taladraremos con una presión alta y constante. Una profundidad máxima de 4 mm será más que suficiente. Eso sí, debemos lubricar continuamente la broca con taladrina o aceite de corte. Esta se trata de una solución eficaz, pues he conseguido taladrar más de 50 bolas con la misma broca.

Para llevar a cabo el proceso de taladrado, fabricamos un sencillo útil con dos pletinas de acero (ver Fig. 78). En este caso los agujeros están taladrados con una broca de 4 mm.

Posicionamos el útil en el tornillo de banco y aprisionamos una bola. Limamos la superficie de la bola hasta obtener un plano de 3 mm de diámetro.

Con el punzón y un golpe seco de martillo marcamos el centro.

Transportamos el útil con la bola al taladro de columna y del mismo modo lo amordazamos al tornillo.

Llegados a este punto Lauritz Larson da un paso más y utiliza una broca de centrar para facilitar la mordida de la broca. Nathan Flynn utiliza una punta de corte de diamante. Nosotros, atacaremos directamente con nuestra broca HSS-Co TiN.

3.4.2.4. Corte y adaptación sobre el plano de referencia

Varilla de acero inoxidable de diámetro 3mm, barra cuadrada de acero de 6 x 6 mm, pletina de acero de 10 x 4 mm, chapa de acero de 1,5 de espesor, tubos cuadrados de latón de 3,96 x 3,96 mm y 4,76 x 4,76 mm. Tomando como referencia el plano de conjunto impreso a escala real, posicionaremos sobre él el material y lo marcaremos con rotulador. Posteriormente procederemos al corte con el arco de sierra para metal, fijando las varillas, barras y tubos al tornillo de banco. Cada pieza cortada la posicionamos en su lugar sobre el plano. De este modo controlamos lo que está fabricado y lo que no.

Las piezas correspondientes a la barra de acero de 6 x 6 mm que conformarán la cadera y los hombros, necesitan de un mecanizado extra. Taladraremos los agujeros necesarios para poder soldar las varillas según los planos.

Para construir los pies del personaje lo hacemos a la inversa. Calcamos el dibujo de las patas del plano técnico y lo utilizamos de plantilla sobre la chapa de acero de 1,5 mm. Una vez transferido el dibujo a la chapa, lo recortamos en la sierra de cinta para metal. Limamos el perímetro de las piezas para matar el filo cortante.

Otra pieza que requiere de una manipulación especial es la cabeza. El doblado de la pieza lo realizaremos fijando el extremo de la varilla de acero inoxidable al tornillo de banco e iremos dándole forma golpeando con el martillo y comparando sobre el dibujo.

Es el momento de emparejar los trozos de varilla con bolas o articulaciones según su función.

⁵⁷ TiN: Nitruro de titanio. Elemento cerámico de extrema dureza.

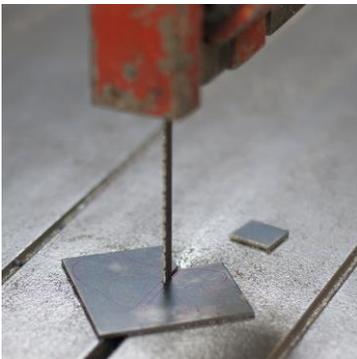
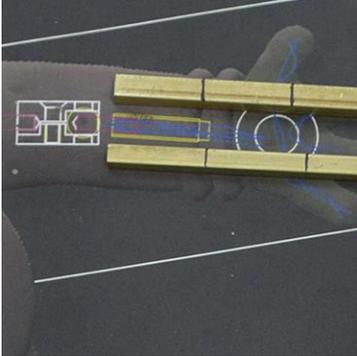


Fig. 79 · Marcas de corte sobre el plano de referencia.

Fig. 80 · Corte de la chapa de 1,5 mm con la sierra de cinta.

Fig. 81 · Moldeando la varilla que conformará la cabeza del personaje.

Notamos que al no disponer de maquinaria de precisión, la profundidad de los taladros ciegos que hemos realizado hasta ahora varía en cierta medida.

Introducimos el extremo de cada varilla según su correspondencia, bien en una bola, bien en una articulación simple. Posicionamos cada ensamblaje sobre el plano y comenzamos a ajustar cada varilla con la lima para metal. Estas piezas están listas para soldar.

3.4.2.5. La soldadura

El tipo de soldadura que empleamos es la utilizada en joyería. La denominada soldadura fuerte de plata nos aporta una unión de alta resistencia.

Nuestras herramientas principales se basan en un soplete de joyero, un ladrillo refractario y un soporte con pinzas para soldar. A esto hay que sumarle el decapante y la soldadura de plata.

Un soplete de calidad nos permitirá regular el flujo de la llama, de más fina a más gorda y de una intensidad mayor a una menor. También nos permitirá un buen direccionamiento de la misma. El combustible que utilizaremos será gas butano.

La función del decapante es la de limpiar las impurezas del material para que agarre la soldadura. La soldadura de plata se sirve en forma de hilo metálico, y se trata de una aleación con un alto porcentaje de plata, de ahí su denominación. Descartaremos el decapante de soldar tuberías o componentes electrónicos, así como el estaño-plata de fontanería y electrónica.

Antes de soldar hay que preparar los materiales:

- Limpiamos las zonas de las piezas que vamos a soldar. Esto lo hacemos limando o lijando las zonas que se van a ver afectadas por la soldadura.
- Presentamos las piezas. Las posicionamos del modo que deben quedar unidas. Como antes avanzaba, un soporte con pinzas metálicas nos será de gran utilidad.

- Mezclamos el decapante en polvo, con agua y detergente tipo Fairy. El detergente hará de aglutinante y obtendremos un compuesto pegajoso y fácil de adherir.

- Aplicamos el decapante en cantidad en las zonas de unión.

Encendemos el soplete, regulamos el tamaño de la llama y la intensidad. Apuntamos a la zona que vamos a soldar e intentamos distribuir el calor homogéneamente en todas las piezas. Las piezas deben alcanzar una temperatura bastante alta. Normalmente cuando cambian al rojo vivo es un buen momento para aportar la soldadura de plata.

- Lo ideal es dar pequeñas pasadas con el hilo como si de una pincelada se tratase. El mismo calor del material, apoyado por el del soplete, derretirá el fundente, y este se distribuirá por toda la zona embadurnada de decapante. Incluso dos caras enfrentadas, por capilaridad quedarán perfectamente soldadas.

- Acabada la soldadura, podemos limpiar la pieza con una lija fina y lana de acero.



Fig. 82 · Secuencia de soldadura de una bola a una varilla.

Fig. 83 · A la derecha, serie de detalles de fabricación de las manos de alambre.

Pero ¿ahora cómo soldamos una bola de acero a una varilla?

Existe un proceso bien extendido del que me veo obligado a hacer mención por su sencillez y que en cierto modo no dista tanto del que acabo de explicar.

En nuestro caso, tomamos la varilla de acero de 3 mm y la fijamos al tornillo de banco. En el extremo, practicamos una hendidura con una lima de sección triangular y procedemos a lijar la zona de soldadura dejándola libre de impurezas.

Con unos alicates cortamos diminutas porciones de soldadura de plata, que introduciremos dentro del agujero de la bola de diámetro 6,35 mm.

Impregnamos la punta de la varilla y el interior de la bola con el decapante.

Introducimos la bola en la varilla y con el martillo la asentamos con unos ligeros golpes.

Prendemos la llama del soplete. Mientras ejercemos presión sobre la bola con el martillo, apuntamos con la llama a esta. Pasados pocos segundos, el interior de la bola alcanza la temperatura adecuada y la soldadura de plata se derrite. Notaremos como cae la bola y la varilla se introduce.

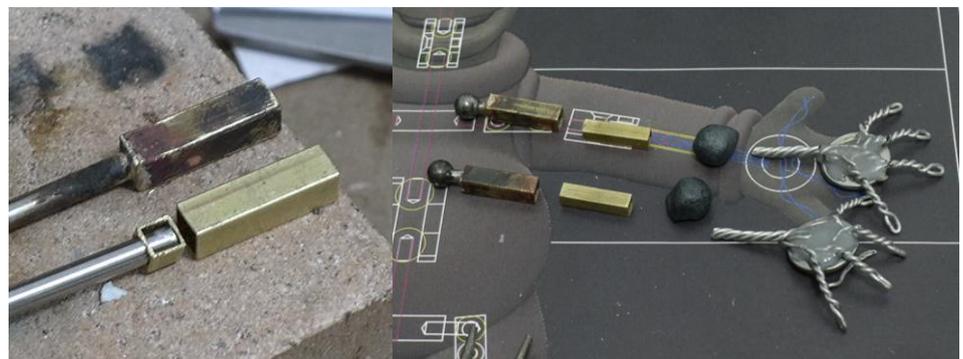
Apartamos la llama. Tomamos con unas pinzas la pieza y la enfriamos en un recipiente con agua.

La bola ha quedado subyugada al vástago.

3.4.2.6. Elementos reemplazables

Hacemos referencia a ellos en el apartado 3.3.2 *Armaduras de articulación esférica*.

Con la experiencia adquirida por el resto del proceso, la elaboración de un armazón para las manos es sencilla y no nos lleva mucho tiempo. Lo armanos según la Fig. 83.



Utilizamos cuadradillo de 4,76 x 0,053 mm, de 3,96 x 0,353 y varilla de acero inoxidable de 3 mm de diámetro. Cortamos las piezas tomando como referencia el plano.

Soldamos las bolas a una varilla de 3mm de diámetro y a su vez la varilla al cuadradillo de latón de 4,76 mm. Aprovechamos otra sección del cuadradillo de 3,96 mm para centrar la varilla en el interior. Soldamos esas piezas.



Fig. 84 · Juego manos de alambre ya ensamblado.



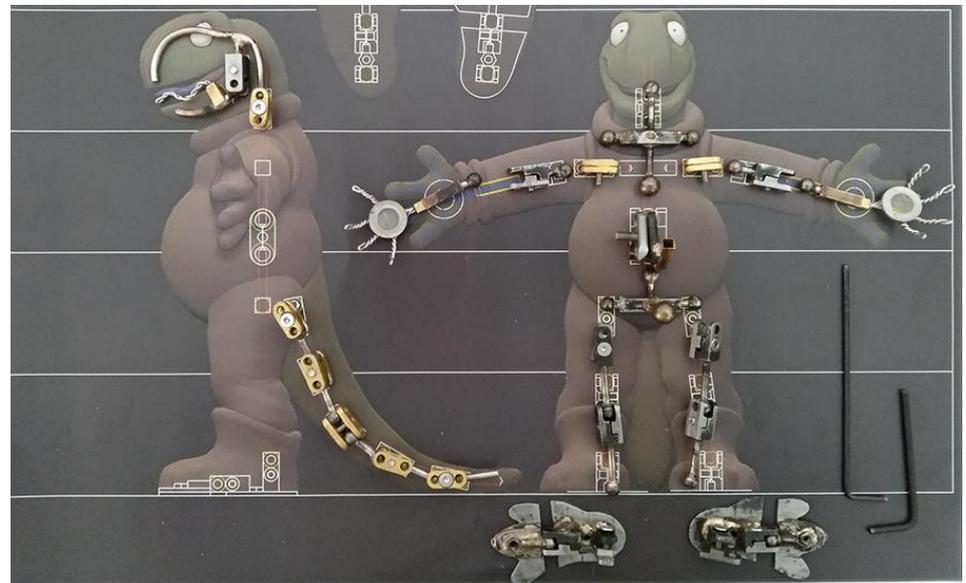
Fig. 85 · Armadura terminada.

Fig. 86 · Derecha, captura del proceso de montaje.

Por otra parte, trenzamos el alambre de aluminio. Adherimos con adhesivo extrafuerte *bicomponente* unas arandelas metálicas a la zona de la palma de las manos. Finalmente, con masilla adhesiva para metal fijamos las manos de alambre en el interior del cuadradillo de 3,96 mm.

3.4.3. Montaje

Con todas las piezas fabricadas y ensambladas por soldadura, doy comienzo al montaje de la *armadura* de articulaciones esféricas. Las únicas herramientas que necesito son dos llaves Allen, una del número 2 y otra del número 2,5.



3.4.4. La animación

Sobre un set de rodaje que consta de una plancha de acero perforada y dos focos de iluminación me dispongo a testear el esqueleto. En el anexo incluyo un enlace donde se pueden ver las pruebas de animación.

4. CONCLUSIONES



Tras el trabajo efectuado entorno a la elaboración de una *armadura* de articulaciones esféricas para animar foto a foto, determino que todos los objetivos principales se han cumplido satisfactoriamente.

En primer lugar, se ha diseñado y fabricado una *armadura* acorde a las necesidades de *producción* que se detallaban en el sub_subepígrafe 3.4.1.3 referente al diseño del personaje.

En segundo lugar, los resultados de las pruebas animadas han resultado favorables. El esqueleto es apto para pasar a la siguiente fase de producción. Esta fase consiste en dar el recubrimiento final a la estructura. Este recubrimiento completa tanto la anatomía como la fisionomía del personaje. Está previsto que esta fase tenga continuidad en el trabajo final del Máster en producción Artística.

Se puede acceder al contenido audiovisual referente a las pruebas de animación de la *armadura*, a través de un enlace facilitado en el apartado de anexos.

Por último es necesario señalar que, una de las pretensiones de este trabajo estuvo desde sus inicios relacionada con la posibilidad de fabricación de estas armaduras articuladas dentro de las instalaciones de nuestra facultad, sin embargo hemos podido comprobar que algunas necesidades en la producción de estos materiales, no pueden llevarse a cabo por falta de herramientas muy especializadas en nuestro centro y hemos tenido que recurrir a instrumentos propios, sin embargo pensamos que para muchas asignaturas que se imparten en cada uno de los planes de estudio de nuestra facultad, sería preciso completar el equipamiento necesario para realizar estas funciones en cada una de nuestras asignaturas comunes.

Agrego además que algunas de las aportaciones que se explican y muestran en este trabajo, pueden servir de material de consulta para pequeñas y tempranas empresas que se sumergen en la producción de animación “stop-motion” y que comienzan una larga carrera en esta especialidad cinematográfica.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BENDAZZI, G. *Cartoons. 110 años de cine de animación*. Madrid: Ocho y Medio, 2003.
- BRIERTON, T. *Stop - Motion Armature Machining. A Construction Manual*. North Carolina: McFarland & Company, Inc., Publishers, 2002.
- Con A de animación*. Valencia: Editorial UPV, 2014, num. 4, ISSN: 2173-6049.
- DÍAZ MAROTO, C. *Ray Harryhausen. El Mago del stop-motion*. Madrid: Calamar Ediciones, 2010.
- DIPUTACIÓ DE VALENCIA. *Stop Motion Don't Stop* [catálogo]. Valencia: Museu Valencià de la Il·lustració i la Modernitat, MuVIM, 2013.
- ENCINAS, A. *Animando lo imposible. Los orígenes de la animación stop-motion (1899-1945)*. Madrid: Diábolo Ediciones, 2017.
- LA CINÉMATHÈQUE QUÉBÉCOISE / MUSÉE DU CINEMA. *Les Dossiers de la Cinematheque*. 10. Georges Méliès. Propos sur les vues animées. Québec: La Cinémathèque Québécoise, 1982.
- LESLIE, E. *Hollywood Flatlands. Animation, Critical Theory and the Avant-garde*. London · New York: 2004.
- MÉLIÈS, G. *Les Vues Cinématographiques. En: Annuaire Général et International de la Photographie*. París: Librairie Plon, 1907.
- MIRALLES, G. *Así se hizo El Enigma del Chico Croqueta. Un corto de Pablo Llorens*. Alicante: Edicions de Ponent, 2004.
- PRIEBE, K.A. *The Advanced Art of Stop-Motion Animation*. Boston: Cengage Learning, 2011.
- PURVES, B. *Stop Motion. Passion, Process and Performance*. Oxford: Focal Press, 2008.
- . *Stop motion*. Barcelona: Blume, 2011.
- SHAW, S. *Stop Motion. Craft skills for model animation*. Oxford: Focal Press, 2004.

TAYLOR, R. *Enciclopedia de Técnicas de Animación*. Barcelona: Editorial Acanto, S.A., 2000.

VIDAL ORTEGA, M. *Contribución de la animación cinematográfica, al desarrollo del trucaje cinematográfico y los efectos especiales en el cine contemporáneo* [tesis doctoral]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2008.

WEBS

BOTHMAN, A. *Aron Bothman*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <aronwithonea.blogspot.com>

FLYNN, J. *Joshua Flynn. Stop motion Animator, Model Maker & Sculptor*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <joshua-flynn.blogspot.com>

FLYNN, N. *Natham Flynn. Stop Motion Animator and Model Maker*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <nathan-flynn.blogspot.com>

IVÁN OROZCO, L. *Stop Motion Works*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <stopmotionworks.com>

LARSON, L. *Larry Larson Art (2003)*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <larrylarsonart.com>

SCULPT-DOUBLE. *Joshua & Nathan Flynn*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <sculpt-double.co.uk>

TAMANDUA. *Tamandua. Estudio de animación*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <tamandua.tv>

THE RAY & DIANA HARRYHAUSEN FOUNDATION. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <rayharryhausen.com>

WHITE, J. *John Wright Modelmaking*. [consulta: 2018-06-27].
Disponible en: <jwmm.co.uk>

VÍDEOS ONLINE

HILLIGOSS, N. StopmoNick. En: *You Tube* [canal]. (2015-12-1) [consulta: 2018-09-27]. Disponible en: <<https://www.youtube.com/user/StopmoNick>>

IVAN OROZCO, L. Drilling Holes in Metal Balls.

En: *You Tube* [vídeo]. 2017-05-08.

[consulta: 2018-09-27]. Disponible en:

<<https://www.youtube.com/watch?v=IXPBfIS4Bw4>>

LARSON, L. How to Make: Professional Stop Motion Puppet. En: *You Tube*

[vídeo]. 2017-09-20. [consulta: 2018-09-27]. Disponible en:

<<https://www.youtube.com/channel/UC4DuxZJdaUDHxP15wjJ4R3A>>

LYNCH, J. Ball and Socket Armature on a budget. En: *You Tube* [vídeo].

2015-05-08. [consulta: 2018-09-27]. Disponible en:

<<https://www.youtube.com/watch?v=-b7kAJiFbdk>>

PUERTAS, E. Stop motion puppet armature building process. En: *You Tube* [vídeo]. Barcelona (ES), 2016-09-08.

[consulta: 2018-09-27]. Disponible en:

<<https://www.youtube.com/watch?v=8hPbiOy-kts&t=7s>>

FILMOGRAFÍA

ANDERSON, W. (dir.) *Fantastic Mr Fox* [película]. UK, FR: Twentieth Century Fox, Indian Paintbrush, Regency Enterprises, 2009.

—. (dir.) *Isle of Dogs* [película]. DE, USA: American Empirical Pictures, Indian Paintbrush, Studio Babelsberg, 2018.

BARTA, J. (dir.) *Krisař* [película]. CZ: *Krátký Film Praha, Studio Jirího Trnky, TV 2000 Film- und Fernsehproduktions, 1896.*

BERTUEL, J. R. (dir.) *Theodore Rex* [película]. USA: J&M Entertainment, New Line Cinema, Shooting Star Entertainment, 1995.

BLACKTON, J. S. (dir.) *The Haunted Hotel* [corto]. USA: Vitagraph Company of America, 1907.

BOCHAROV, V. (dir.) *Belated Premiere* [documental]. RUS: Gosfilmfond Rossiyskoy Federatsii, 2004.

BOX, S.; PARK, N. (dir.) *Wallace & Gromit: The Curse of the Were-Rabbit* [película]. UK, USA: Aardman Animations, DreamWorks Animation, 2005.

BURTON, T. (dir.) *Frankenweenie* [película]. USA: Walt Disney Pictures, Tim Burton Productions, 2012.

CHAFFEY, D. (dir.) *Jason and the Argonauts* [película]. UK, USA: Morningside Productions. 1963.

CHOMÓN, S. (dir) *La Maison ensorcelée* [corto]. FR: Pathé Frères, 1908.

—. (dir) *Hôtel électrique* [corto]. FR: Pathé Frères, 1908.

—. (dir) *La guerra e il sogno de Momi* [corto]. IT: Itala Film, 1917.

CLARK, A. (dir.) *The Execution of Mary, Queen of Scots* [corto]. USA: Edison Manufacturing Company, 1895.

CLOCKEY, A. (crea.) *Gumby Adventures* [serie TV]. USA: Lorimar Telepictures, Clokey Productions, Premavision Inc. 1988-2002.

COHL, É. (dir.) *Les Allumettes animeés* [corto]. FR: Société des Etablissements L. Gaumont, 1908.

—. (dir.) *Les Locataires d'à côté* [corto]. FR: Société des Etablissements L. Gaumont, 1909.

—. (dir.) *Le Tout petit Faust* [corto]. FR: Société des Etablissements L. Gaumont, 1910.

COOPER, M. C.; SCHOEDSACK, E. B. (dir.) *King Kong* [película]. USA: RKO Radio Pictures, 1933.

COSTA, J. M. (dir.) *Doña Ubenza* [corto]. AR: Mariana Carrizo, 2015.

DAVIS, D. (dir.) *Clash of the Titans* [película]. UK, USA: Charles H. Schneer Productions, Peerford Ltd. 1981.

ELLIOT, A. (dir.) *Mary and Max* [película]. AU: Melodrama Pictures, 2009.

JACOBS, M; YOUNG, B. (crea.) *Dinosaurs* [serie TV]. USA: Jim Henson Company, The, Jim Henson Productions, Michael Jacobs Productions, 1991-1994.

LARSON, L. *How to Make Professional Stop Motion Armatures* [DVD-Vídeo]. USA: Lauritz Entertainment LLC, 2012, ©2012, 1 dvd.

LLORENS, P. (dir.) *El enigma del chico croqueta* [corto]. ES: Potens Plastianimation, 2004.

LORD, P; PARK, N. (dir.) *Chicken Run* [película]. UK, USA, FR: Aardman Animations, DreamWorks Animation, Pathé, 2000.

LUDWIG, E. (dir.) *The Black Scorpion* [película]. USA: Amex Productions, Frank Melford-Jack Dietz Productions, 1957.

MAGID, R., SAVENICK, P. (dir.) *RKO Production 601: The Making of 'Kong, the Eighth Wonder of the World* [documental]. USA, NZ: Pellerin Multimedia Inc., Sparkhill Production, Turner Entertainment 2005.

MELBOURNE-COOPER, A. (dir.) *Animated Matches Playing Volleyball* [corto]. UK, 1899.

—. (dir.) *Animated Matches Playing Cricket* [corto]. UK, 1899.

—. (dir.) *Matches: An Appeal* [corto]. UK, 1899.

—. (dir.) *Dreams of Toyland* [corto]. UK: Alpha Trading Company, 1908.

MÉLIÈS, G. (dir.) *Le Voyage dans la Lune* [película]. FR: Star Film Company, 1902.

MONLEÓN, S. (dir.) *El Último Truco; Emilio Ruiz del Río* [documental]. España: Aiete-Ariane Films, 2008.

O'BRIEN, W. (dir.) *The Dinosaur and the Missing Link: A Prehistoric Tragedy* [película]. USA: Conquest Pictures, 1915.

OGAWA, I. (dir.) *Wanna Be Your Friend* [corto]. JP: 2015.

PARK, N. (dir.) *The Early Man* [película]. USA, UK, FR: Aardman Animations, Amazon Prime Video, BFI's Film Found, 2018.

PÉREZ, P. (dir.) *Història d'Este* [corto]. ES: Mifilm, El Hombre Sentato Animación, 2012.

RAIMI, S. (dir.) *Evil Dead 2* [película]. USA: De Laurentiis Entertainment Group (DEG), Renaissance Pictures, 1987.

RIBEIRO, J. M. (dir.) *Dodu, o rapaz de cartão* [corto]. PT: 2010.

- RIOBÓO, C. (dir.) *Made in Spain* [corto]. ES: Los Animantes Films 2016.
- SAM (dir.) *Pos eso* [corto]. ES: Basque Films, Conflictivos Productions, 2014.
- SCHOEDSACK, E. B. (dir.) *Mighty Joe Young* [película]. USA: Argosy Pictures, 1949.
- SELICK, H. (dir.) *The Nightmare Before Christmas* [película]. USA: Touchstone Pictures, Skellington Productions Inc., Tim Burton Productions, 1993.
- . (dir.) *Coraline* [película]. USA: Focus Features, Laika Entertainment, Pandemonium, 2009.
- STARÉVICH, V. (dir.) *L'Horloge magique* [corto]. FR: Les Films Louis Nalpas, 1928.
- . (dir.) *Fétiche mascott* [corto]. FR: Gelma-Films, Vladislav Staréwitch Production, 1933.
- . (dir.) *Le Roman de Renard* [película]. FR: Vladislav Starévich Production, 1937.
- SPIELBERG, S. (dir.) *Jurassic Park* [película]. USA: Universal Pictures, Amblin Entertainment, 1996.
- SVANKMAJER, J. (dir.) *Hmyz* [película]. CZE, SVK: Athanor, Česká Televize, PubRes, 2018.
- TOSTADO, J. (crea.) *Clay Kids* [serie TV]. ES: Clay Animation, Clay Angels, Televisión Española (TVE), 2013-2015.
- TOURNIER, W. (dir.) *Alto el juego* [corto]. UY: Tournier Animation, 2016.
- KNIGHT, T. (dir.) *Kubo and the Two Strings* [película]. USA: Focus Features, Laika Entertainment, 2016.
- TRNKA, J. (dir.) *Sen noci svatojanske* [película]. CZ: Studio Kresleného a Loutkového Filmu, 1959.
- ZIEHM, H. (dir.) *Flesh Gordon Meets the Cosmic Cheerleaders* [película]. CA: Filmvest International, 1990.

6. ÍNDICE DE IMÁGENES

Fig. 1 · Cartel de <i>King Kong</i> (1933).....	5
Fig. 2 · Cartel de <i>Clash of the Titans</i> (1981).	5
Fig. 3 · Cartel de <i>Coraline</i> (1995).....	5
Fig. 4 · Primer plano de uno de los muñecos que se hicieron para rodar <i>King Kong</i> (1933).....	9
Fig. 5 · Foto promocional de <i>King Kong</i> (1933) a modo de foto fija, emulando uno de los fotogramas más reconocibles del filme.	9
Fig. 6 · Alfred Clark (1873 - 1950).	10
Fig. 7 · Fotograma de <i>The Execution of Mary, Queen of Scots</i> (1895).....	10
Fig. 8 · Georges Méliès.....	10
Fig. 9 · Detalle de un fotograma de <i>Le Voyage dans la Lune</i> (1902).....	10
Fig. 10 · Arthur Melbourne-Cooper (1874 - 1961).....	11
Fig. 11 · Fotograma de <i>Animated Matches Playing Volleyball</i> , 1899).....	11
Fig. 12 · A la derecha, Fotograma de <i>Dreams of Toyland</i> (1908).	11
Fig. 13 · De izda. a dcha. William T. Rock (1853 - 1916), James Stuart Blackton (1875 - 1941) y Albert Edward Simth (1875 - 1958), cofundadores de la Vitagraph Company of America en 1897.....	11
Fig. 14 · Fotograma de <i>The Haunted Hotel</i> , (1907).....	11
Fig. 15 · Émile Cohl (1857 - 1938).	12
Fig. 16 · A la derecha, <i>fotograma de Le Tout petit Faust</i> , (1910).	12
Fig. 17 · Segundo de Chomón	12
Fig. 18 · Fotograma de <i>La Maison ennsorcelée</i> (1908).	12
Fig. 19 · Fotograma de <i>La guerra e il sogno de Momi</i> (1917).....	12
Fig. 20 · Alexander Shieryaev.....	13
Fig. 21 · Fotograma de uno de los cortometrajes de Shieryaev.	13
Fig. 22 · Vladislav Starévich.....	13
Fig. 23 · Una <i>armadura</i> de Starévich.	13
Fig. 24 · Willis O'Brien (1886 - 1962).	14
Fig. 25 · A la derecha, vista anterior y posterior de una de las <i>armaduras</i> de <i>King Kong</i> (1933) actualmente propiedad de Peter Jackson.....	14
Fig. 26 · Ray Harryhausen	15
Fig. 27 · Fotograma de <i>Jason and the Argonauts</i> (1960). Secuencia a cargo de Harryhausen donde Jasón se enfrenta a la Hidra de Lerna, guardiana del Velloccino de Oro en la película.	15
Fig. 28 · Jiří Trnka (1912 -1969).....	15
Fig. 29 · Jiří Barta (1948).	15
Fig. 30 · Jan Svankmajer (1934).	15
Fig. 31 · Phil Tippett	16
Fig. 32 · <i>Frame</i> correspondiente a las pruebas realizadas por Phil Tippett para <i>Jurassic Park</i> (1996).	16

Fig. 33 · De izda. a dcha. Pablo Llorens, Javier Tostado y Sam.	16
Fig. 34 · Cartel de la exposición <i>Stop motion don't stop</i> (2013).	16
Fig. 35 · Vestigios del tipo "ball and socket joint" de Willis O'Brien y su asistente Pete Peterson para la película <i>The Black Scorpion</i> (<i>El escorpión negro</i> , 1957).	17
Fig. 36 · Dos detalles que ejemplifican el modelo "ball and socket joint". La de la izquierda, perteneciente a <i>King Kong</i> (1933) y la de la derecha a <i>Jason and the Argonauts</i> (1960).	17
Fig. 37 · Hijo de la Hidra expuesto en la Valence House Museum en el pueblo londinense Dagenham (10-03-2018 al 30-06-2018).	17
Fig. 38 · Larry Larson.	18
Fig. 39 · <i>Evil Dead 2</i> (1987).	18
Fig. 40 · Lionel Ivan Orozco.	19
Fig. 41 · Jason Lynch.	19
Fig. 42 · Edu Puertas.	19
Fig. 43 · <i>Armaduras</i> comercializadas por algunas de las empresas mencionadas.	20
Fig. 44 · En la galería de trabajos de la John Wright Modelmaking, encontramos esta fotografía del gallo Rocky de <i>Chicken Run</i> (2000).	20
Fig. 45 · <i>Armadura</i> de alambre de Animation Supplies.	21
Fig. 46 · Personaje con <i>armadura</i> de alambre en proceso de construcción a cargo de Sam para <i>Rutina</i> , el próximo corto de Conflictivos Productions.	21
Fig. 47 · <i>Bend-D's Armature Kit</i> es una <i>armadura</i> impresa en PLA por medio del proceso de modelado por deposición fundida (MDF). Distribuida por <stopmotionstore.com>	21
Fig. 48 · <i>Armadura</i> de articulaciones esféricas impresas en 3D mediante el proceso MDF por Aron Bothman.	22
Fig. 49 · Conjunto "ball and socket" con piezas impresas en <i>alumide</i> por Aron Bothman.	22
Fig. 50 · <i>Armadura</i> de resina acetálica de Luis Liendo.	22
Fig. 51 · Arriba a la derecha, articulación esférica doble (dos bolas) y simple (una bola).	22
Fig. 52 · Fotograma de la película <i>Theodore Rex</i> (<i>Dino Rex</i> , 1995).	23
Fig. 53 · Earl Sinclair y Baby Sinclair del serial televisivo <i>Dinosaurs</i> (<i>Dinosaurios</i> 1991-1994).	23
Fig. 54 · Bocetos propios para el diseño del personaje.	23
Fig. 55 · Detalle de dibujo de <i>armadura</i> para <i>El enigma del chico croqueta</i> (2004), muy probablemente dibujado por Sam.	24
Fig. 56 · Detalle de <i>armadura</i> para el Enigma del chico croqueta, elaborada por Pablo Pellicer.	24
Fig. 57 · Detalle de la <i>armadura</i> de Larry Larson.	24
Fig. 58 · Detalle de una de las <i>armaduras</i> de <i>King Kong</i> (1933), propiedad de Peter Jackson.	24

Fig. 59 · Arriba a la derecha, vista lateral y frontal del diseño básico del personaje, modelado en Zbrush.	24
Fig. 60 · Arriba, aproximación al esqueleto sobre papel.	25
Fig. 61 · El papel vegetal se convierte en nuestro aliado para dibujar cómodamente tomando el dibujo impreso como referencia.	25
Fig. 62 · Plano técnico de conjunto. Vistas lateral y frontal. Realizado en Autocad.	26
Fig. 63 · Barra A y B en el tornillo de banco del taladro de columna.	27
Fig. 64 · Uno de los extremos de las barras A y B perforados con broca de 2,5mm.	27
Fig. 65 · Roscado de la barra B.	27
Fig. 66 · Barra A avellanada y barra B roscada.	27
Fig. 67 · Derecha, plano de fabricación.	27
Fig. 68 · Marcado de las barras usando el plano de fabricación como plantilla.	28
Fig. 69 · Plantilla para marcar los taladros y referencias de corte.	28
Fig. 70 · Derecha, plano de fabricación.	28
Fig. 71 · Plano técnico de la articulación esférica simple.	29
Fig. 72 · Articulación esférica simple.	29
Fig. 73 · Mecanizado de articulación esférica simple.	29
Fig. 74 · Secuencia de fabricación de una articulación esférica simple.	29
Fig. 75 · Plano técnico de la articulación esférica doble.	30
Fig. 76 · Secuencia de fabricación de una articulación esférica doble.	30
Fig. 77 · Plano técnico de una bola de acero inoxidable de 6,35 mm de diámetro.	31
Fig. 78 · Secuencia de mecanizado de una bola de acero inoxidable.	31
Fig. 79 · Marcas de corte sobre el plano de referencia.	32
Fig. 80 · Corte de la chapa de 1,5 mm con la sierra de cinta.	32
Fig. 81 · Moldeando la varilla que conformará la cabeza del personaje.	32
Fig. 82 · Secuencia de soldadura de una bola a una varilla.	33
Fig. 83 · A la derecha, serie de detalles de fabricación de las manos de alambre.	33
Fig. 84 · Juego manos de alambre ya ensamblado.	34
Fig. 85 · <i>Armadura</i> terminada.	34
Fig. 86 · Derecha, captura del proceso de montaje.	34

7. ANEXOS

7.1. LISTADO DE MATERIALES; HERRAMIENTA Y MAQUINARIA

MATERIALES	ARMATURE TFG		
REFERENCIA en mm	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Perfil cuad. acero est. (7X7X1000)	0,018	3,95	0,0711
Perfil cuad. Acero (6x6x1000)	0,018		
Pletina acero 10x4x1000	1	1,95	1,95
Varilla inox Ø 3	0,25	3,7	0,925
Varilla acero Ø 3	0	2	0
Pletina latón (7x2,5x1000)	0,018	4,95	0,0891
Tubo cuad. Latón 3,96x0,353 I305	0,25	5,5	1,375
Tubo cuad. Latón 4,76x0,353 I305	0,25	5,5	1,375
Bolas inox AISI 316L Ø6.35	14	0,075	1,05
Bolas inox AISI 316L Ø9	2	0,25	0,5
Chapa de acero. Espesor: 0,5	1	0,25	0,25
Alambre de aluminio 1mm 175m	0,00571429	12,99	0,074228571
Tornillos inox DIN7991 M3x10.	14	0,023466	0,328524
Llave allen larga bola num. 2	1	0,646875	0,646875
Tornillo DIN7991 M4x16	1	0,15	0,15
Tuerca plana DIN439 M3	4	0,1	0,4
Llave allen larga bola num. 2,5	1	0,646875	0,646875
Soldadura de plata al 55% Ø0,5	0	0,75	0
Soldadura de plata al 55% Ø0,7	1	1,02	1,02
Fundente HT5 Flux.	0,01	20,8422	0,208422
Lavavajillas tipo Fairy (1 litro)	0,001	3,0287	0,0030287
Bombona de gas butano	0,01	15	0,15
Aceite de corte.	0,01	9,95	0,0995
		TOTAL	11,31265327
IVA 21%		0,21	13,68831046

En verde las disponibles en el Laboratorio de Soldadura y Construcción del Departamento de Escultura. Las incluyo por su baja disponibilidad en temporada de alta afluencia de alumnado. En amarillo, herramientas opcionales de compra.

HERRAMIENTA Y MAQUINARIA	ARMATURE TFG			
	REFERENCIA en mm	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Taladro columna (con tornillo) UPV	0	0	0	0
Sierra de cinta UPV	0	0	0	0
Brocas HSS-Co (acero rápido de Cobalto) recubrimiento en la punta de TIN Ø3	1	1,896		1,896
Estuche juego 19 brocas HSS-R desde Ø10 a Ø1	1	9,9		9,9
Estuche brocas y machos de roscar con portamachos M12 a M3	1	37,71		37,71
Lapiz trazador de vidia	1	6,5		6,5
Punzón de centrar	2	1,85		3,7
Arco de sierra para metal	0	7,95		0
Hojas arco de sierra para metal	0	1,91575		0
Alicate universal	0	1,95		0
Alicate de corte	0	1,95		0
Martillo	0	5,85		0
Lima plana grande para metal	0	8,8		0
Juego de limas pequeñas metal	1	3,75		3,75
Hoja lija de agua grano 280	1	0,45		0,45
Hoja lija metal grano 320	1	0,4		0,4
Escuadra reglada metálica	1	3,95		3,95
Kit completo soplete ORCA joyería*	1	94,3		94,3
Soporte con pinzas para soldar	1	23,9		23,9
Ladrillo refractario	1	0,79		0,79
Pinza de soldar	1	1,9		1,9
Gafas de seguridad	1	3,45		3,45
Mini extintor	0	19,95		0
Rotulador permanente negro 3 mm	1	3,99		3,99
		TOTAL		192,596
IVA 21%		0,21		233,04116
OPCIONALES DE COMPRA				
Broca de central (opcional)	0	5,8381		0
Arco de segueta para joyería	0	12		0
Pelos de segueta para joyería	0	0,5		0
Astillera de joyería	0	7		0

*El Kit incluye el soplete Orca, 3 boquillas de diferentes tamaños y regulador doméstico con manguera.

7.2. RESULTADOS

7.2.1. ENLACE AL VIDEO: PRUEBA DE LA ARMADURA

<https://vimeo.com/259395099>

7.3. ENLACES DE INTERÉS INDUSTRIAL

Detalle en cada enlace el interés específico por el cual incluyo esa tienda. En la medida de lo posible, es conveniente realizar una visita a las mismas.

SUMINISTROS PROFESIONALES

JOYERÍA

VALENCIA

<http://www.sumesrivero.com/> (herramientas).

<http://madenjo.com/> (soldadura de plata; herramientas).

<http://www.vicentelluchllumor.com/> (soldadura de plata; herramientas, maquinaria).

SUMINISTROS INDUSTRIALES Y FERRETERÍA

BARCELONA

<http://www.luisapariciosl.com/es> (bolas metálicas).

<http://www.lumetalplastic.com/> (almacén de metales)

MADRID

<https://ferreteriadelolmo.es/> (almacén de metales)

VALENCIA

<http://www.alsimet.es/> (almacén de metales)

<https://www.suministrostefesa.com/> (brocas).

<https://www.sija.es/> (suministros generales; tornillería).

<https://www.ferreteriadols.com/> (suministros generales).

MODELISMO

ALICANTE

<http://www.greenstuffworld.com/es/> (micro bolas y micro tornillería)

VALENCIA

<https://www.maquetascasagimenez.com/> (bolas y perfilería metálica)

<https://craftmodel.com/> (perfilería metálica y micro tornillería)

<http://www.modelismolara.com/> (perfilería metálica)