



UNIVERSIDAD DE CHILE

Proyecto de Título: Concepto de base de juguetes articulados diseñados como productos fabricables mediante impresión 3D

Autor: Diego Sepúlveda Rebolledo

**Memoria para optar al título
universitario de Diseño mención
industria y servicio**

**Profesor Guía: Pablo Domínguez
González**

Santiago 2023

Agradecimientos:

A mi familia

Por su apoyo incondicional, y su preocupación por mi cuando sentía que ya no servía y mis ideas no tenían lugar alguno, si no fuera por su intervención probablemente no habría llegado hasta donde estoy. Son los primeros a quienes muestro mis avances, y su asombro y sonrisas hacen que todo valga la pena.

A mi profesor guía

El Profesor Pablo Domínguez por su paciencia y por no abandonarme cuando yo si abandonaba mis labores estudiantiles, por su apoyo constante y por su vasto conocimiento que me dio una base sobre la cual avanzar a cada paso de este proyecto. Siempre que me encontraba perdido solo bastaba una conversación y podía encontrar mi norte nuevamente.

A la amiga que hice en la carrera

Aún si los lazos que mantuvimos ya no existen, lo cierto es que, de no ser por su apoyo emocional, su preocupación y su responsabilidad no habría pasado más allá de primer año. Fue un ejemplo a seguir y gracias a ella no tuve que caminar solo por todo este trayecto.

A los amigos de siempre

Por estar ahí en mis peores momentos, nunca fallaron en alegrarme y hacerme sentir acompañado y querido. Con sus reacciones ante mi proyecto cada vez me sentí más seguro de que lo que estaba haciendo tenía lugar.

A mi psicóloga

Sin su ayuda quizá nunca habría logrado salir del hoyo en el que estaba, sus consejos y su comprensión fueron lo que necesitaba para encontrarme a mi mismo y lo que quiero en mi vida.

A Kamen Rider

Por darme la fuerza para seguir adelante cada día.

Índice

Abstract, Palabras clave, Introducción.	-	Página 3
Importancia del Proyecto	-	Página 5
Metodología	-	Página 6
Objetivos, Limites y Alcance.	-	Página 7
Marco Teórico	-	Página 8
Estado del Arte	-	Página 18
Oportunidades de Diseño	-	Página 35
Bases de Diseño	-	Página 36
Proceso: Articulación y Jugete para Impresora 3D	-	Página 37
Análisis articulaciones empleadas	-	Página 78
Conclusiones	-	Página 82
Proyecciones futuras	-	Página 83
Referencias	-	Página 86

Abstract

Se realizó el proceso de fabricación de una figura de acción articulada utilizando enteramente como medio de producción la impresión 3D para mostrar una alternativa posible de cómo se podría innovar en tanto el mercado de la impresión 3D como en el de las figuras de acción. Se realizaron estudios de mercado de figuras de marcas conocidas además de proyectos de figuras en impresoras en 3D ya disponibles, se determinó que la mayoría de las figuras actuales buscan ser extensiones de propiedades intelectuales y por ende medios de promoción más que otra cosa en el caso de las grandes manufactureras, en el caso de los proyectos de impresión 3D estos siguen la tendencia de seguir propiedades populares o en otro caso no van más allá de ser un proyecto donde rige la función sin demasiada forma. Posteriormente se diseñaron articulaciones que no necesitaran ser unidas a la figura por medio de presión, siendo estas insertadas en medio de la impresión, quedando así cubiertas y siendo imposibles de zafar. Se realizó un esqueleto de figura que demostró la capacidad de poses y rango de movimientos posibles utilizando la combinación de la articulación y su inserción en medio del proceso. Comprobando ya el funcionamiento de la figura se hizo una figura con una estética definida, personalidad y narrativa como evidencia del potencial del medio de la impresión 3D en el mercado de las figuras articuladas. Finalmente se hizo un análisis de las articulaciones y piezas utilizadas, como estas se desempeñaron en sus funciones y si estas son viables para seguir iterando o si debiesen ser reformuladas.

Palabras clave: Impresión 3D, Juguetes, Figuras de acción, Articulaciones, métodos de producción.

Introducción

El día de hoy se puede visitar cualquier sección de juguetería en grandes tiendas y encontrar un escenario similar, la gran mayoría de los juguetes disponibles corresponden a grandes marcas establecidas, marcas que muy probablemente no fueron ideadas para ser juguetes si no que fueron adaptadas, más aún si se visitan secciones con juguetes diseñados para un público masculino principalmente. Este tipo de juguete no es nada realmente nuevo, el adaptar una propiedad intelectual a un juguete ha traído éxitos rotundos como lo fueron los primeros juguetes coleccionables de Star Wars (Días 2021). Esto sigue siendo sumamente rentable para las compañías de juguetes, aliarse con estas propiedades como lo son las grandes productoras de películas como Marvel y DC o incluso la ya mencionada Star Wars que sigue siendo vigente más de 40 años después de su lanzamiento, es un movimiento seguro y rentable por lo que no es una sorpresa. Pero ¿Es esto lo único que existe en jugueterías? Por supuesto que no, Marcas como Barbie y Transformers siguen siendo ejemplos de propiedades ideadas como juguetes primero, pero mientras uno se mantiene fiel a sus raíces, otro ha cambiado bastante a través de los años, al menos en términos de su diseño.

Los juguetes altamente articulados y con mecanismos complejos son una rareza en grandes tiendas, por lo que no son algo fácilmente accesible a los consumidores más comunes: Padres y niños. Juguetes que antes eran insignia de esta categoría se han simplificado significativamente (Transformers) o en el peor de los casos han desaparecido por completo (Bionicle). El nuevo público objetivo para este tipo de juguetes parece ser fans dedicados y coleccionistas, ambos con un rango

etario y capacidad de gasto mayor, esto se ve reflejado en la rareza de conceptos originales en este tipo de juguetes, puesto que esta predominado casi exclusivamente por las ya mencionadas adaptaciones de propiedades intelectuales populares.

El paisaje de los juguetes no siempre fue así, y tampoco es que el panorama actual sea todo lo que se puede esperar, pues existe una avenida que recién empieza a ser explorada, la impresión 3D. Demostrando un crecimiento considerable en los últimos años, crecimiento que se proyecta a ser aún mayor en los años que vendrán entre un 18 y 27% anualmente con un estimado valor de 13.8 billones de dólares en 2021 (Errera 2022), la impresión 3D ya es una materia que se discute integrar en distintas industrias como la aeronáutica, la automotriz y la de la salud (Errera 2022), en el caso de la industria de los juguetes, compañías como Mattel y Hasbro ya están dando los primeros pasos para poder integrar esta nueva tecnología a su repertorio, incitando a que se experimente con sus propiedades en este medio (Ye 2020).

La impresión 3D ciertamente trae un futuro interesante y si es que no prometedor a las jugueteras establecidas, pero también brinda una oportunidad, la liberación de la producción tradicional dictaminada por las mismas, puesto que las impresoras 3d cada año se vuelven una vista menos extraña en los hogares, esto en conjunto con la facilidad de uso que tienen los modelos más recientes y la amplia galería de modelos gratuitos disponibles en páginas como Sketchfab vuelven a la impresión 3D algo atractivo para todo tipo de gente, no solo para aquellos ya inmersos en este mundo.

Es con esta idea en mente que surge este proyecto, la posibilidad de traer de vuelta juguetes con conceptos originales, articulaciones variadas y precios accesibles de vuelta a las manos de todo tipo de consumidores tanto niños como adultos a través de la impresión 3D y un diseño que destaque estas cualidades y a la vez incite a que el proceso de impresión y armado también sea una experiencia disfrutable.

Importancia del proyecto

Este proyecto busca presentar de manera concreta la impresión 3D como medio de fabricación y distribución de juguetes, además de entregar una posible base para el futuro de los diseños de juguetes, no solo del tipo figura de acción, mostrando alternativas de articulación y fabricación previamente poco exploradas desde el ámbito de producción profesional.

En conjunto con lo previamente expuesto, este proyecto además de la exploración de nuevas avenidas de fabricación busca promover los juguetes como medio de expresión de ideas para los diseñadores, alejándolos (al menos en este nuevo medio) de su estado actual, siendo vehículos de promoción para diversas propiedades intelectuales.

Finalmente, este proyecto busca aportar al conocimiento general acerca de la fabricación de juguetes en impresión 3D y en general, puesto que la mayor parte del conocimiento que existe sobre juguetes en impresión 3D es anecdótico y basado en proyectos personales que no buscan crear productos o crean productos sumamente personalizados e individuales.

Metodología

Tarea	Metodología
Marco Teórico	<ul style="list-style-type: none">-Investigación referencial de artículos científicos-Investigación de libros-Investigación referencial web
Contexto/Usuario	<ul style="list-style-type: none">-Observación y análisis etnográfico-Investigación de libros-Investigación referencial web-Análisis Influencers.
Estado del arte	<ul style="list-style-type: none">-Investigación en campo-Investigación web-Observación de tendencias en consumidores e Influencers.

Objetivo General

-Realizar un Esqueleto que sirva de base de diseño para la creación y producción de juguetes articulados mediante impresión 3D

Objetivos específicos

-Estudiar las características que definen a una figura de acción y posteriormente la importancia que tienen estas para quienes las consumen para definir variables que den las directrices de la propuesta de diseño

-Analizar de manera teórica los tipos de articulaciones más comunes en figuras articuladas para tener una base sobre la cual compartir conocimiento a la comunidad interesada en el tema.

- Contextualizar como es que se consumen las figuras articuladas hoy en día y por qué medios estos se distribuyen para proporcionar criterios que dirijan el proyecto de diseño.

-Realizar un proceso iterativo de diseño para generar una articulación que se acomode y complemente el proceso productivo de la impresión 3D.

-Realizar un estudio de viabilidad productiva y funcional de las distintas articulaciones y piezas propuestas en el proyecto.

-Proponer un figura articulada con estética propia que utilice el método productivo de la impresión 3D como ejemplo de aplicación de la metodología propuesta.

Límites y Alcance

La limitación principal para este proyecto reside en la capacidad de conseguir diversos tipos de impresoras 3D y los materiales disponibles y fácilmente accesibles para cada una, puesto que dejando de lado las de deposición fusionada, el resto se vuelve incrementalmente más difícil de encontrar, esto no es una limitación definitiva sin embargo, es muy posible que en el futuro se pueda realizar versiones del proyecto en todo tipo de impresoras, más aún si se diseñan piezas que funcionen bien con todos los tipos de impresoras.

El proyecto busca mostrar la posibilidad y potencial de una línea de juguetes realizables en impresora 3D, sin embargo, el diseñar una línea completa tomaría mucho más tiempo de lo que se dispone, por lo que el resultado final deberá mostrar el potencial una de línea de juguetes articulados por si mismo.

MARCO TEÓRICO

-El juego:

El juego como concepto es siempre objeto de debate debido a su definición sumamente variable dependiendo de la disciplina a la que se pregunte. En términos superficiales y en lo que a diseño puede importar, el juego es la actividad que se realiza con los juguetes, entendiendo que el acercamiento del diseño al juego es por medio del juguete como objeto vinculante entre la actividad de juego y el usuario. Para entender la importancia del juego y dar una definición más profunda de este es necesario hablar de las definiciones presentadas por otras disciplinas, específicamente aquella especializada en el significado del juego: La semiótica.

Lotman (2011) presenta al juego como una realización de un comportamiento “de juego”, diferente de comportamientos prácticos o de tipo cognitivo. El comportamiento “de juego”, según Lotman (2011) es la realización simultánea de comportamientos prácticos y convencionales (referido a la convención o convencimiento). El jugador debe recordar que participa de una situación no real y a la vez tratar de ignorar este hecho. Lotman usa el ejemplo de un niño jugando con un tigre de peluche, este debe tener en cuenta que el tigre no es real y no le hará daño, sin embargo, también debe imaginar y pretender que lo es para efectos del juego.

Básicamente se habla de un movimiento constante de significación y re-significación donde ambas realidades (cotidiana y de juego) se mantienen presentes de manera constante, pero con sus valores en la actividad disminuyendo y aumentando según como el juego mismo avance.

Thiabult (2016) habla acerca del dominio semiótico del juego, refiriéndose a este como un sistema alternativo de interpretaciones de la realidad. Significantes de la vida real adquieren nuevos significados si son acercados y vistos como pertenecientes al dominio semiótico del juego.

La importancia del juego proviene de su capacidad de ser un ambiente de prueba infinito en el que se pueden trazar posibilidades interminables basadas en el mundo real. Es una simulación, un mundo ficticio que toma elementos del mundo real para explorarlos de manera libre y segura generando así aprendizaje, descubrimiento de habilidades, socialización, entre otros beneficios para los niños.

-Diseño de juguetes:

Debido a que el término juguete puede hacer alusión a cualquier objeto que permita el juego. Para efectos de esta investigación se utilizará la definición referida a *toy product* es decir un objeto cuya función es el juego y como es propio de la disciplina del diseño industrial, busca su producción de manera masificada (Kudrowitz y Wallace 2010). También se habla de *juguetes diseñados* como el término para diferenciar un juguete que fue ideado para ello con un juguete improvisado como lo pueden ser diversos objetos usados fuera de su contexto de uso (Heljakka 2018).

Ambas definiciones mencionadas son parte de una metodología de diseño de juguetes que se procederá a desarrollar en más detalle.

Una de las más referenciadas en diversos artículos referentes al juego y juguetes tiende a ser la presentada por Kudrowitz y Wallace (2010) en su “*Play Pyramid*”, una herramienta gráfica en forma de pirámide de base triangular que en cada una de sus puntas representa un tipo de valor de juego, siendo estos cuatro tipos: Sensorial, Fantasía, Construcción y Desafío. Estos se caracterizan por ser altamente universales para todo tipo de juguetes y sin embargo tener distinciones claras entre cada uno para poder ubicar juguetes entre las distintas puntas, representando fuertemente una de estas o una combinación de dos o más. (Figura 1)

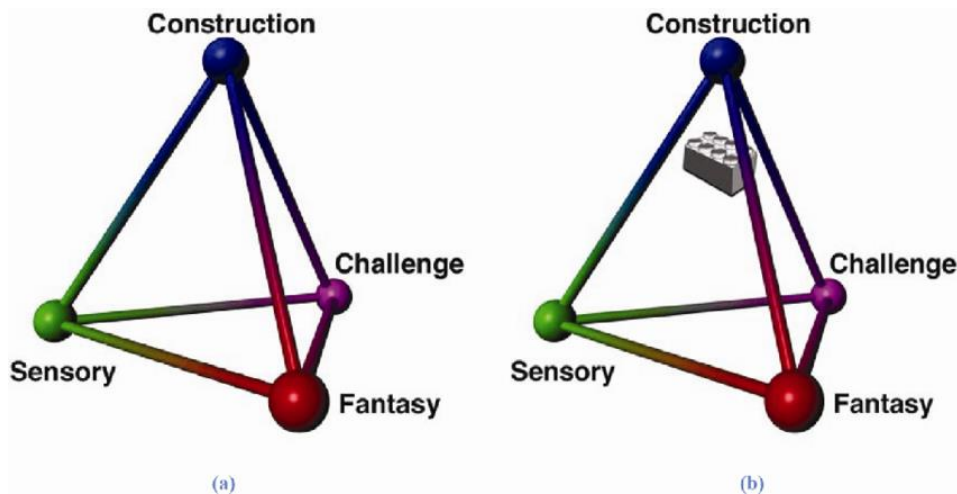


Figura 1.1 Gráfica de la pirámide del juego, vacía y como ejemplo la ubicación de LEGO® en esta herramienta. Kudrowitz y Wallace, 2010, The play pyramid: A play classification and ideation tool for toy design, rescatado de: https://www.researchgate.net/publication/228968578_The_play_pyramid_A_play_classification_and_ideation_tool_for_toy_design

Otra herramienta entregada por Kudrowitz y Wallace (2010) es “*The sliding scale of play*” cuya función principal es la conceptualización del diseño de los juguetes, esta herramienta está dirigida principalmente al proceso de ideación del diseño de juguetes puesto que de manera intrínseca ninguno de los conceptos en las escalas entrega valor al juguete. Puesto que los conceptos que presenta: El grado de interacción, participación social, nivel de restricción, juego mental o físico y el género, no son representativos del fin u objetivo del juguete, solo sus características.

Una herramienta más actual es la entregada por Katriina Heljakka (2018) en “Toy design universals for the 21st century: Designing play value in toys for children, adults, and transgenerational players” siendo esta la titular “Toy design universals in evaluating a toy design” una tabla que hace considerar al diseñador:

-Las dimensiones de experiencia del juguete (física, funcional, ficticia y afectiva).

- ¿A qué clase de juego corresponde el juguete? (Objetual, pretensión, físico), ¿Para quién está diseñado? (Edad).

-Dimensiones de la experiencia de juego: Wow (primer encuentro), Flow (estado mental del juego), Doble wow (sensación de sorpresa), Glow (significación).

- Como el juguete indica su valor de juego? Objetivamente: durabilidad, potencial educacional, ergonomía, edad apropiada y seguridad. Subjetivamente: Estética, simplicidad, versatilidad, diversión, placer, sustentabilidad.

-Como evaluar el diseño de juguete: pruebas con el diseño mismo o pruebas de interacción con el(los) jugadores.

Se puede inferir por medio de estas metodologías que el componente más importante del diseño de juguetes no es el juguete en sí, más bien este es un nexo o medio por el cual se desarrolla el juego, siendo este siempre el objetivo de todo el proceso, esto no es para quitarle importancia al juguete, lejos de eso, un juguete que no evoca su juego o que va en contra del juego diseñado corre el riesgo de arruinar la experiencia entera, a modo de metáfora, se podría explicar de manera que el juego es el viaje, una actividad que se quiere realizar, y el juguete es el vehículo por el cual se realizará dicho viaje, siendo parte de este desde inicio a fin y siendo la razón por la que se pudo realizar este viaje en primer lugar.

-La figura de acción:

Según la clasificación de la “Toy Industry Association” en 2013, las figuras de acción pertenecerían a la categoría de juego imaginativo en cuanto a su modo de juego, en conjunto con muñecas marionetas, títeres y otro tipo de juguetes donde su función es que el niño pretenda y utilice su imaginación con estos.

Como producto en sí, las figuras de acción son su propia categoría. Definida con la inclusión de figuras licenciadas y temáticas que tienen su patrón de juego basado en la acción. También incluye ropa, vehículos, herramientas, armas o sets que se utilicen con la figura.

Comparten categoría con los juguetes designados como de “Juego de roles” que sin incluir disfraces como tales engloba accesorios con temática de acción o genérica.

Además, en el manual de la “Toy Industry Association” incluye la categoría de “Juguetes de Batalla”, categoría que podría a primera vista considerarse para las figuras de acción, sin embargo, en esta se hace una distinción importante, en el hecho de que en esta categoría los juguetes no tienen una “figura de cuerpo completo”.

Basado en lo provisto, se podría decir que la figura de acción busca un juego en el que se utilice la imaginación y se le asigne carácter y personalidad a este de modo que actúe las historias o escenarios ideados por quien lo utilice.

-Juguetes en el desarrollo de la niñez:

Aunque no hay un rango etario definido, si se sigue lo propuesto por Piaget en 1965 en “The stages of intellectual development of the child”, estudio que sigue siendo vigente y utilizado el día de hoy, en este estudio se propone que el niño pasa por tres fases de juego: Sensoriomotora, simbólica y reglamentaria. Para esta investigación el enfoque estará en la etapa simbólica, comprendida actualmente con un desarrollo entre los cuatro y siete años (Lillard 2015). La fase de juego simbólica es donde comienza a notarse el concepto de abstracción puesto que los juegos y juguetes en esta edad se basan en la representación de la realidad u realidades alternativas, en esta etapa es que el niño desarrolla de manera inicial su entendimiento del mundo por medio de los juguetes y juegos que le ayudan a explorarlo, es donde también se explora como es que el niño posiblemente interactuará con este mundo que está empezando a conocer.

Es necesario conocer esto para poder integrar un diseño de juguete que sea realmente transgeneracional y que no apele solo al mercado actual.

-Narrativa del juego y su significado:

Los diseñadores de juguetes tienen una responsabilidad de integrar una historia a sus juguetes. Al igual como un diseñador de juguetes educativos no diseñaría un juguete que enseñe mal el alfabeto, un diseñador de juguetes de juego de roles no debe dejar incompleta su labor de dar la oportunidad de contar historias con los juguetes que este diseño (Gamache 2018).

Cuando los niños pretenden, cuentan historias, estas pueden ser para sí mismos o dentro de un grupo. En el caso de las narrativas de grupo, cada niño desea ser un aporte y brindar dirección a la historia, actuando roles y desarrollando una narrativa en conjunto (Gamache 2018).

Los niños están constantemente tratando de hacer sentido del mundo que los rodea, lo que no comprenden es visto como anarquía y a esta solo se le puede hacer sentido a través de un juego que se parezca o imite estas situaciones desconocidas.

La simulación es una manera segura de acercarse a situaciones desconocidas, es una oportunidad para aprender sin consecuencias y generar conexiones cognitivas, Es en aventuras imaginarias que los niños desarrollan su habilidad de crear respuestas para todo tipo de problemas (Thibault 2016).

-Impresión 3D

La impresión 3D como tecnología surge a mediados de los 80 debido a los esfuerzos de diversos investigadores y desarrolladores siguiendo teorías distintas para la fabricación de productos tridimensionales.

En "History of 3D Printing" (Su, A., & Al'Aref, S. J. 2018) se presentan 3 vertientes que eventualmente se convertirían en los métodos de impresión 3D que se conocen el día de hoy.

En primer lugar, se encuentra la estereolitografía, que comienza siendo un experimento para desarrollar una técnica de prototipado rápido por parte del investigador Hideo Kodama que posteriormente sería convertida en tecnología concreta y distribuible por parte de Charles Hull. Las impresoras por estereolitografía se caracterizan por utilizar una resina fotosensible que es modelada por exposición a rayos UV utilizando una máscara que regula dicha exposición.

En segundo lugar, se encuentra el sinterizado por láser selectivo, desarrollado por Cal Deckard. Este proceso está basado en la solidificación selectiva de polvos utilizando un láser controlado por computadora.

Finalmente, en tercer lugar, se encuentra el modelado por deposición fusionada, desarrollado por Lisa Crump y S. Scott, este método de impresión 3D un filamento de plástico o un cable de metal es calentado en una boquilla y extruido, la deposición de este material derretido es guiada por una computadora generando capas que se encuentran justo debajo del punto de solidificación para así facilitar la unión de todas las capas.

Estética de Juguetes

Según el laboratorio de juguetes del MIT, la estética de los juguetes como producto está dictaminada principalmente por la percepción sensorial, lo que es decir como es que nuestros sentidos interactúan con el objeto, esto podría generar cierto placer en el uso del producto llevando la experiencia a un gusto más profundo aún, este tipo de experiencias podrían después desarrollarse y manifestarse en otros productos que compartan alguna u otra característica que ya se podría clasificar como placentera de manera intrínseca para el usuario (aun siendo algo subjetivo).

Heljakka en 2018 propone las dimensiones del juguete, estas serían 4:

Física: La materialidad tangible con la que se interactúa en un nivel multisensorial. Esto engloba la estética del juguete y su estilo, un estilo adorable o monstruoso a menudo emplean elementos humorísticos por dar un ejemplo.

Ficticia: El elemento narrativo de los juguetes, es comunicado a través de su identidad, su transmedialidad y como esta permite que los jugadores se vuelvan fans. La ficción del juguete normalmente emerge como su capacidad de ser coleccionable transformándose eso en la necesidad de crear un mundo con historia y juguetes compañeros.

Funcional: Las capacidades mecánicas del juguete que entran en uso durante el juego, estas pueden ser intuitivas o ser explicadas por medio de instrucciones. Esto puede ser, por ejemplo, la capacidad de posar y mantener dicha pose.

Afectivo: Una vez pasado la emoción inicial de un juguete nuevo, si este fue bien diseñado puede generar un vínculo emocional duradero con su usuario.

El concepto de “Character Toys” es utilizado por Heljakka (2019) para juguetes que destacan especialmente en las dimensiones físicas y ficticias, dimensiones que deben ser atractivas ya desde la primera cara visible de estos juguetes, su apariencia y personalidad. Estos ámbitos también se demuestran en su capacidad de ser exhibidos, muchas veces a detrimento de sus capacidades mecánicas.

En términos de una jerarquía, para los juguetes basados en personajes, Heljakka (2019) lo presenta de la siguiente manera en orden de importancia.

1° Ficción y Afección: El juguete debe tener un trasfondo que permita el juego imaginativo junto con el físico.

2° Articulación: El juguete debe poder posar.

3° Exhibición: El juguete debe poder ser transportado y colocado de manera que se pueda exhibir.

4° Durabilidad: El juguete debe durar y resistir el juego que se realiza con él.

5° Jugabilidad: Se debe poder jugar con el juguete.

Esto es el orden de prioridad para diseñar un juguete tipo personaje, un producto que bordea la línea entre una escultura y un juguete tradicional.

Contexto/Usuario

Impresión 3D Actual

En términos de la impresión 3D, este periodo actual se encuentra en medio de la gran masificación de impresoras 3D, especialmente del tipo de deposición fusionada, todo esto gracias a la expiración de la patente de Statasys en 2005, estos fueron los que originalmente desarrollaron este método de impresión 3D. Surgieron diversos proyectos con el objetivo de acercar la impresión 3D a un mayor rango de consumidores y de manera mucho más accesible monetariamente.

Adrian Bowyer empezó el un proyecto de tipo open source para crear una impresora de deposición fusionada. Las partes plásticas eran descargables y se podían ensamblar con piezas de metal comúnmente encontradas en ferreterías. Estas primeras impresoras incitaban a que se les agregaran todo tipo de mejoras, su diseño fue más que nada una base para así expandir el mercado de las impresoras.

Posteriormente y gracias al diseño simplificado de Josseff Prusa en 2010 se aceleró el diseño de mejores kits de impresión 3D, de tal manera que el enfoque de todo este movimiento pasó a ser el desarrollo de impresoras sencillas, listas para el consumidor común.

La masificación de la impresión 3D es un hecho hoy en día, tanto así que se le puede ver posible en: Medicina, educación, odontología, aeronáutica, construcción, cocina, y mucho más. También actualmente empresas como Hasbro y Mattel están integrándose a la impresión 3D, trasladando varias de sus marcas a este mercado (Ye 2020), sin contar que manufactureras más pequeñas ya utilizan la impresión 3D en sus líneas de producción para todo tipo de piezas (Errera 2022).

El juguete hasta hoy

A pesar de lo esperado a primera vista, teniendo en cuenta la presencia y participación de los juguetes en la historia de la humanidad, hoy en día, gracias al mercado del coleccionismo y todo lo que conlleva la cultura popular y ser parte de uno de sus nichos, los juguetes son considerados un producto transgeneracional, especialmente aquellos, como ya fue mencionado, que pertenezcan a alguna marca o propiedad intelectual de culto. Las figuras de acción son los juguetes más asociados a esta transgeneracionalidad, empezando en los sesenta con los G.I. Joe que fueron diseñados principalmente para transmitir el patriotismo americano a los niños por medios lúdicos, esto fue evolucionando con el tiempo, por los años ochenta la transmedialidad ya era un factor importante para lanzar una marca de juguetes exitosa, con Transformers y He-Man siendo ejemplos de juguetes que utilizaban shows animados para promocionar su producto principal, al menos desde el occidente (Heljakka 2018). Haciendo un salto hacia adelante, a la época actual, se podría decir que el orden de los factores ha sido revertido puesto que en memoria reciente los ejemplos de juguetes que nacieron

primero como producto son escasos, no es que esta práctica se haya perdido, sin embargo, en el mercado actual las figuras de acción cambiaron su objetivo, siendo la idea de diseño actual no la de tener una marca completa e interconectada a través de distintos medios y merchandising, más bien las productoras mayores de figuras de acción buscan conseguir la mayor cantidad de licencias de propiedades intelectuales para así producir figuras de estas y apelar a la mayor cantidad de fans de estas propiedades como sea posible.

Lo que al principio era un juguete cuya función era estimular a imaginación y la capacidad de los niños de simular situaciones ajenas, utilizando conceptos abstractos (Piaget 1965), ahora es más bien un medio de conexión entre los denominados fans de una propiedad y dicha propiedad, una especie de prueba de la dedicación que estas personas tienen con sus series, películas y juegos favoritos. Este cambio de público objetivo también afectó la manera en que se exhiben y promocionan estos juguetes.

En jugueterías actuales, las figuras de acción que se pueden encontrar carecen de muchos puntos de articulación y exageran las proporciones de los personajes para hacerlos más robustos, este tipo de figuras que aún apela a su público original, evolucionó de cierta manera dándole prioridad a los factores de jugabilidad y durabilidad.

Donde es más fácil encontrar mayor variedad de figuras de acción es en galerías especializadas en productos de la cultura popular, uno de los mayores exponentes de este tipo de lugares en Santiago Centro sería el Eurocentro, este lugar también ejemplifica las tendencias del contexto actual a la hora de conseguir estas figuras (cuando no se hace a través de internet).

Centro de figuras para coleccionistas

Se hizo una visita y un estudio de como se compran y venden figuras y otros productos en el Eurocentro se pudo observar que:

Siempre se exhiben minicolecciones, informando que las figuras no son únicas, sino que son parte de un set perteneciente a alguna propiedad intelectual, así como para incitar que la gente identifique estas propiedades rápidamente y así decida comprar más de una, para completar dicha colección o pueda buscar rápidamente a su favorito dentro de las opciones en exhibición. Es más, si la propiedad es lo suficientemente grande, no solo se mostrarán figuras, también todo tipo de mercancía correspondiente, productos como tazas de café, posters, accesorios, etc.

Algunas de las tiendas incluso buscan emular la apariencia de la habitación de un coleccionista o fanático, esto podía ser para generar familiaridad o algún tipo de expectativa o meta futura para los consumidores.

El factor más importante, aparentemente, es que la identidad del personaje siempre se mantenga visible e inmediatamente entendible para los que son conocedores de la propiedad intelectual de la que provienen, incluso si múltiples figuras comparten un sector de la vitrina, ninguna puede opacar a otra, todo producto debe ser igualmente visible a los ojos del consumidor. En el caso de las figuras fuera de sus empaques, estas sirven nuevamente para ilustrar un ejemplo de como es que estas podrían ser expuestas, mostrando la capacidad de estas de posar y mantener dicha pose. Ahora bien, si la figura se encuentra dentro del empaque, como es el caso más común, incluso si la organización no permite que la figura sea visible completamente, otros factores deben ser inmediatamente legibles,

así como lo son: El nombre del personaje en la caja, la propiedad de origen del personaje y finalmente la manufacturera de la figura, con todos estos datos los coleccionistas ya tienen una idea de que esperar y si es que tienen algún interés en el producto.

En el caso de los consumidores y compradores finales de estos productos, se pudo observar que la mayor parte de aquellos que visitaban el Eurocentro, lo hacían acompañados y con el fin de observar todo lo que se encuentra disponible, discutiendo acerca de cual figura les gustaría tener, donde la colocarían, si es que esta se ve legítima o no, entre otros temas, se genera un contraste curioso puesto que la mayoría de los que si compraron productos venían sin acompañante, al menos a primera vista, no se puede descartar que pueda existir cierto grado de vergüenza al permitirse un gusto así, sin embargo, gracias a una entrevista que se analizará más adelante, se pudo concluir con mayor certeza que esto se relaciona al placer que pueda generar el acto de finalmente adquirir esta figura deseada después de la larga danza de apareamiento que es el vitrinear las distintas tiendas, este placer, al igual que las mismas figuras, es algo profundamente personal y por lo tanto muy difícil de compartir con otra persona.

Jugueterías Digitales

También se observaron diversas páginas de venta de figuras para coleccionistas, se pudieron observar similitudes, todas basadas en el aprovechamiento de la emoción actual y la generación de expectativas.

Para ser más concreto, es común que en las páginas principales de una de estas tiendas especializadas se encuentren secciones que resaltan por sobre el resto de la página, siendo estas:

Las figuras en oferta: Esto se aprovecha de la emoción del momento, dando un impulso al consumidor hacia la compra de un producto que en otro momento podría no estar a ese precio o no estar disponible enteramente, esto genera necesidad y miedo a perder la oportunidad. Esto no es una práctica única de tiendas de figuras, pero si tiene cierto potenciamiento en estas al estar ligado a productos que inherentemente son escasos.

Las figuras populares: Estas son las primeras en llamar la atención del público general puesto que se basan en estadísticas de búsqueda y compra, comúnmente se ven influenciadas por películas y series que se encuentren en tendencia, por lo que también tienden a ser las que tienen mayor disponibilidad de venta, al menos durante su periodo de mayor relevancia.

Las figuras futuras: Estas son las que solo se encuentran disponibles para preordenar, generalmente esto va en conjunto con lanzamientos recientes de parte de las propiedades que prestan su imagen, aprovechando el boom de popularidad y cuando los consumidores tienden a tener la franquicia en cuestión en lo más alto.

Además del uso efectivo de propiedades populares, también existe la categorización por marca o manufacturera de figuras para los coleccionistas más entendidos y versados en este submundo, este formato permite la promoción de las pocas figuras de estas compañías que no se encuentran ligadas a una propiedad en específico.

A la hora de comprar las figuras siempre son visibles secciones que promocionan productos de la misma propiedad intelectual o de la misma manufacturera, en el caso del primero estos productos pueden no ser figuras necesariamente.

Es claro que estas páginas dominan su público objetivo y aprovechan al máximo la atención e interés de este, buscando asegurar ventas a través de 3 avenidas principales para los menos experimentados, y posteriormente fomentar el interés futuro a través de un apego a la propiedad en sí o la manufacturera.

Entrevista a coleccionistas

Coleccionista de figuras

Se le hizo una entrevista a un coleccionista, Rodrigo, quien entre su colección presenta alrededor de 40 figuras de distintas propiedades intelectuales que adornan su habitación, tiene tanto figuras articuladas como estatuillas, cuenta con múltiples figuras de personajes como Batman y Flash que según él, son de sus favoritos. Algunos de sus aportes de mayor interés fueron:

Cuando se le preguntó por la razón de por qué empezó a coleccionar figuras, respondió que es la mejor manera de materializar los gustos y de poder tener contacto físico y real con ellos.

Sus figuras favoritas son articuladas y de alrededor de 15 cm. De altura. También prefiere las de tipo humanoide, incluso si en su colección hay figuras de monstruos, su preferencia principal es que las figuras tengan un cuerpo similar al de un humano.

Lo que más le llama la atención en una figura es el nivel de detalle, tanto así que si esta no se encuentra en su colección genera una falta.

No juega con sus figuras, solo las observa y contempla. Lo más cercano sería posarlas y ordenarlas de manera que le parezca satisfactoria.

Compra sus figuras principalmente a través de tiendas de coleccionistas e internet.

Prefiere mantener las figuras fuera de su empaque, debido a que así las siente más palpables y menos lejanas, además no mantiene los empaques de sus figuras en la mayoría de los casos.

Lo que más puede disuadirlo de conseguir una figura que de alguna manera le podría haber gustado es el diseño y la estética de esta, el caso ejemplar que dio fue que si ve dos figuras distintas de un personaje que le gusta, siempre se va a ir por aquella que tenga la encarnación que le guste más, aún si ambas figuras son iguales en términos de articulación, calidad de escultura y precio. Ahora bien, el precio sigue siendo un factor que puede decidir la compra de una figura, puesto que si el precio no refleja lo que a primera vista entrega la figura esto también se puede convertir en un elemento que provoque rechazo de una posible compra. Finalmente, también se habló de los errores de fábrica, puesto que estos podrían llegar a invalidar casi por completo la integridad y la percepción que se tiene de una figura.

Su colección se basa en marcas manufactureras y distintas franquicias.

Entre las marcas manufactureras se encuentran: Mcfarlane Toys, NECA, Figma, Hasbro, Funko, Mattel.

Entre las franquicias, los propietarios mencionados fueron: DC, Marvel, Amazon, Lucas Arts, AMC, Nintendo, Bandai Namco, Epic.

Se tocó el tema de la piratería en la industria de las figuras, se presentó como positivo el que esta de acceso a figuras que de otra manera no habría podido o querido conseguir (ya sea por escases o por precio) pero tampoco se dejó de lado el hecho de que la piratería a menudo va de la mano con un pésimo o nulo control de calidad.

Se conversó de la idea de figuras impresas en 3D, y la idea le pareció prometedora, demostrando interés, sin embargo, también se hizo ver la preocupación acerca del pintado de la figura.

Por ultimo se hizo una pregunta más bien abierta acerca de que es lo que cree que falta actualmente en el mercado de las figuras coleccionables.

Primero se habló de que las dos jugueteras más grandes en occidente: Hasbro y Mattel. No parecen poner el mismo “cariño” que antes.

Muchas veces se lanzan alternativas o ediciones limitadas de figuras ya disponibles en el mercado, y en estos casos lo “nuevo” pudo fácilmente venir con el lanzamiento original como accesorios.

Esto también desembocó en hablar sobre accesorios y como pareciera que estos son cada vez menores en cantidad y calidad, siendo dejados de lado a favor de esculturas cada vez más impresionantes.

Faltan bases para posar las figuras adecuadamente, muchas veces se lanzan figuras pensadas en ser posadas y exhibidas por coleccionistas, pero estas no pueden posar bien por si solas y carecen de una base para ello.

Faltan más figuras en rangos de precio menores.

Coleccionista de modelos armables

Si bien gracias a las respuestas del primer entrevistado se pudo hacer una imagen más clara acerca del mercado de juguetes actual, lo cierto es que su modo de consumir estos productos, y los productos consumidos como tales no daban mucho lugar a la discusión de lo técnico y mecánico en los juguetes, por esto mismo es que se decidió buscar un nuevo entrevistado para agregar al conocimiento rescatado en este proyecto. Este entrevistado sería Pedro, un coleccionista de modelos armables plásticos Gundam o “Gunpla” como se les dice entre conocedores del pasatiempo. Pedro ha armado alrededor de 30 modelos Gunpla distintos, no se considera un experto en el hobby pero si disfruta el tiempo que pasa armando, pintando y personalizando cada uno de sus modelos.

Algunos de sus aportes y comentarios a destacar fueron:

Pedro no tiene un “tipo” de modelo favorito, si bien todos los modelos que ha armado son aquellos que le gustan, su modelo favorito, según él, será aquel que pueda construir casi desde 0, tomando elementos de distintos modelos que pueda adaptar a su diseño original.

Es por la búsqueda de originalidad que todos sus modelos armados tienen uno o más elementos personalizados a su gusto, puede ser una aplicación de color distinta al modelo original o una pieza nueva hecha a mano.

El proceso de armado es una actividad que puede tomar semanas si es que se dedica especialmente al post procesado de las piezas, a la eliminación de imperfecciones, lijado y pulido. Esto no es visto como algo malo, puesto que Pedro dice disfrutar esto, le provoca cierto relaxo.

Si bien la estética de la figura es lo que normalmente decide qué figura comprará, Pedro se informa de cada lanzamiento que hay de modelos Gunpla y la opinión general de estos. Muchos de sus modelos los consiguió debido a buenas críticas de su funcionamiento, armado y calidad.

Hablando más concretamente del funcionamiento mecánico de la figura, Pedro dice que también utiliza las reseñas y opiniones de las figuras para saber que figuras evitar, puesto que el punto final del viaje de cada uno de sus modelos es el posarlos de manera que le guste y aproveche los elementos de cada uno. Es por esto que las articulaciones, su resistencia inherente y su resistencia al desgaste son factores sumamente importantes para él, puesto que si una figura no puede sostener sus propios accesorios o al pasar un mes no puede mantener una pose entonces lo más probable es que ni siquiera considere comprarla.

En términos de articulación es conocedor de muchos tipos, puesto que los Gunpla han tenido múltiples iteraciones dependiendo del año de salida, la línea a la que pertenecen y la escala de estos. No tiene una preferencia por algún tipo de articulación siempre y cuando esta se coherente con el modelo que las utilice y cumplan su función. Habiendo dicho eso, si tiene preferencia por las articulaciones que se dividen en 2 piezas y funcionan de manera más mecánica, ahora bien, aprecia mucho el uso de piezas de goma en las uniones con articulaciones a presión, puesto que se comportan mucho mejor que las anteriores que eran solo plástico, dando mayor resistencia al movimiento y aguantando mucho mejor el paso del tiempo, estas uniones de goma se pueden ver principalmente en uniones tipo bola, aunque existen otras aplicaciones menos comunes.

Se conversó acerca de la escala (tamaño del modelo en comparación al tamaño del robot ficticio en el que está basado) en los modelos, Pedro comúnmente consume los Hg y Rg de 1/144 (alrededor de 15 cm máximo) y Mg de 1/100 (alrededor de 24 cm. Máximo). Debido al precio y mayor accesibilidad consume de manera más regular modelos Hg, con los Mg siendo algo más ocasional y con un tiempo de investigación previa para que la inversión mayor valga la pena. Cuenta con pocos Rg en su colección y es porque estos de por si son una línea bastante limitada y de precio poco accesible.

Su último aporte fue expresar su deseo por mayores herramientas de personalización y acceso a estas, puesto que en el mundo de los Gunpla específicamente existen kits de piezas alternativas, pero estos sobre todo aquí en Chile son sumamente escasos y pocas tiendas los importan. Mayor acceso a estas piezas y otras herramientas es una de las cosas que más siente que hace falta hoy en día en el mercado de los modelos armables.

Estado del arte

Parte 1 Articulaciones:

Se realizó un esquema con diferentes tipos de articulaciones comúnmente vistos en figuras de acción actuales, que tipo de movimiento realizan y cual es su uso generalmente. Esto fue con el objetivo de dar una base de análisis para este proyecto en particular y para que en el futuro sirva de referencia a la hora de elegir articulaciones en proyectos o propuestas similares.

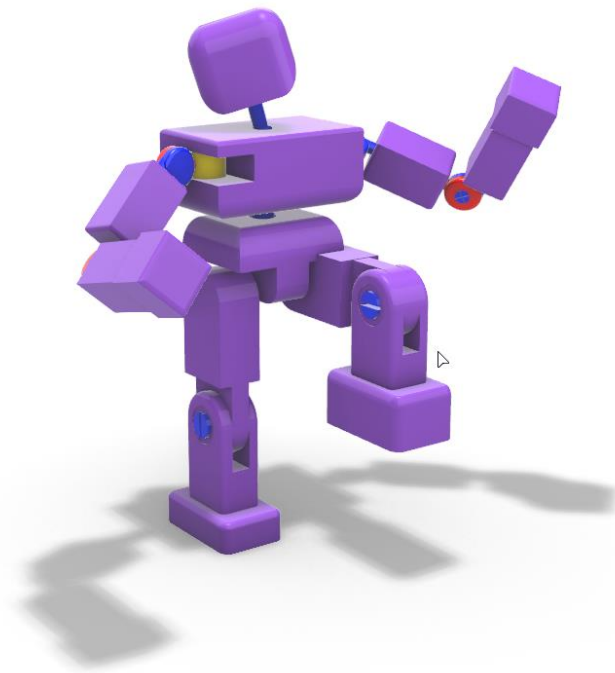
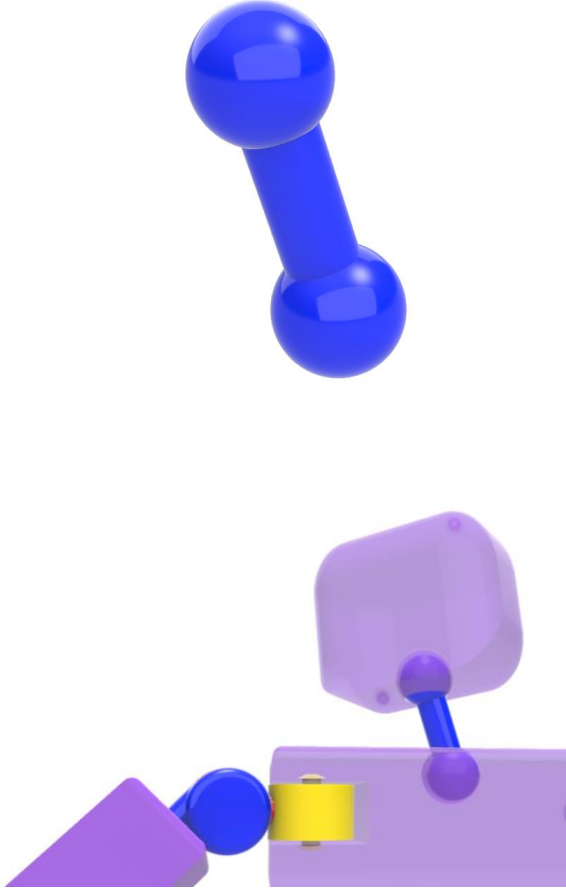
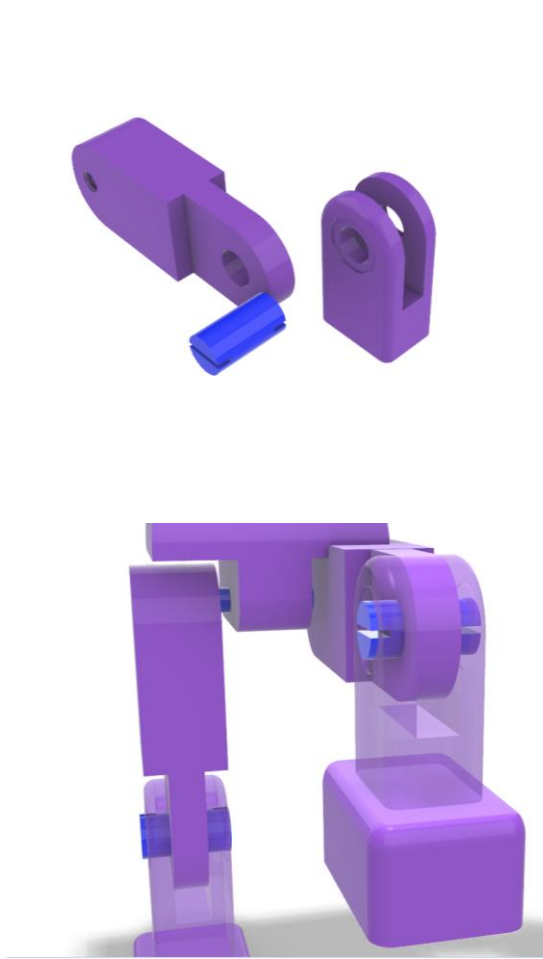


Fig 2.1 Este ejemplo de juguete presenta todos los puntos de articulación a describir en sus usos más comunes, no es un producto real y solo existe para propósito de este esquema. Elaboración Propia en Rhinoceros 3D.

Nombre**Articulación****Descripción**

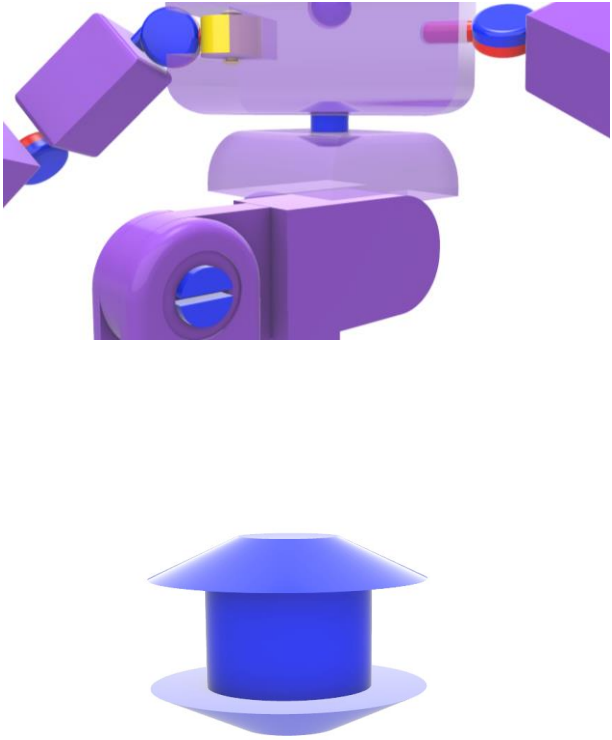
Articulación Tipo “Bola”		<p>Permite movimientos rotatorios concéntricos con la esfera que une la pieza con el resto de la articulación.</p> <p>El rango de movimiento varía ampliamente basado en cuanto espacio se le da a la misma articulación en las piezas mismas.</p> <p>Este tipo de articulación normalmente se introduce a presión, puede quedar total o parcialmente cubierta. También puede ser insertada y cubierta por piezas macho y hembra que la aseguran en su interior.</p>
-------------------------------------	---	--


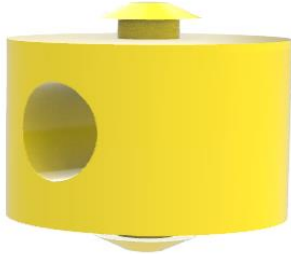
**Articulación
Tipo “Hilo y
Pasador”**

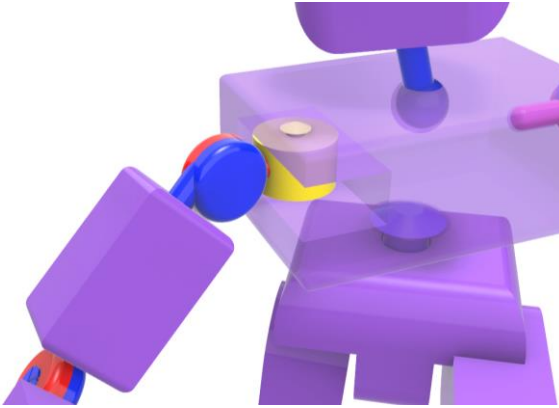
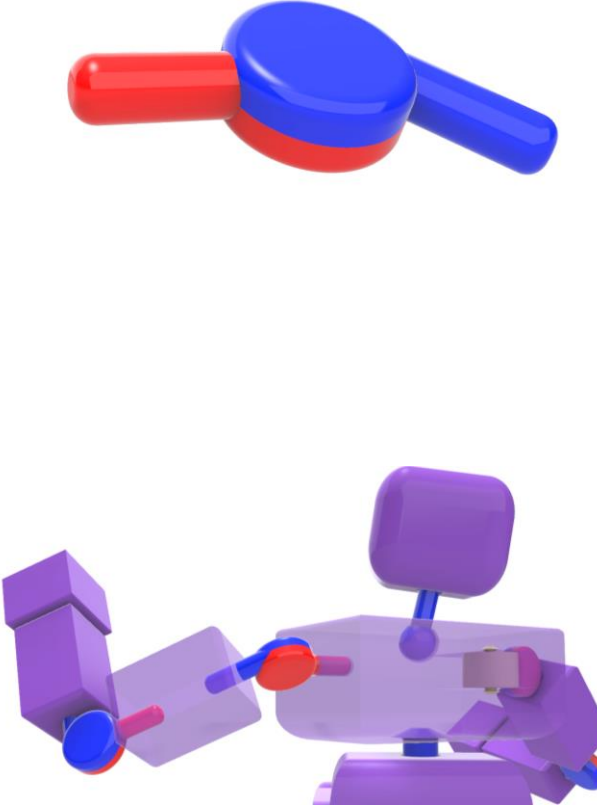
Permite movimientos rotatorios de un solo eje, generalmente se encuentra compuesto mínimo por 3 piezas, siendo estas los 2 hilos y el pasador que los une.

El rango de movimiento solo es limitado por lo que hay en su camino, en teoría este puede ser de 360° si es que se dan las condiciones adecuadas, pero es más normal que este se vea limitado a propósito para ser más similar a articulaciones reales.

La introducción de esta articulación y su uso en poses funciona en base a la fricción generada entre todas las piezas involucradas.

<p>Articulación Tipo “Pivote”</p>		<p>Permite movimientos rotatorios en un eje vertical, permitiendo que sus piezas conectadas roten en direcciones distintas.</p> <p>El rango de movimiento puede ser de 360° o puede ser limitado basado en la similitud a articulaciones humanas. Depende de la relación que tengan las piezas a ambos extremos del pivote.</p> <p>Normalmente esta articulación es introducida a la figura dentro de la unión entre piezas macho y hembra, debido a que necesita un punto de agarre interno para no desconectarse.</p>
---	---	---

<p>Articulación Tipo “T Entre pierna”</p>		<p>Esta articulación a diferencia de otras es específica para entrepiernas, siendo el punto de conexión entre ambas piernas y el torso, aunque los tipos de uniones pueden variar, generalmente lo más común es la presencia de articulaciones tipo “bola” para ambas piernas, y un pivote para el torso.</p> <p>Otro factor que la hace diferente es que cumple función como articulación a la vez que una parte de la figura, por lo que usualmente se intenta disimular su función cuando se utiliza en figuras que buscan el mayor parecido posible con su licencia.</p>
<p>Articulación Tipo “Mariposa”</p>		<p>Permite movimiento alrededor de un eje, similar al tipo “pivote”, sin embargo, las articulaciones de tipo mariposa tienen una conexión perpendicular al eje de rotación para unirse a otras articulaciones, permitiendo movimientos de apertura o contracción.</p>

		<p>El rango de movimiento tiende a ser cercano a, pero nunca, 180° en sus versiones con más libertad.</p> <p>Al igual que su articulación hermana, el “pivote”, requiere de la unión de piezas macho y hembra para mantenerla en su lugar.</p>
<p>Articulación Tipo “Figma”</p>		<p>Articulación compuesta por dos partes cada una con una vara que se conecta con las piezas de la figura, combina movimiento los movimientos de 3 ejes con los dos extremos siendo perpendiculares al eje central.</p> <p>Esta articulación puede tener más o menos rango de movimiento dependiendo de los límites puestos para imitar la realidad, normalmente ronda los 90° de rotación posible.</p> <p>Las dos partes se conectan a presión entre sí, utilizando un sistema de macho y hembra, y la articulación en si se conecta por medio de fricción a agujeros en la figura.</p>

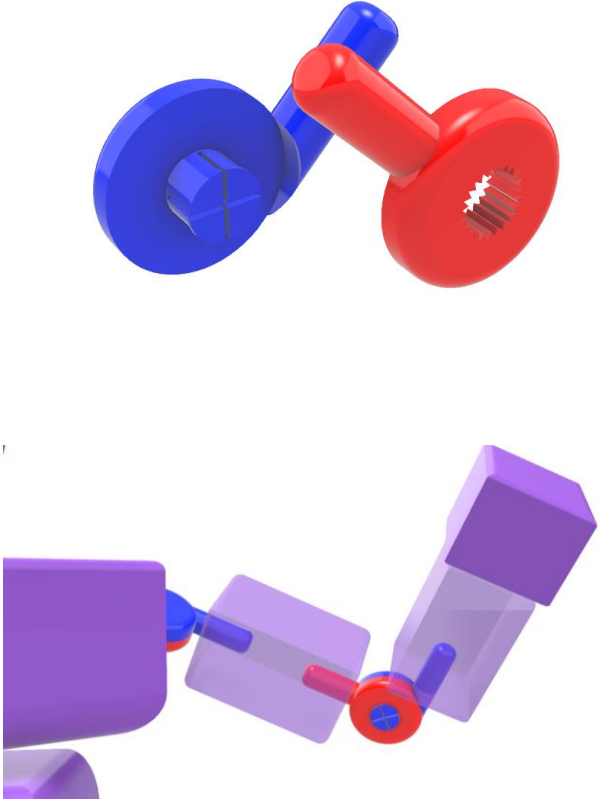
<p>Articulación Tipo “Revolver”</p>		<p>Articulación muy similar al tipo “Figma”, se le podría decir una versión mejorada puesto que para ayudar a la mantención de poses incorpora un sistema de unión con un pasador flexible y un hilo dentado.</p> <p>Estas piezas que interactúan dan una mayor resistencia al movimiento, evitando desgaste y posteriormente que la figura pierda la capacidad de posar adecuadamente, también hace un sonido mecánico característico que indica los grados de rotación.</p>
--	---	---

Tabla 1.1 Elaboración propia. Modelamientos y renders realizados en Rhinoceros 3D

Parte II El mercado y la innovación

Se realizaron ocho gráficos radiales que dan una clasificación a distintos juguetes de coleccionista hoy en el mercado además de proyectos de juguetes para impresión 3D realizados por diseñadores y disponibles en internet. Las cualidades para clasificar fueron elegidas basado en lo observado en las revisiones de influencers y la entrevista que se le hizo a un coleccionista.

Número de articulaciones: Cantidad de puntos de articulados en la figura.

Rango de movimiento: Que tanto se pueden mover las partes articuladas de la figura antes de llegar a un límite o tope.

Posibilidad: Solidez de la figura, cuanto puede mantener una pose y si es que esta necesita de algún accesorio o base para poder posarse.

Escultura: Nivel de detalle físico en la figura, engloba la escultura como tal a la vez que la pintura.

Accesorios: Objetos que vienen en el paquete en conjunto con la figura, estos pueden ser funcionales o no, la clasificación se basa en la cantidad y variedad.

Precio: Que tan costoso monetariamente es conseguir la figura en cuestión, siendo el caso de las de figuras de impresión 3D las más baratas (costo basado en materiales) y las figuras de Hot Toys las más costosas (alrededor de un 1.000.000\$)

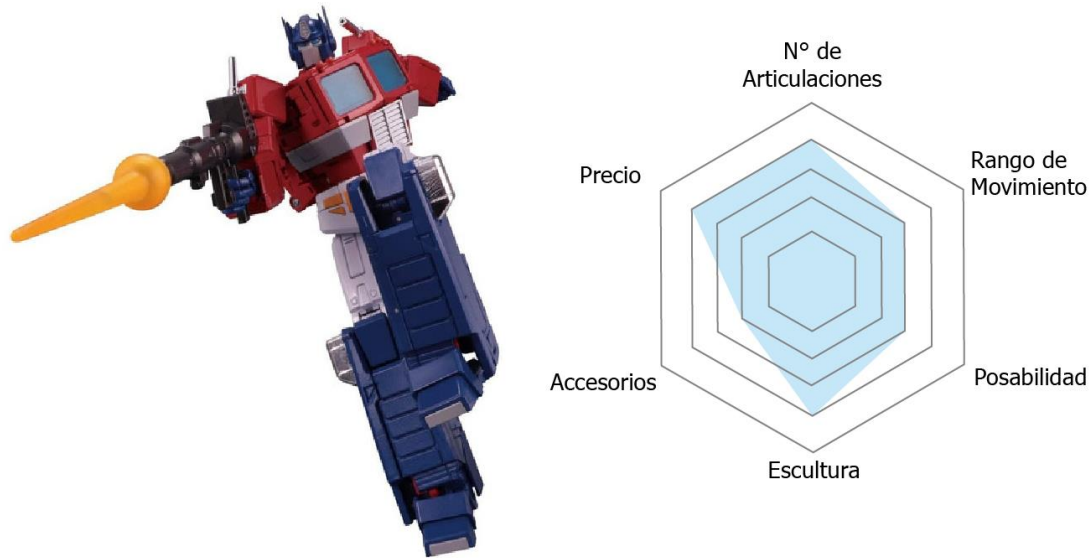
Gráfico 1: Optimus Prime - Transformers Masterpiece - Takara Tomy

Fig. 3.1 Fuente: <https://www.mechanicaljapan.com/2018/12/optimus-prime-transformers-masterpiece-44-Takara-Tomy.html/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 1: El alto nivel de articulación proviene principalmente de la necesidad de la figura por transformarse en un vehículo, sin embargo, su diseño robusto y basado en bloques limita sus movimientos posibles. La línea Masterpiece es diseñada especialmente para coleccionistas por lo que su precio elevado no es una sorpresa.

Gráfico 2: The Legend of Zelda Twilight Princess: Link -Figma – Good Smile Company

Gráfico

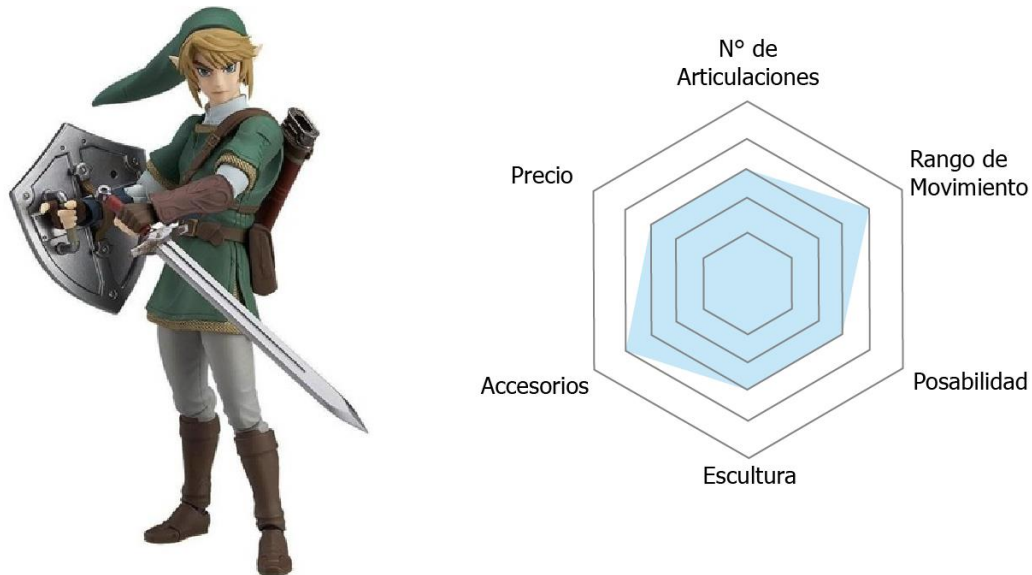


Fig. 3.2 Fuente <https://www.mechanicaljapan.com/2016/09/the-legend-of-zelda-twilight-princess.html/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 2: Las figuras Figma cubren una de las, si es que no la más basta cantidad de propiedades intelectuales imaginables, esto debido a su fácil producción basada en una universalidad en los diseños de sus figuras, tanto así que muchos de sus consumidores tienden a combinar figuras de la marca para así lograr sus propias creaciones.

La amplia variedad de diseños, especialmente humanoides, no se encuentra sin problemas, puesto que es muy difícil que una figura Figma mantenga una pose por si sola, más aún siguiendo la estética Anime que les proporciona cabezas más grandes y con más pelo, casi siempre requieren de una base.

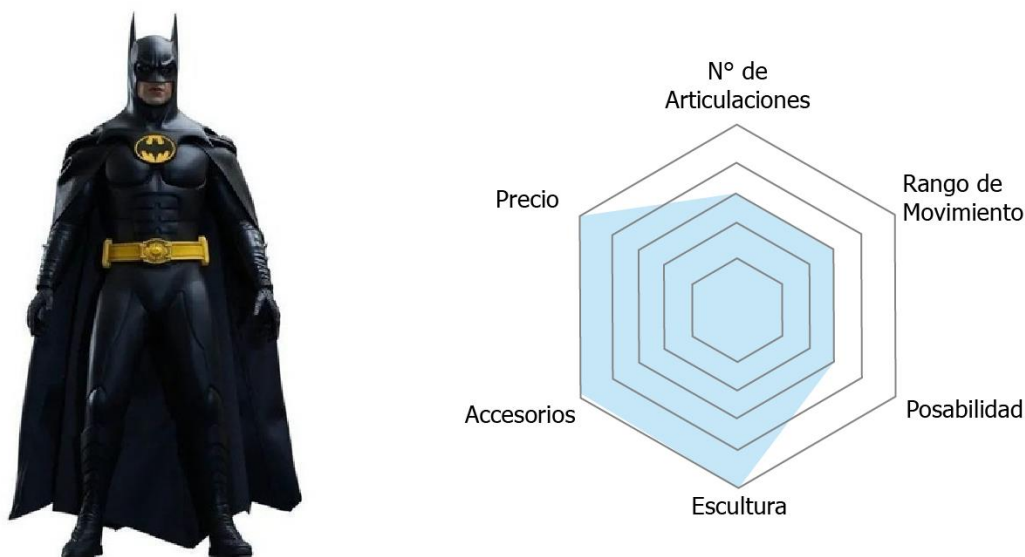
Gráfico 3: Batman Michael Keaton Version. - Hot Toys

Fig. 3.3 Fuente: <https://www.sideshow.com/collectibles/dc-comics-batman-hot-toys-902399//> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 3: La marca Hot Toys es conocida por su impecable nivel de detalle y parecido a la realidad, tanto así que es de las pocas productoras que busca emular el parecido de actores además de los personajes, esto es lo que la lleva a ser considerada como Premium sobre todo en comparación a otras marcas. Tanto es el énfasis en la similitud a la realidad que muchas veces se busca ocultar las articulaciones y otros elementos que puedan delatar su cualidad de figura, esto muchas veces es lo que su audiencia busca, pero trae consigo su poca capacidad de movimiento y poses posibles.

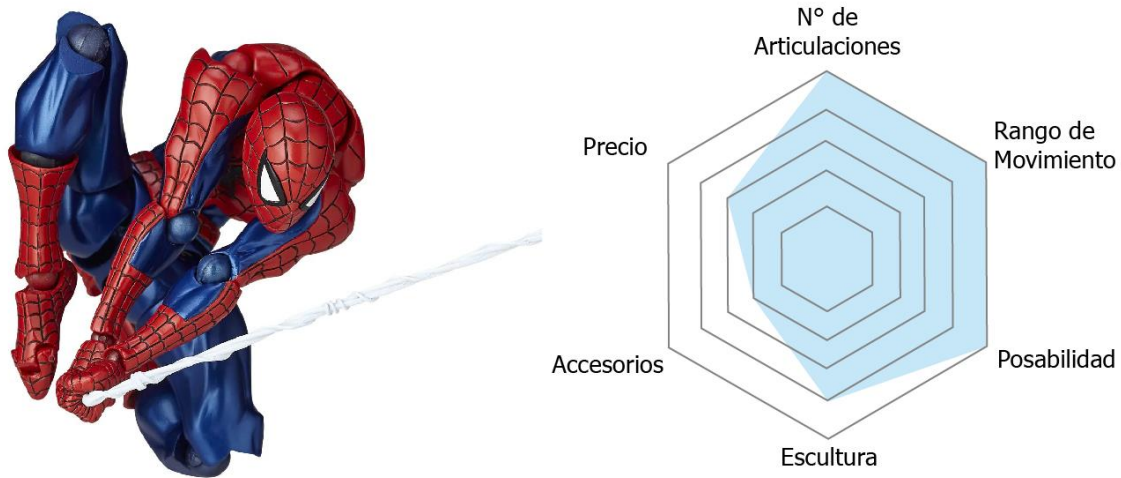
Gráfico 4: Spiderman – Revoltech Amazing Yamaguchi

Fig. 3.4 Fuente <http://marveltoynews.com/revoltech-spider-man-hi-res-photos-order-info/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 4: Contrario a la línea Hot Toys, Revoltech Amazing Yamaguchi presenta figuras que enfocan la jugabilidad y articulación por sobre cualquier cosa, logrando poses extremadamente dinámicas que la mayoría de las figuras en el mercado no pueden alcanzar, esto se puede ver en el hecho de que no temen romper la estética de la figura para lograr un mayor dinamismo. Presentan pocos accesorios, esto debido a que se busca que se juegue con la figura en si más que con su presentación.

Gráfico 5: HG Gundam Rx 78-2 – Bandai Namco

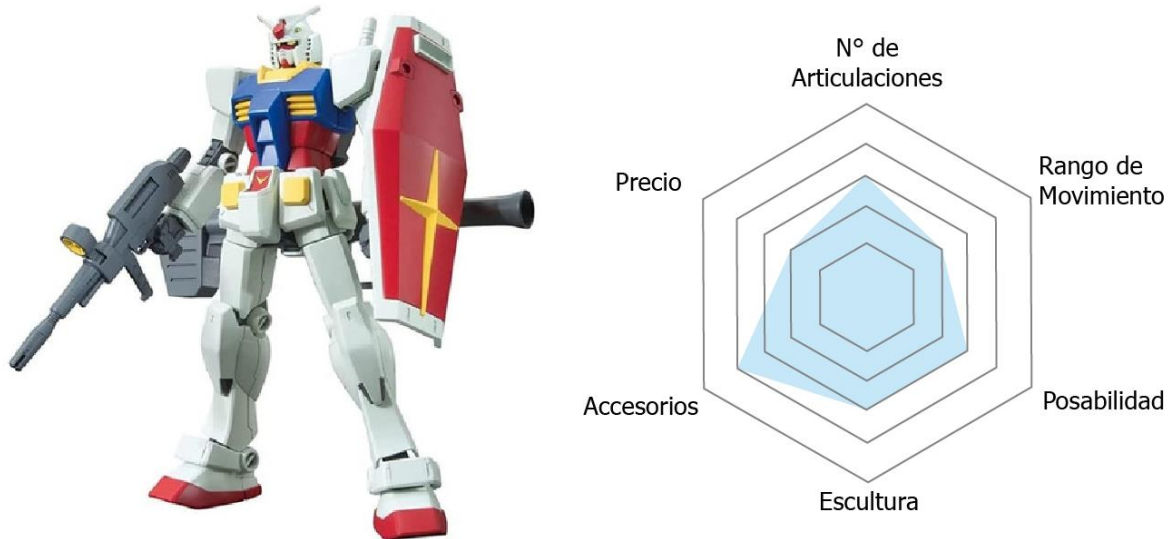


Fig. 3.5 Fuente <https://www.top8.cl/product/model-kit-bandai-hobby-hg-rx-78-2-gundam/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 5: La línea HG de Gundam presenta trae consigo la actividad de armar una figura antes de poder jugar con ella, esto indica que los costos de producción se concentran principalmente en el moldeo y en el packaging, dando así precios bastante accesibles para sus consumidores. También su estilo de moldeo basado en hojas de piezas permite una cantidad bastante respetable de accesorios para su precio. Aún así viendo que la figura puede ser armada y desarmada una y otra vez, es muy común que estas en comparación a otras son las que menos aguanten el pasar del tiempo, volviéndose flojas y quebradizas.

Gráfico 6: Figura Forma 2 – Hauke Schee

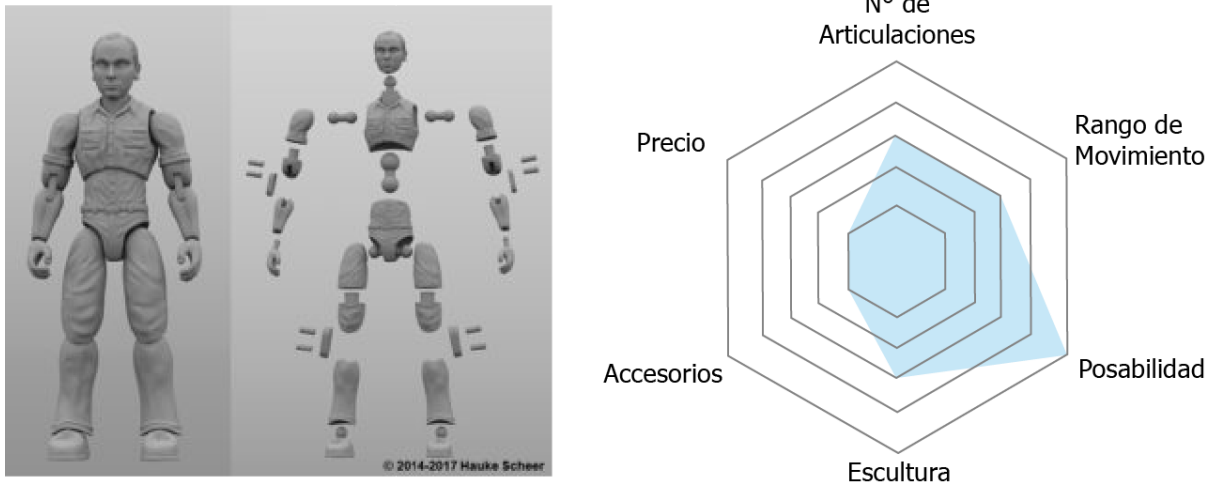


Fig. 3.6 Fuente <https://3dprint.com/178641/hauke-scheer-3d-printed-figure/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 6: Hauke Schee muestra una figura que fácilmente podría pasar como del mercado para los no tan entendidos, utilizando solo dos tipos de articulaciones logra una figura bastante completa y por sobre todo estable, siendo capaz de mantenerse de pie en una sola pierna sobre superficies inclinadas.

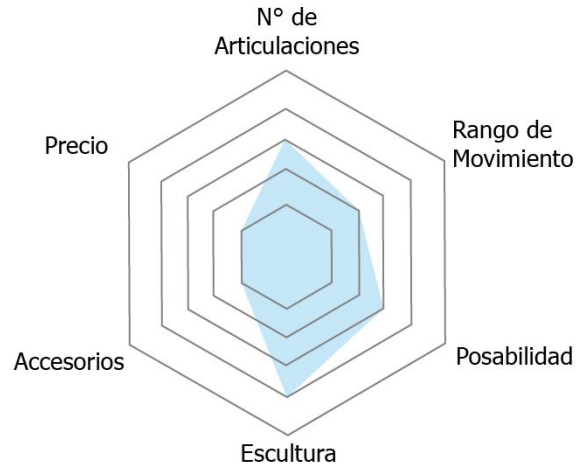
Gráfico 7: Iron Man Mk3 Articulated Figure – Open3D Figures

Fig. 3.7 Fuente <https://www.printables.com/es/model/225299-iron-man-mk3-articulated-figure/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 7: La figura de Iron man de Open3D Figures presenta la posibilidad de recrear el mercado actual de figuras a través de la impresión 3D, dando un vistazo a como se podría continuar con las tendencias actuales en el mercado de las figuras articuladas. La figura usa dos tipos de articulación y específica que requerirá trabajo extra para que estas funcionen correctamente puesto que no viene con tolerancias debido a las posibles diferencias entre impresoras.

Figura 8: Lucky 13 – soozafone

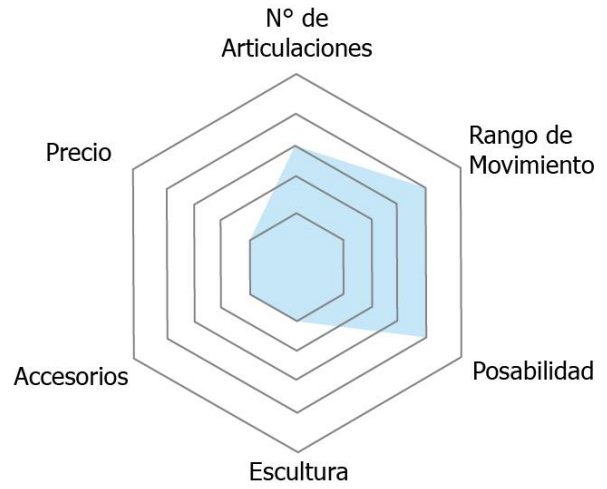


Fig. 3.8 Fuente <https://www.printables.com/es/model/148367-lucky-13-printable-jointed-figure/> - Gráfico elaboración propia

Gráfico 8: La figura Lucky 13 también es un experimento de figura 3D que busca que la gente itere en este, dejando de lado cualquier estética y concentrándose completamente en su funcionalidad, utilizando solamente articulaciones de tipo bola.

Oportunidades de Diseño:

La principal oportunidad de diseño en el ámbito del mercado de figuras articuladas proviene de rechazar la tendencia actual y crear una nueva línea de juguetes originales, cuyo diseño no sea una adaptación hacia este nuevo medio, sino que se vea complementado por este y no busque engañar o hacer recordar a lo actual.

Dentro de lo que actualmente se puede encontrar en los proyectos de figuras articuladas para impresora 3D, se puede observar a primera vista que pocos tipos de articulaciones están siendo utilizados, normalmente son siempre los mismos dos (bola y pasador) y estas articulaciones siempre son insertadas a presión utilizando el roce y fricción para mantenerlas en su lugar, existen otro tipo de juguetes impresos en 3D cuyas articulaciones son hechas en el mismo proceso de impresión, pero estos están sueltos completamente y no pueden mantener una pose. Una oportunidad para explorar es como lograr que las articulaciones ya mencionadas y otras no exploradas actualmente se inserten en el proceso de impresión y que funcionen de manera satisfactoria, dando resistencia suficiente para posar la figura de manera adecuada.

A nivel más Macro existe la oportunidad de crear una línea de figuras, puesto que actualmente solo existen proyectos en solitario, es posible que compartan una base o un diseñador más de una figura, sin embargo, no existen estéticas y temáticas compartidas más que las elecciones o estilo del autor, mucho menos una narrativa que de cierta coherencia a una “familia” de figuras.

Por último, aunque no existe una discriminación explícita hacia un público menor, las figuras de acción discutidas no intentan acercarse a este, esto también es un enfoque no explorado por proyectos actuales cuyo objetivo es el juguete en sí más que su uso.

Bases de diseño

El objetivo principal de este proyecto es lograr una base para el diseño y fabricación de juguetes articulados (y posteriormente otro tipo de juguetes) realizable en impresoras 3D, con articulaciones, ensamble y producción pensados de manera que se aproveche y acomode a las capacidades de este medio. Como prueba de eso también se demostrará la capacidad de crear una línea de juguetes que compartan elementos tanto estéticos como narrativos.

Después de analizar proyectos similares que exploran el concepto de una figura de acción para impresora 3D se llegó a la conclusión de que la variedad de tipos de articulación es bastante limitada, siendo la tipo “Bola” la más utilizada, una opción que si bien está comprobado que funciona, tiende a requerir post procesado, algo que en un producto como tal no debería estar presente, al menos no en lo que se refiere a la funcionalidad del juguete, además, la estética tiende a ser algo poco explorado, siendo generalmente dejada de lado en favor de la función por lo que estos proyectos se concentran en la posibilidad de hacer un juguete en impresora 3D sin ir más lejos a lo que podría ser una línea de juguetes con identidad propia, las excepciones o se basan en propiedades ya existentes o son casos particulares donde la estética proviene de quien las comisiona.

Entonces, en una lista los requerimientos serían:

Principal:

-La figura articulada debe ser capaz de ser fabricada enteramente con el medio de la impresión 3D.

Secundarios:

-Debe utilizar el método de inserción de piezas durante el proceso de impresión.

-Debe tener articulaciones que funcionen por medio de ensambles y no presión.

-No debe requerir post-procesado para su funcionamiento. Solo a nivel de detalles estéticos.

-Debe tener alrededor de 12 puntos de articulación.

-Debe tener una estética comprensible que lo distinga de un concepto de figura y lo vuelva más cercano a un producto comercial.

-Debe tener la capacidad de intercambiar piezas.

Terciarios:

-Su tiempo de impresión total debe ser alrededor de dos días máximo.

-Debe ser capaz de mantenerse de pie por sí misma.

-Debe tener la capacidad de ser impresa con un solo proceso de impresión.

Teniendo eso en cuenta, se decidió que el primer paso a seguir sería el diseño de la articulación o articulaciones para esto además de buscar diferenciarse del mercado actual era necesario buscar referentes de otro tipo de articulaciones y mecanismos que podrían ser adaptados al proceso de impresión 3D y que podrían además beneficiarse con este.

Proceso: Articulación y Juguete para Impresora 3D

Proceso de diseño: Articulación

Teniendo las bases del proyecto en cuenta, se decidió que el primer paso a seguir sería el diseño de la articulación o articulaciones para esto además de buscar diferenciarse del mercado actual era necesario buscar referentes de otro tipo de articulaciones y mecanismos que podrían ser adaptados al proceso de impresión 3D y que podrían además beneficiarse con este.

Se tomó inspiración de múltiples líneas de juguetes, pero las principales, en lo que respecta al funcionamiento del juguete, fueron las siguientes:



Fig 4.1 Articulación Revoltech. Fuente https://revoltech.fandom.com/wiki/Revolver_Joint

La mayor influencia fue la articulación tipo “Revoltech” el punto de esta articulación no era crear un nuevo sistema de articulación, puesto que no es necesario, lo importante es adaptar elementos de diversos sistemas y articulaciones de manera eficaz al proceso de impresión 3D.



Fig 4.2 Piezas Lego Bionicle. Fuente <https://www.newelementary.com/2021/12/part-4-of-lego-bionicle-anniversary-festival.html>

Además de la ya mencionada “Revoltech” se tomó inspiración de las piezas de juguetes “Bionicle” y como estas daban cierta flexibilidad a sus piezas con orificios y cortes superficiales para facilitar el encaje y reducir problemas provocados por diferencias en el proceso de fabricación.



Fig 4.3 Figura Sonic de 3 pulgadas Marca Jazwares. Fuente <https://myfigurecollection.net/item/25070>

Finalmente, para lo que sería el nivel de articulación de la figura, se tomó inspiración en la línea “Super Poseables” de Jazwares de la franquicia de Sonic el Erizo para decidir la cantidad de movimientos posibles, con rotaciones verticales y horizontales completas en hombros y muslos, verticales en brazos y piernas y horizontales en muñecas, tobillos, estómago y el cuello. Además del número de movimientos posibles estas también utilizan articulaciones centralizadas, siendo la de pasadores con un hilo, con otras partes utilizando ejes de rotación.

Después del análisis de proyectos similares y la búsqueda de referentes, se tenía ya una idea más clara de cómo podría verse la primera versión de la articulación a utilizar, se decidió que esta se insertaría al cuerpo de la figura durante el proceso de impresión, así asegurando la unión con este de manera segura e inmediata. Esta fue la primera meta que se buscaba cumplir con la articulación, pero también se tenían otras características que se buscaban cumplir. La primera preocupación para esta articulación fue que pudiera tener el roce suficiente para mantener poses y que no se sienta como una marioneta que se desploma al no tener alguien quien la sostenga, en conjunto con eso a toda costa se buscaba evitar articulaciones tipo bola o similares que funcionen a presión o “a la fuerza” por lo que los ensambles fueron preferidos como los vistos en los referentes, finalmente se buscó que esta pudiera dividirse en dos partes para así facilitar el armado y desarmado de la figura si es que este fuera necesario, con el potencial futuro de que esto también se desarrollara en un sistema de intercambio de piezas entre las figuras de una línea de figuras hipotética.

Planos y proporciones iniciales

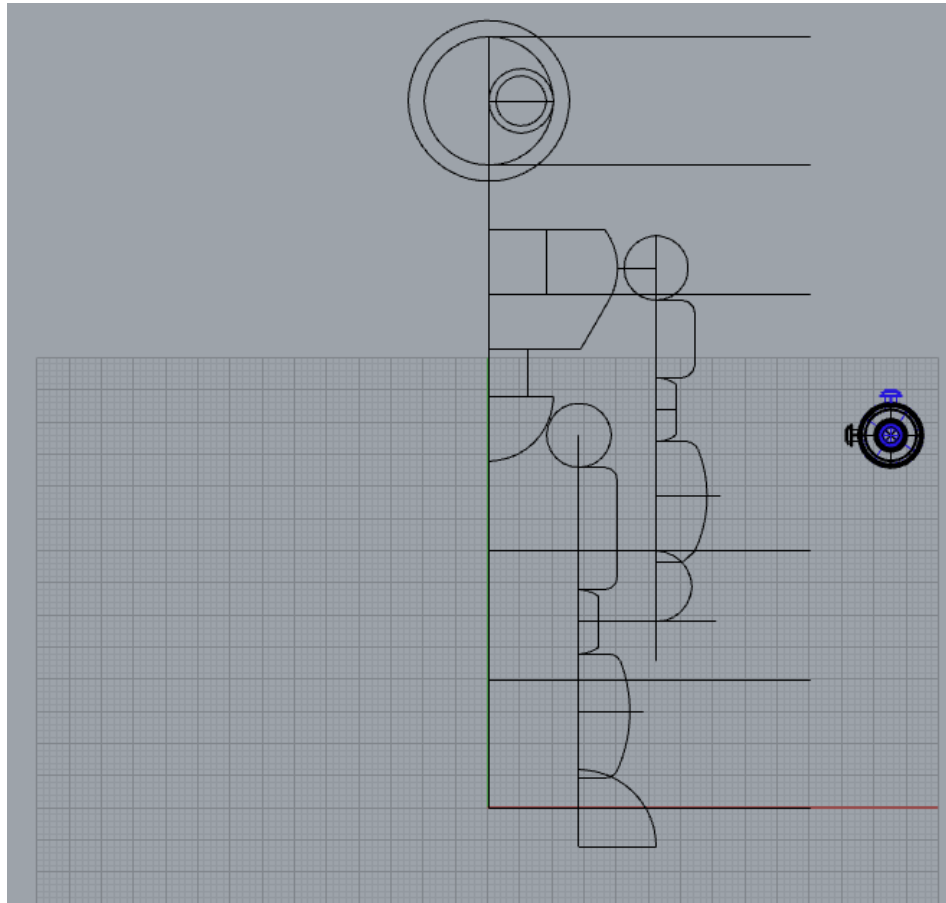


Fig 4.4 Planos iniciales de escala junto con primera versión Articulación Quimera. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

La escala elegida fue de alrededor de aproximadamente 15 cm. Con una figura de proporciones humanoides, pero poco realistas para dejar más claro su calidad de juguete a simple vista. A partir de estas proporciones se diseñó la primera versión de la articulación quimera.

Siguiendo una proporción de 1:4 con la cabeza y la figura, esta no sería la versión final de la articulación, pero si funcionó como una base para empezar a diseñar, esto posteriormente debió ser cambiado a una escala un poco mayor para que así la impresora 3D no tuviera problema en imprimirlas, para compensar se cambiaron las escalas de las otras piezas por lo que estos planos no son referentes de los productos que serán analizados posteriormente.

Proceso Productivo Articulación

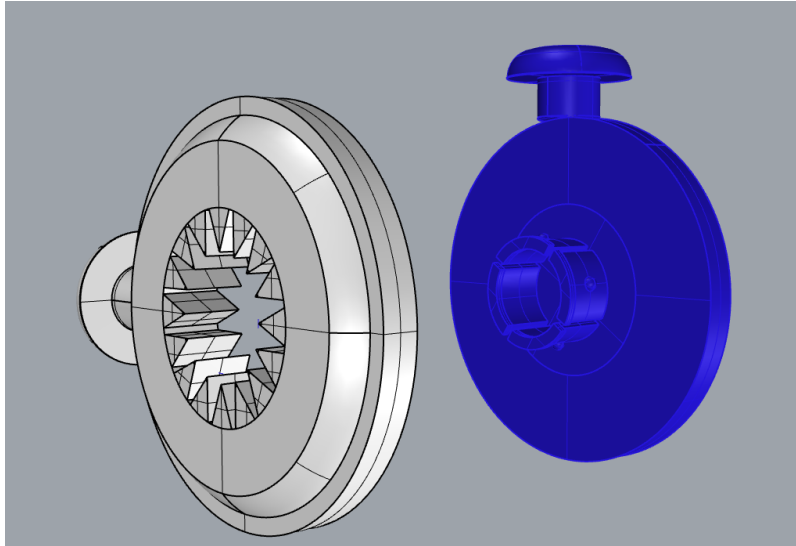


Fig 5.1 Acercamiento Anillo de resistencia. Esta parte no sufrió cambios en ninguna iteración. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Durante el proceso productivo del proyecto la articulación sufrió cambios a 3 áreas a medida que se descubrían posibles mejoras o riesgos de fractura o desalineación durante la impresión.

Estas áreas son:

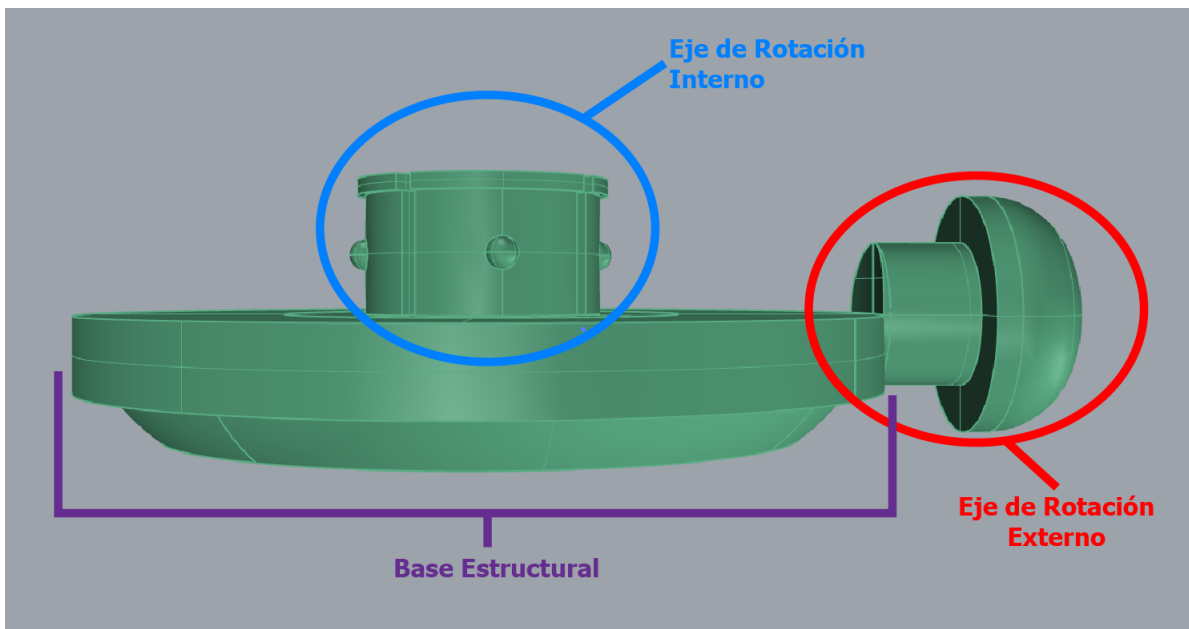


Fig 5.2 Detalle de nombre de las partes de la articulación. Elaboración propia.

Articulación Versión 1

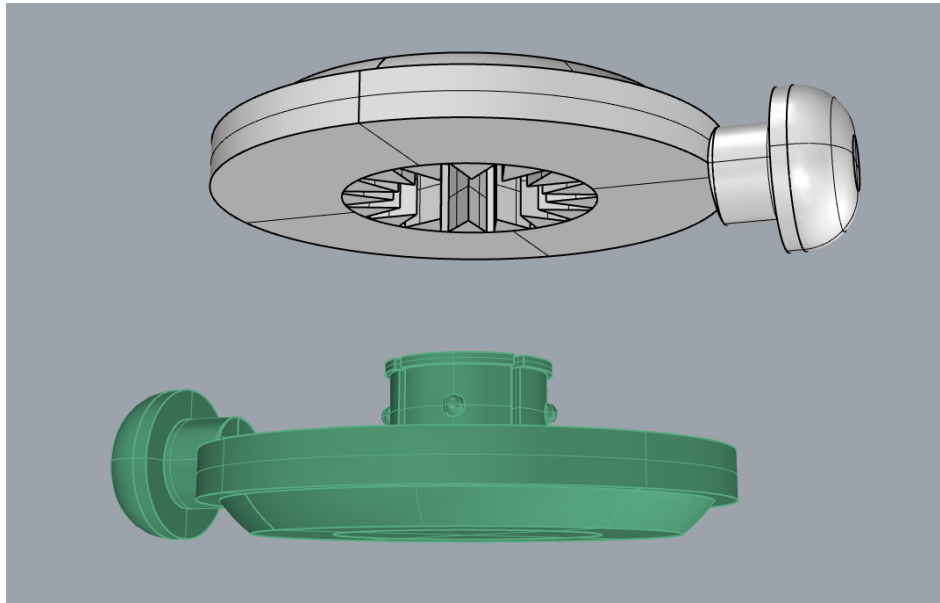


Fig 5.3 Vista de la unión de ambas partes de la articulación quimera N°1. Modelado en Rhinoceros 3D elaboración propia.

Análisis

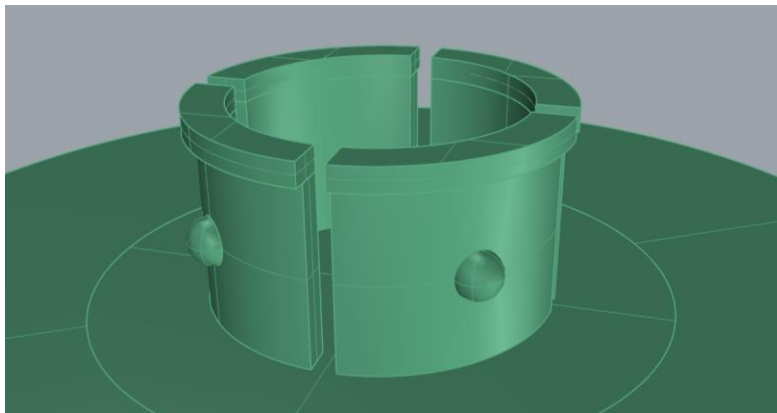


Fig 5.4 Acercamiento al eje interno de rotación. Modelado en Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Interno N°1: Primera versión del eje interno, fuertemente basado en las articulaciones Revoltech, y piezas Bionicle, con la adición de esferas para aumentar la fricción y así tener movimientos con mayor firmeza.

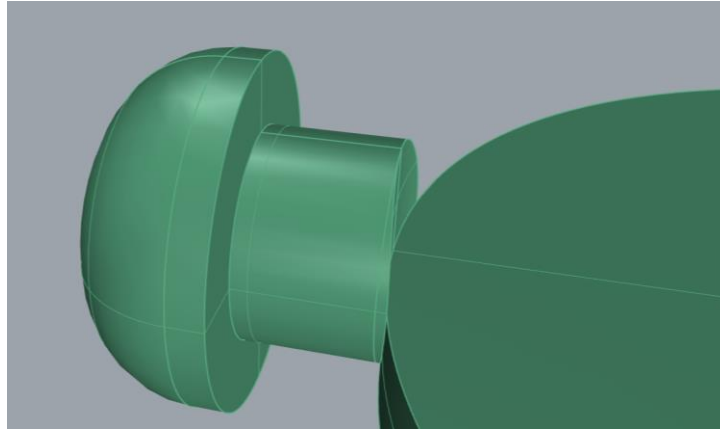


Fig 5.5 Acercamiento al eje de rotación externo. Modelado en Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Externo N°1: Primera versión del eje externo, busca funcionar como eje y a la vez “gancho” para así mantenerse por dentro de la figura de manera segura. La forma redonda además buscaba facilitar el movimiento de esta pieza una vez encasillada.

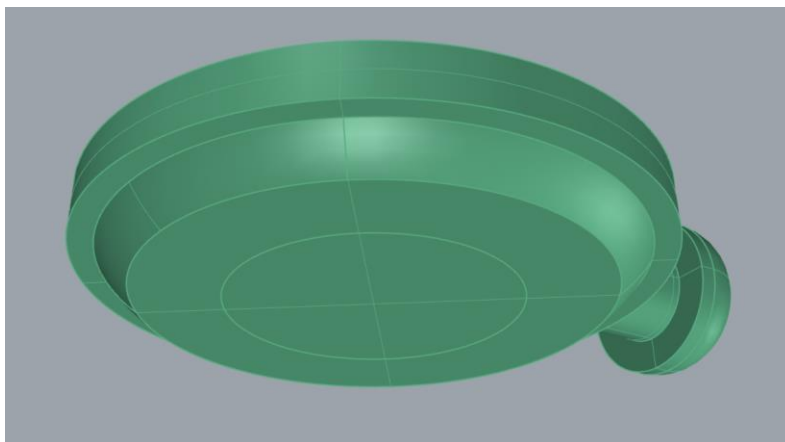


Fig 5.6 Acercamiento a la base de la articulación. Modelado en Rhinoceros 3D elaboración propia.

Base N°1: Primera versión de la base, su tamaño se debe meramente al uso de una proporción 1:4 con la cabeza. Su forma busca disimular de cierta manera su función. Ambas piezas de la articulación comparten la misma base.

Unión Sacado

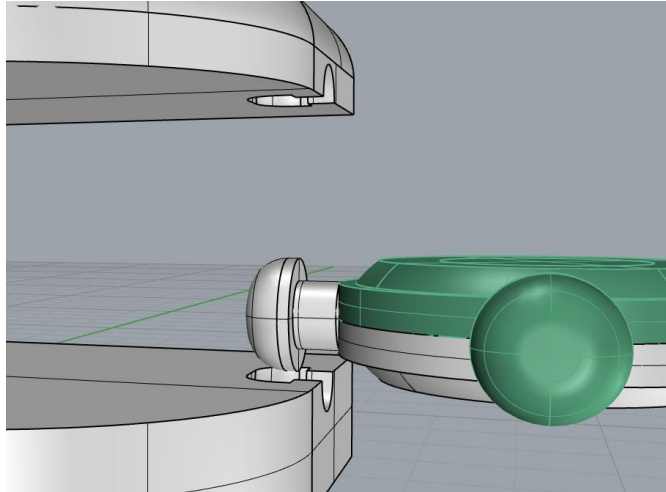


Fig 5.7 Acercamiento y división de unión entre articulación y figura. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Primera versión de unión: La primera unión fue pensada para darle solo el espacio suficiente al eje para que pueda rotar con suficiente roce que ayude a la figura a mantener poses, por eso inicialmente (y de manera errónea) solo se hizo un sacado con la forma del eje que posteriormente se escaló a un 1.03%.

Resultados: La articulación como tal funciona, pero el eje interno tiende a romperse ocasionalmente. El mayor problema de esta versión se encuentra en el eje externo y su unión con la figura, su forma esférica provoca problemas al interponerse en el proceso de impresión, la primera vez que se usó hizo que la pieza entera saliera disparada de la impresora al no dejar pasar el cabezal de un lado a otro.

Articulación N°2

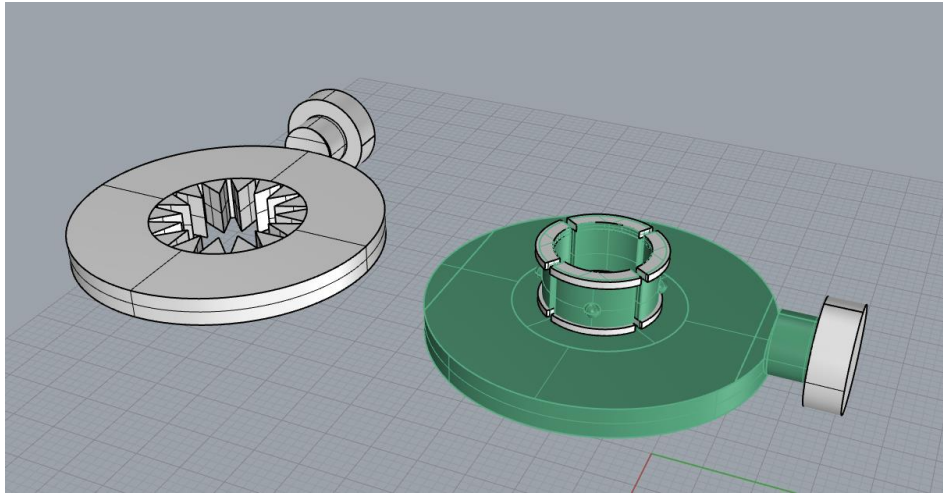


Fig 5.8 Acercamiento piezas Articulación N°2. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Análisis

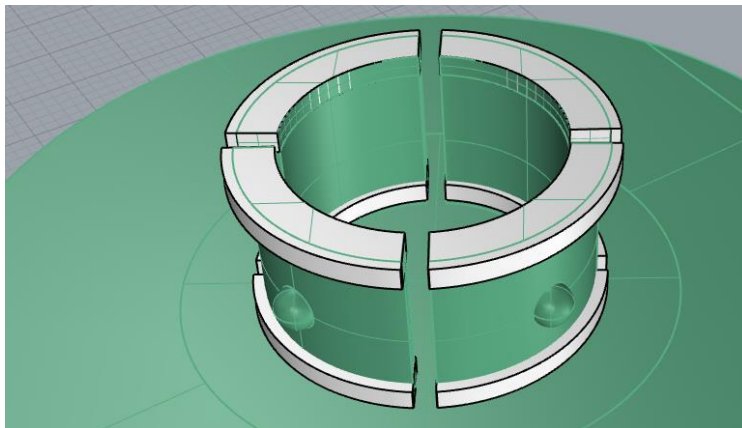


Fig 5.9 Acercamiento Eje interno N°1. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Interno N°2: Segunda versión del eje interno, el cambio a destacar es la adición de soportes estructurales que unen el eje con la base, además de un anillo cabezal más grande para mayor seguridad a la hora de mantener las piezas de la articulación unidas.

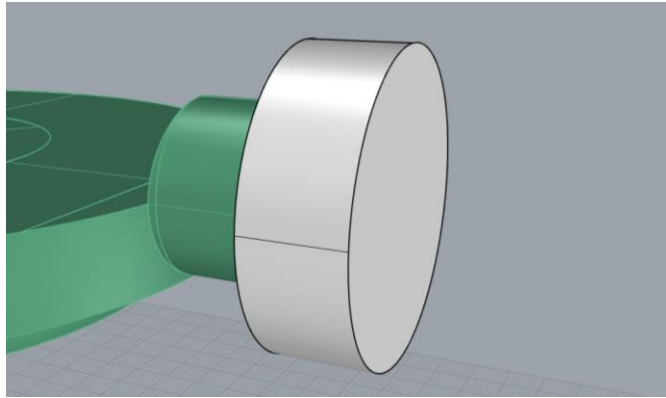


Fig 5.10 Acercamiento a nuevo Eje Externo. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Externo N°2: Segunda versión del eje externo, se descartó la forma redonda en favor de una forma plana que pueda deslizarse con facilidad en la carcasa de unión durante el proceso de impresión.

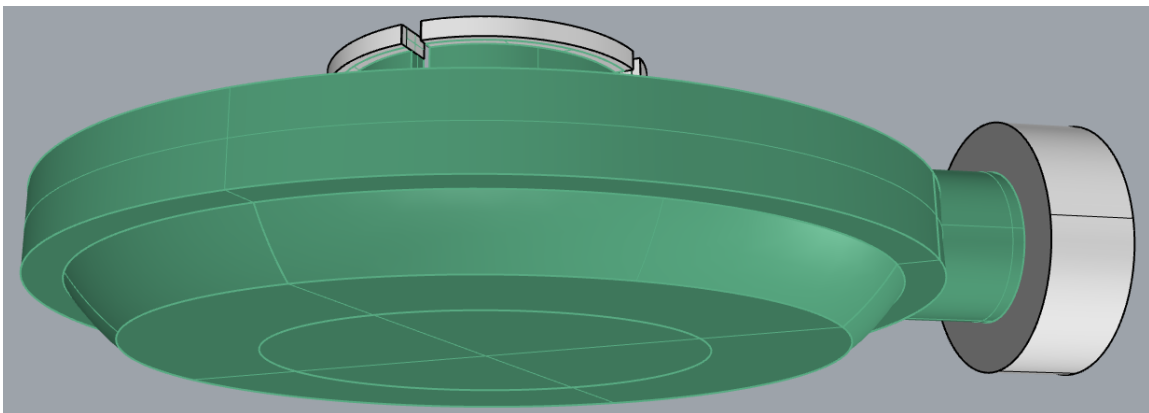


Fig 5.11 Acercamiento a Base. Visibles cambios a ambos ejes. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Base N°1: En esta versión se mantiene la forma de la base original puesto que no ha dado problemas notables aún.

Avance uniones a carcasas

Carcasa N°1

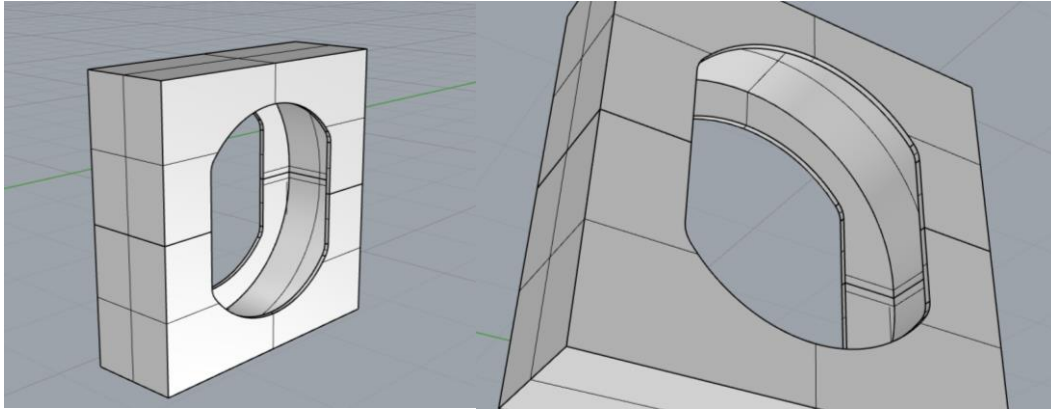


Fig 5.12 Vista completa y acercamiento a la primera iteración de la carcasa. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Luego del fracaso del primer experimento entre articulación y unión, se optó por usar una carcasa que contenga el eje de rotación, una en la que la pieza se deslice en vez de encajarse.

Este originalmente tenía una base y techo redondos, lo que se teorizaba que facilitaría que la articulación insertada quedara en su lugar, además debido a la textura que deja la impresión 3D, esta iba a generar roce con el que el movimiento sería más seguro y satisfactorio.

Esta versión nunca llegó a usarse, pero fue la base a iterar en este nuevo sistema.

Carcasa N°2

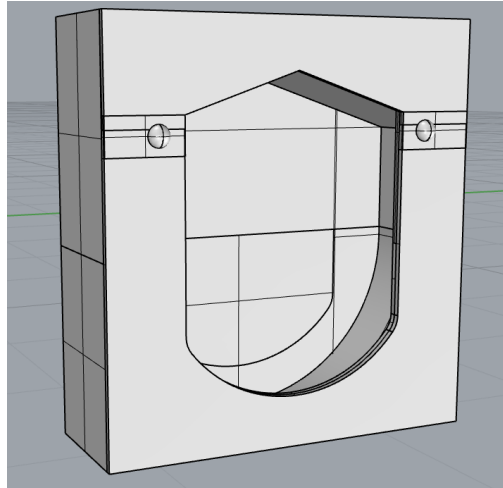


Fig 5.13 Carcasa N°2 Vista de frente. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Segunda versión del sistema de carcasa, con un nuevo techo que se esperaba facilitara que el cabezal de la impresora 3d no tuviera contacto con el eje de rotación externo de la articulación.

Las esferas a ambos lados de la cara frontal fueron pensadas con la idea de ser indicadores visibles del momento de impresión apropiado para deslizar las articulaciones al resto de la figura. El techo triangular de la carcasa fue elegido con la idea de que esto iba a prevenir la necesidad de la impresora de usar soportes en el espacio del eje de rotación externo.

Esta versión una vez puesta en un Slicer para llevarse a imprimir demostró que las esferas serían apenas notables en el proceso de impresión.

Solo llegó a ser usada en un modelo de prueba, nunca como parte de un ensamble con articulaciones. Aún así esta articulación dio la idea de hacer un techo en 90° debido a que no fueron necesarios soportes en esta impresión.

Carcasa N°3

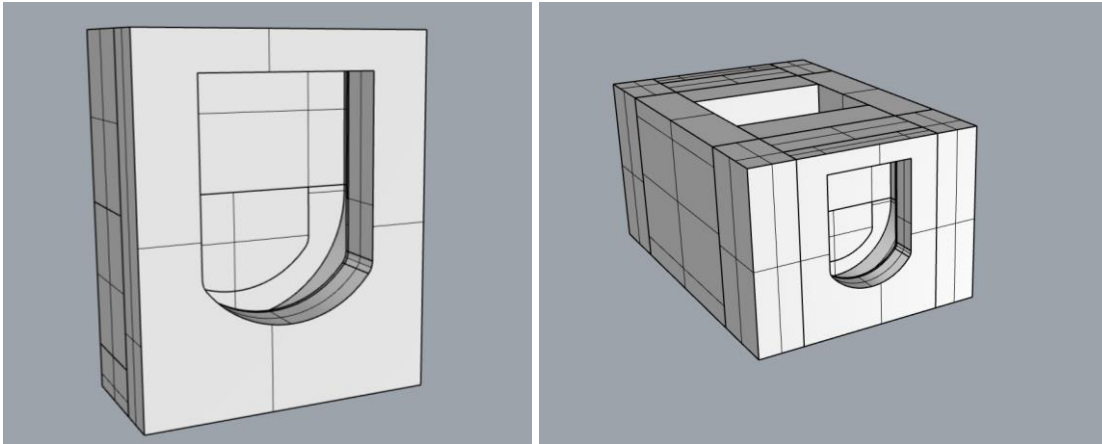


Fig 5.14 Vista frontal de la carcasa y un ejemplo de como esta se inserta en una pieza. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Versión final de la carcasa. Se decidió simplificar el diseño de la carcasa de modo que el eje de rotación pueda ser insertado en un mayor rango de tiempo sin temor a que el extrusor de la impresora pueda pasar por encima. Se descubrió que aún con un techo en ángulo de 90° , la impresión podía completarse sin problemas, aún sin la ayuda de soportes.

Se optó por deshacerse de las esferas indicadoras de la versión anterior, debido a que en los resultados de su prueba física eran casi invisibles a corta vista, por lo que serían aún más irrelevantes vistos desde lejos como indicador del momento de inserción.

Debido a las capacidades de la impresora, necesita cierto grosor en sus paredes externas para que sea reconocida por el programa, de otra manera se genera un espacio vacío.

Articulación N°3

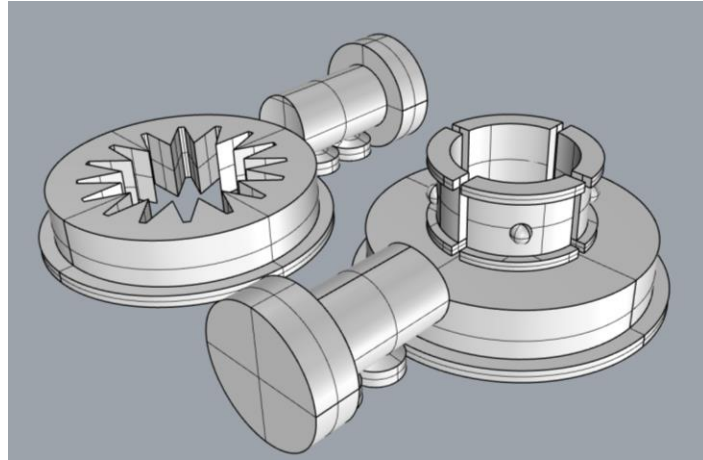


Fig 5.15 Ambas partes de la articulación N°3. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Análisis

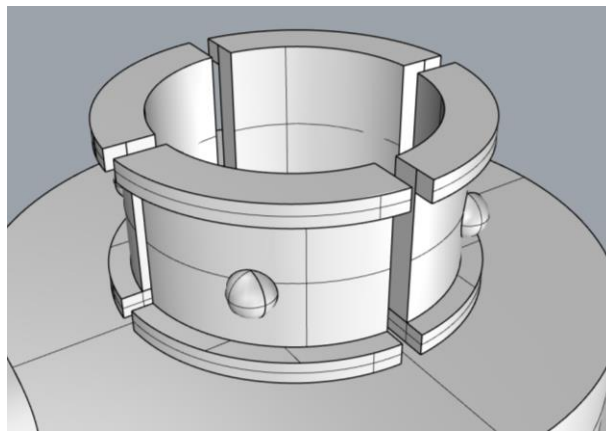


Fig 5.16 Acercamiento Eje interno N°3. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Interno N°3: Tercera versión del eje interno, con un anillo de soporte dividido de la misma manera que el resto del eje puesto por fuera del mismo. La inclusión del anillo de soporte fue ideada con la intención de que esto detuviera las rupturas en el eje de rotación interno, esto probó no ser el caso puesto que no solo no previno dicho resultado, sino que además interfirió en el ensamble de ambas mitades de la pieza.

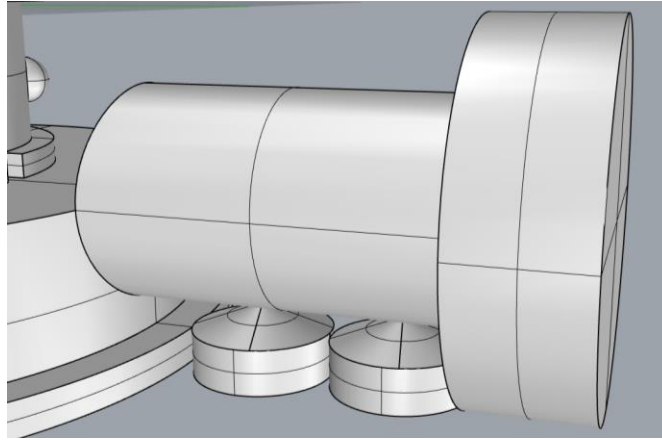


Fig 5.17 Acercamiento del eje externo N°3. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Externo N°3: Tercera versión del eje externo, se extendió su longitud, pero esto fue un resultado de la reducción de volumen de la base. Cuenta con soportes que facilitan el proceso de impresión. La nueva longitud del eje de rotación externo provocó mayor probabilidad de quiebres y rupturas en la articulación, esto también influyó el diseño de la siguiente versión.

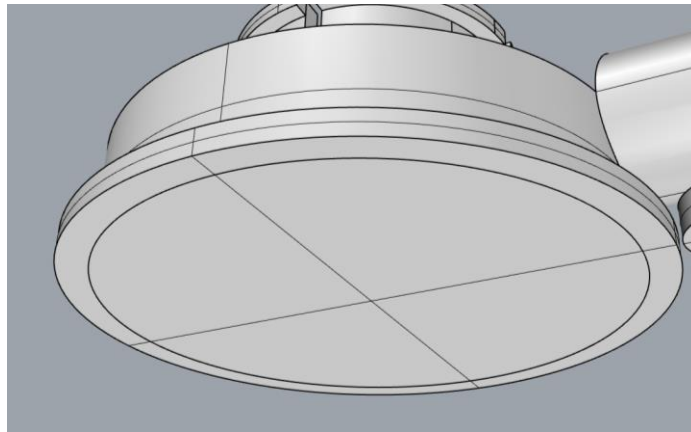


Fig 5.18 Acercamiento de la Base N°2. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Base N°2: En esta versión se cambia por completo. Se decidió reducir el área y volumen de la base para así permitir un mayor rango de movimiento y además no interferir de manera tan evidente las medidas y proporciones las figuras que utilicen estas articulaciones.

Articulación N°4

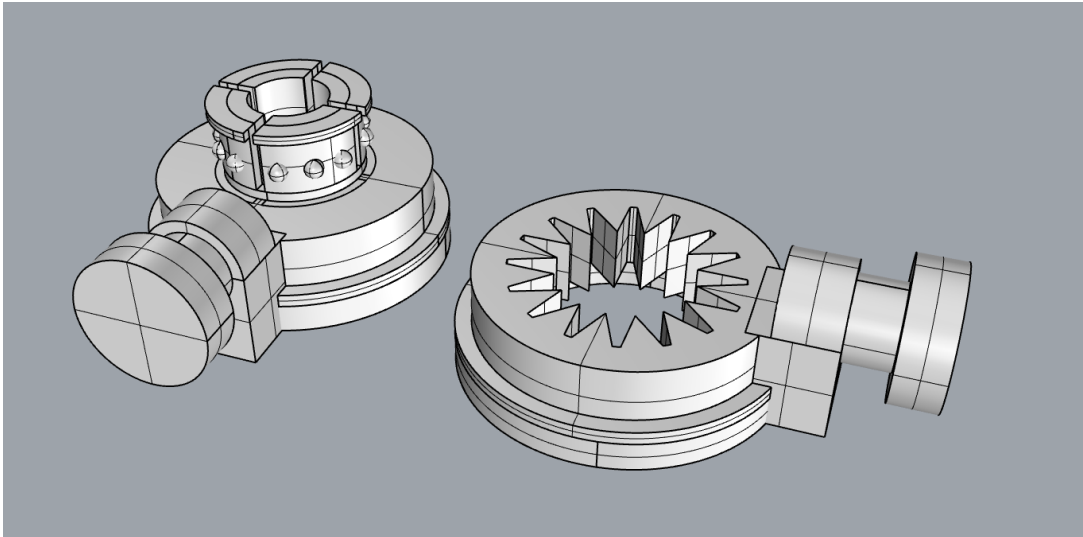


Fig 5.19 Ambas piezas de la articulación N°4. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Análisis

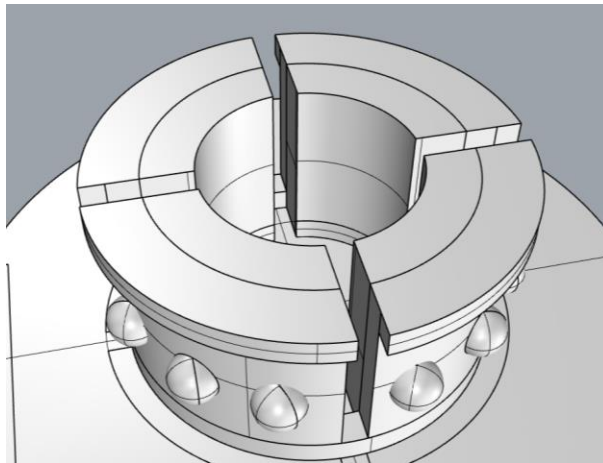


Fig 5.20 Acercamiento al eje interno N°4. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Interno N°4: Cuarta versión del eje de rotación interno. Basado en las carencias y errores de la versión pasada, se hizo un eje más grueso en conjunto con un anillo de reforzamiento que evite que las divisiones se separen demasiado de su posición.

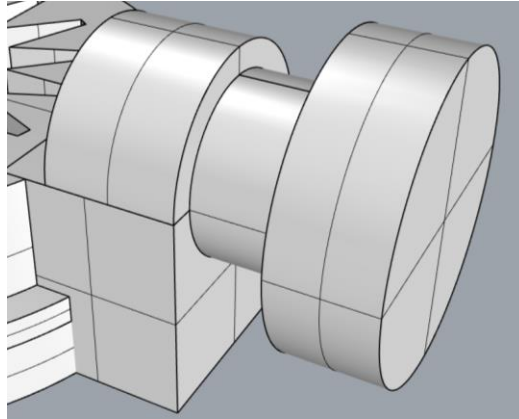


Fig 5.21 Acercamiento al eje externo N°4. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Eje Externo N°4: Cuarta versión de eje externo de rotación. Se decidió en conjunto con la extensión de la base, otorgarle un reforzamiento que lo asegure de mejor manera al resto de la pieza.

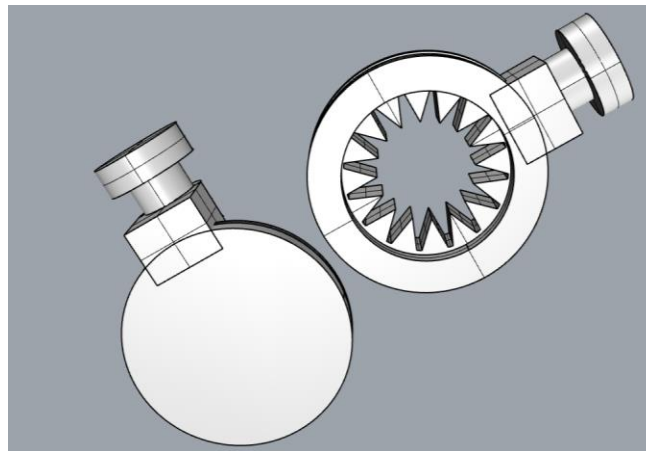


Fig 5.22 Acercamiento a la base N°3. Modelamiento Rhinoceros 3D elaboración propia.

Base N°3: La base fue extendida con el fin de que cuando la articulación sea insertada en su carcasa, dicha articulación quede apoyada a nivel de la cama de impresión.

Proceso de impresión:

Impresora y filamentos:

Todos los experimentos e impresiones del proyecto fueron llevados a cabo en una impresora 3D Creality Ender 3.



Fig 6.1 Impresora 3D Creality Ender 3 fuente: Mercado Libre

Principalmente porque esta era la impresora con la que se contaba, pero también sirve como prueba de que, si es necesario reproducir los resultados de este proyecto, esto se puede realizar sin necesidad de una impresora difícil de conseguir, siendo esta una de las más accesibles y disponibles del mercado.

Se utilizaron Filamentos PLA (Gris y Azul) y ABS (Celeste) para las distintas impresiones en este proyecto.

Inicio de la Metodología:

Una vez que las articulaciones y carcasas comprobaron que si podían funcionar en conjunto, se empezaron a realizar pruebas para que estas pudieran ser unidas dentro del mismo proceso de impresión, logrando así que la aticulación quedara asegurada dentro de su pieza correspondiente. Esta manera de unir las piezas surgió de la sugerencia del profesor Pablo Domínguez, debido a que este tipo de fabricación con inserción de piezas durante el proceso se encuentra poco explorado, y más aún en el ámbito de los juguetes, en el que, podría llegar a tener un impacto bastante significativo.

Primer Experimento

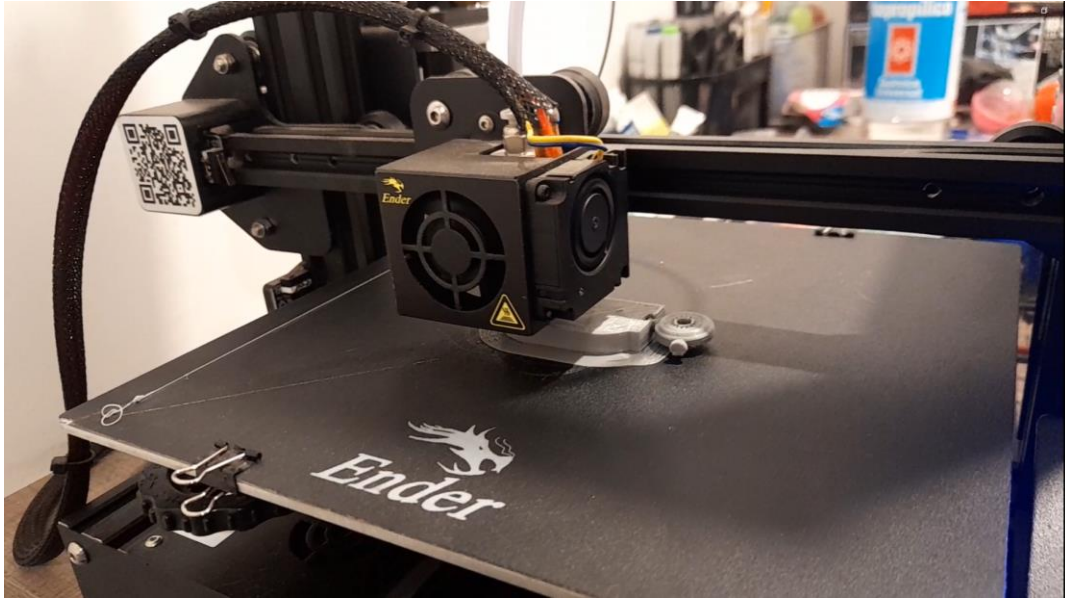


Fig 6.2 Acercamiento del primer experimento exitoso de inserción de una articulación a una pieza.
Elaboración propia

El primer experimento se realizó con la intención de comprobar las siguientes condiciones:

- La inserción de piezas en el proceso de impresión es posible.
- La articulación con su pieza correspondiente funciona de manera adecuada.
- Esta unión no afecta la integridad de la pieza en la que es insertada.

Se cumplieron todas las condiciones que se estipularon, claro que este era un experimento de baja escala puesto que solo se probó la inserción de una articulación completa a una pieza de ejemplo, en este caso el pecho. La Articulación se mantuvo dentro de la pieza y podía realizar ambos tipos de rotación que se espera que realice. Con este primer experimento se pudo avanzar al siguiente paso del proyecto, realizar una figura articulada completa a modo de ejemplo.

También se aprendieron algunas lecciones para el futuro:

- No es necesario insertar las articulaciones completas cuando estas fueron diseñadas en 2 partes, esto facilita la impresión de más o menos piezas que pueden ser unidas después de la impresión.
- Es recomendable que la impresión tenga una base de adhesión para que la inserción de articulaciones tenga menores probabilidades de mover la pieza en impresión de la cama.
- Debe mantenerse el calor del extrusor y la cama de impresión durante el momento de inserción para así evitar que las nuevas capas no se adhieran bien a las anteriores.

Segundo Experimento

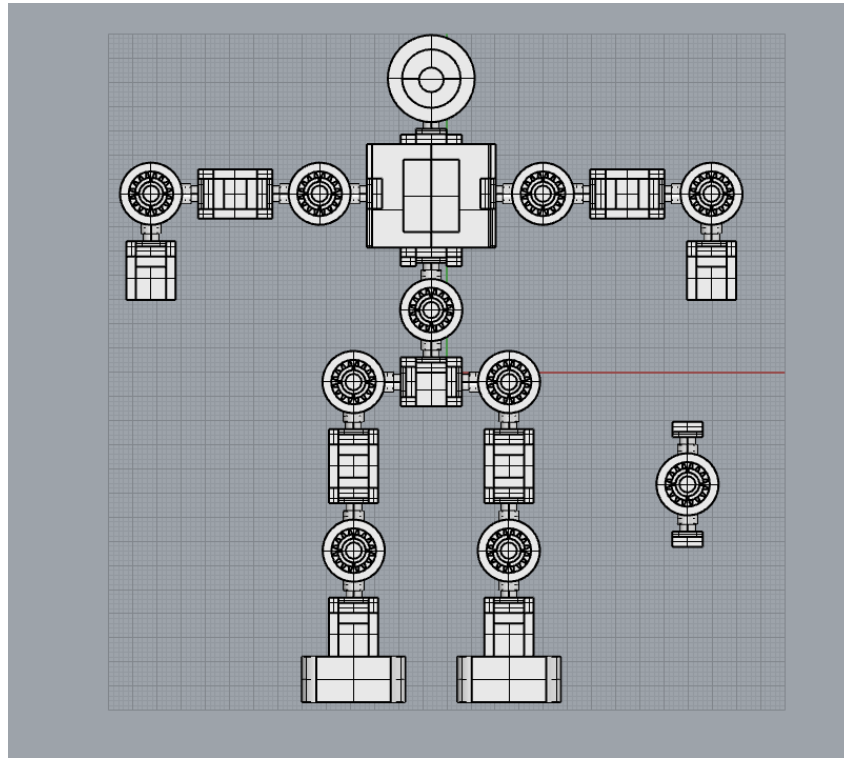


Fig 6.3 Vista superior de la primera figura articulada realizada. Modelamiento Rhinoceros 3D Elaboración propia

Basándose en lo aprendido en el primer experimento, se decidió realizar una figura tipo esqueleto que sirviera de base para el diseño posterior de figuras completas con estética y narrativa.

Las piezas fueron diseñadas de manera básica y sin mayor detalle puesto que en este caso si se estaba haciendo una prueba y no un producto, esto se ve reflejado en su forma cuadrada y en los sacados que se encuentran en todas las piezas de la figura para ahorrar material.

Primeramente, se imprimió la cantidad de articulaciones correspondientes, en este caso 9 pares con unos más de sobra en caso de errores al insertar éstas en sus carcasas correspondientes. También se diseñó rápidamente una “cabeza” que solo pudiera realizar un tipo de rotación puesto que la articulación completa no funcionaría ni sería disimulable como cuello.

Después se imprimieron los brazos y piernas de las figuras, poniendo a prueba factores como:

- La facilidad de inserción de las articulaciones durante la impresión.
- La unión de dos piezas a través de una articulación de dos partes
- El rendimiento de dicha articulación y sus dos ejes de rotación una vez insertados

Impresión de piezas

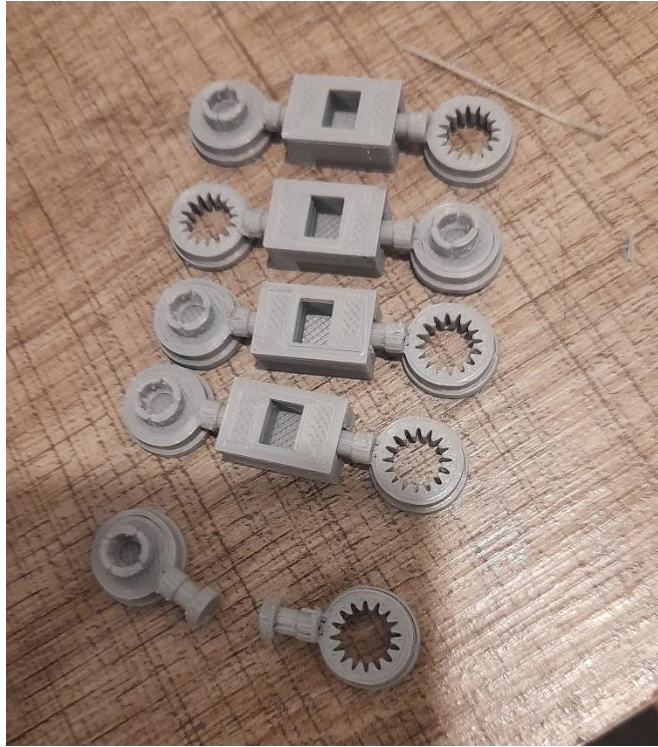


Fig 6.4 Muestra de articulaciones ya insertadas con una a cada lado de una pieza de pierna y/o brazo.
Elaboración propia.

Debido a que en esta prueba se utilizaron las articulaciones versión 3, fue aquí donde se descubrieron sus problemas principales, sin embargo, debido a que si había piezas articuladas que funcionaban de manera aceptable, se decidió proseguir hasta completar la figura. La rotación del eje externo dentro de la carcasa (en las piezas que si funcionaban) era adecuada y con una resistencia que lograba que esta mantuviera su posición sin rotar por su cuenta debido a la gravedad u otro factor fuera del control del usuario. La rotación Interna era lo suficientemente funcional como para seguir con el experimento, aún con las dificultades ya mencionadas en su análisis.

Con estas piezas además se comprobó la factibilidad de insertar más de una articulación en una pieza por lo que también fueron el resultado que dio paso a las piezas más “complejas de la figura” siendo éstas la pelvis y el pecho, que deben contener 3 y 4 articulaciones dentro de si respectivamente.

Primera figura “Esqueleto”

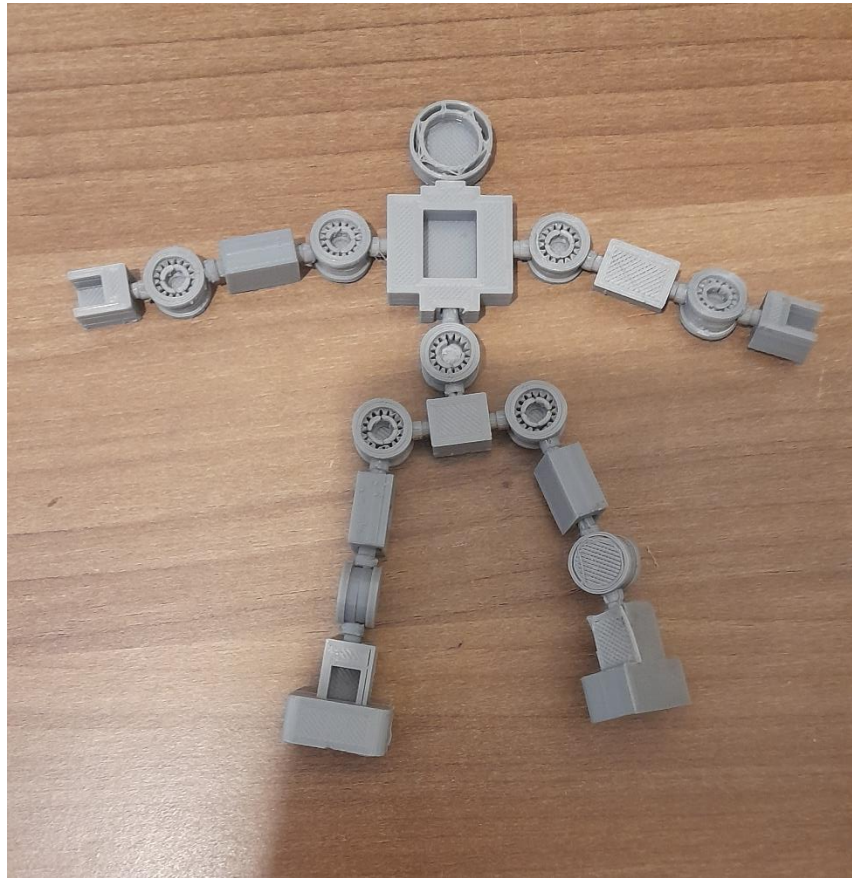


Fig 6.5 Esqueleto ensamblado por completo. Elaboración propia.

Este experimento fue un éxito casi total, puesto que la figura si podía completarse utilizando solo la impresión 3D en conjunto con el método de inserción de articulaciones, el único fallo fueron las articulaciones como tales, puesto que su diseño aún no se encontraba totalmente resuelto, esto generó que la figura no fuera demostrativa de la mejor calidad posible, sin embargo, esta nunca fue ideada como un producto final. Lo que si demostró es el rango teórico de movimiento que dan estas articulaciones a una figura que los utilice

Esqueleto Articulado

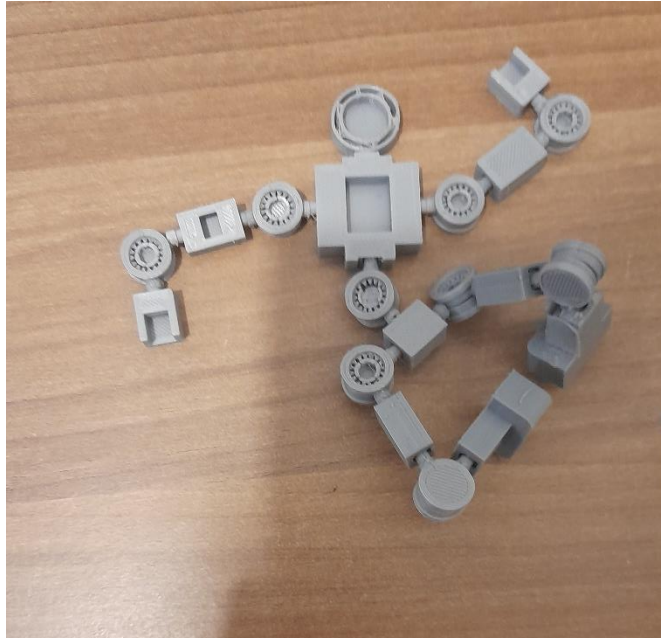


Fig 6.6 Esqueleto mostrando algunos de sus movimientos posibles. Elaboración propia.

El esqueleto demostró un alto rango de movimiento gracias a sus articulaciones, pudiendo adoptar amplia variedad de poses.

El esqueleto cuenta con 28 puntos de articulación (o en otras palabras 28 rotaciones independientes realizables), sin embargo varios de estos resultan redundantes y son solo producto de la simetría que generan las articulaciones al estar unidas en dos puntos, solo una articulación no sufre de esto y es el cuello que cuenta con un solo eje de rotación.

El esqueleto sirvió como una ventana hacia lo que una figura como producto debería tener, aún si este como tal no cumplía con estas expectativas.

La figura final debe tener/ser:

- Debe tener una estética que sea identificable como algo más que solo una prueba de concepto, debe evocar alguna idea al verla y ser capaz de tener cierta “personalidad” que contribuya a una narrativa implícita en ella.

- Debe tener articulaciones que sean lo suficientemente solidas y además permitan un variado rango de movimientos sin que esta se sienta floja o frágil.

- Debe integrar las articulaciones de manera que se sientan parte de la figura, como un todo y no piezas con articulaciones insertadas solamente.

- Debe contar con más de un tipo de articulación.

Figura Final: Bosquejos

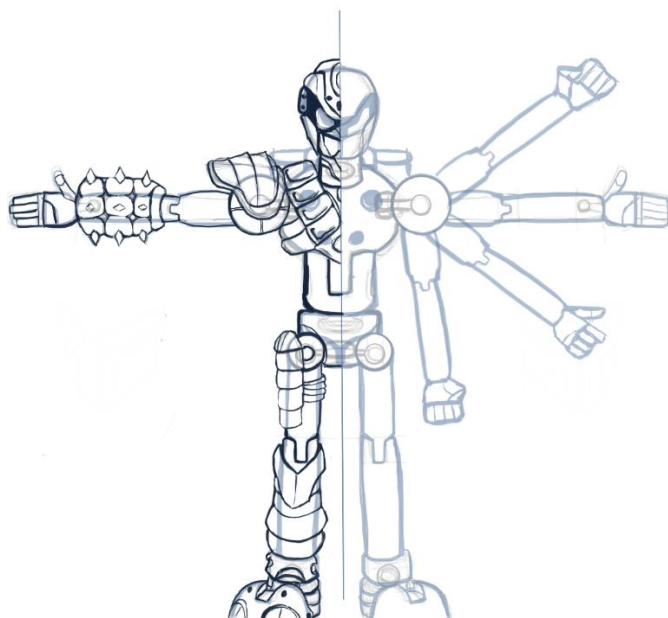


Fig 6.7 Exploración estética figura. Elaboración propia

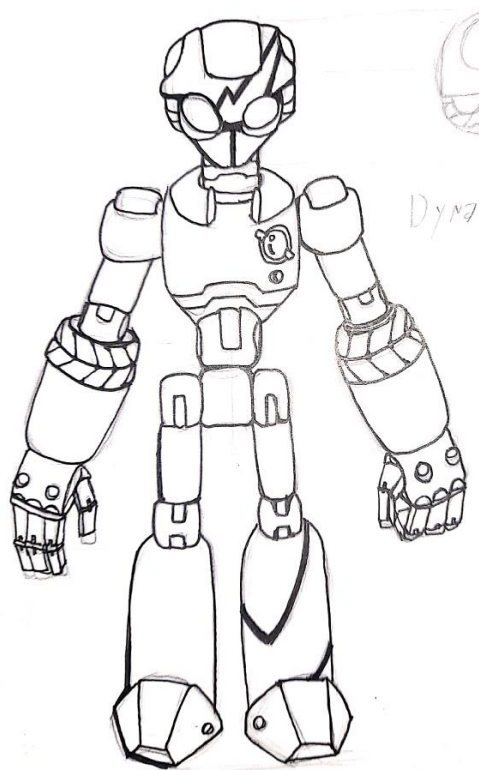


Fig 6.8 Primeros bosquejos de la figura final "Dynamo". Elaboración propia

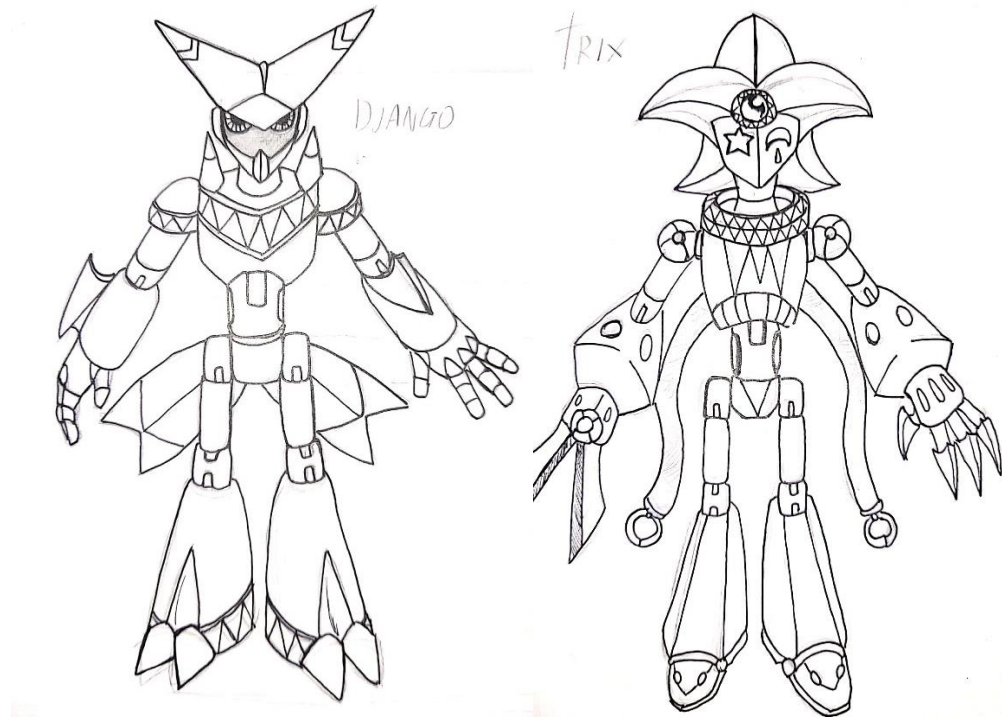


Fig 6.9 Bosquejos de otros miembros de la familia de juguetes. Elaboración propia

La figura final fue ideada desde el principio con una estética robótica y mecánica que no intente enmascarar sus articulaciones sino que las vuelva una parte coherente de su diseño. Si bien las articulaciones finales no se habían diseñado para cuando estos bosquejos fueron realizados, estos sí son representativos de lo que se espera lograr.

El “personaje” elegido fue Dynamo, debido a que su estética más básica y plana en comparación a sus hermanos da una entrada mucho más fácil de entender a lo que sería el resto de la línea, claro que esto no significa que no tiene una identidad o que no intenta evocar ciertas ideas o conceptos, es solo que estos se vieron más reflejados en su diseño actualizado en el modelado 3D.

Modelado Figura Final: Concepto y estética.

Para llevar a lo físico estos diseños se utilizaron los programas de modelamiento 3D Rhinoceros y Blender, siendo el primero la herramienta más acercada a la realidad utilizando proporciones y medidas exactas, y el segundo programa siendo la herramienta utilizada para generar las formas más complejas de la manera más cercana al bosquejo posible de manera rápida y fácilmente editable. En el caso de Blender, este también fue elegido debido a que era una herramienta con la que ya se sabía trabajar para diseñar piezas complejas, aún si es a modo conceptual.

En primer lugar se modelaron las piezas en Blender, para luego ser editadas y ajustadas a las medidas correctas en Rhinoceros.

Como se discutió anteriormente Dynamo fue la figura elegida para ser realizada, se decidió expandir sus características basadas principalmente en su nombre, denotando movimiento y energía. Se llegó a elegir una personalidad más activa, atlética, y obviamente, dinámica. Estas características se intentaron reflejar en las piezas que componen la figura.

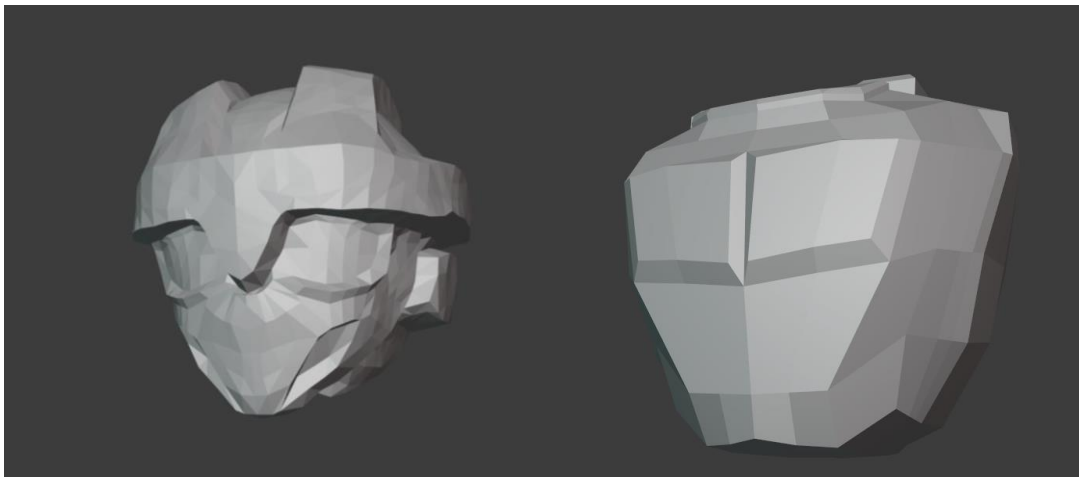


Fig 6.10 Cabeza y torso. Elaboración propia Modelamiento en Blender

Ambas intentan evocar equipamiento deportivo de seguridad, en este caso un casco con protector facial y antifaz, y una pechera.

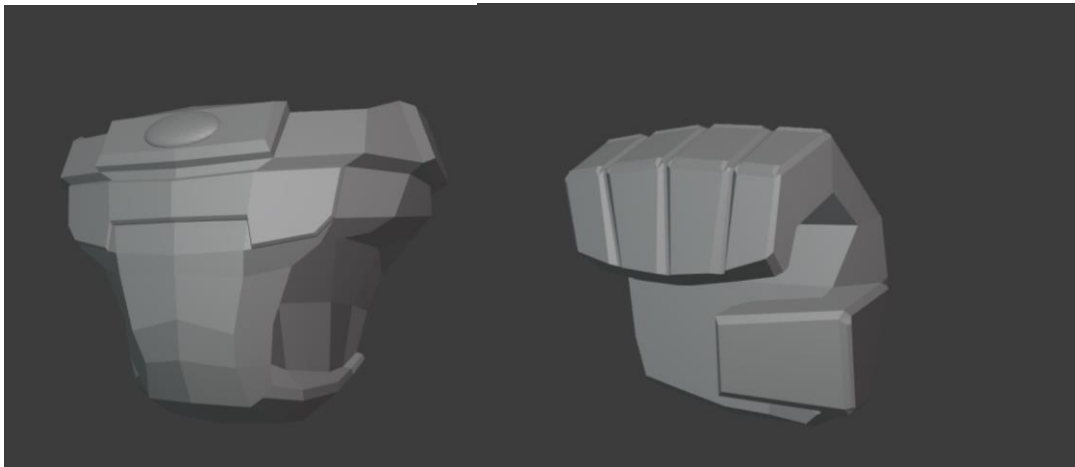


Fig 6.11 Pelvis y guantes. Modelamiento Blender elaboración propia

Mantienen la línea de equipo deportivo y además refuerzan una proporción más caricaturesca de la forma humana.

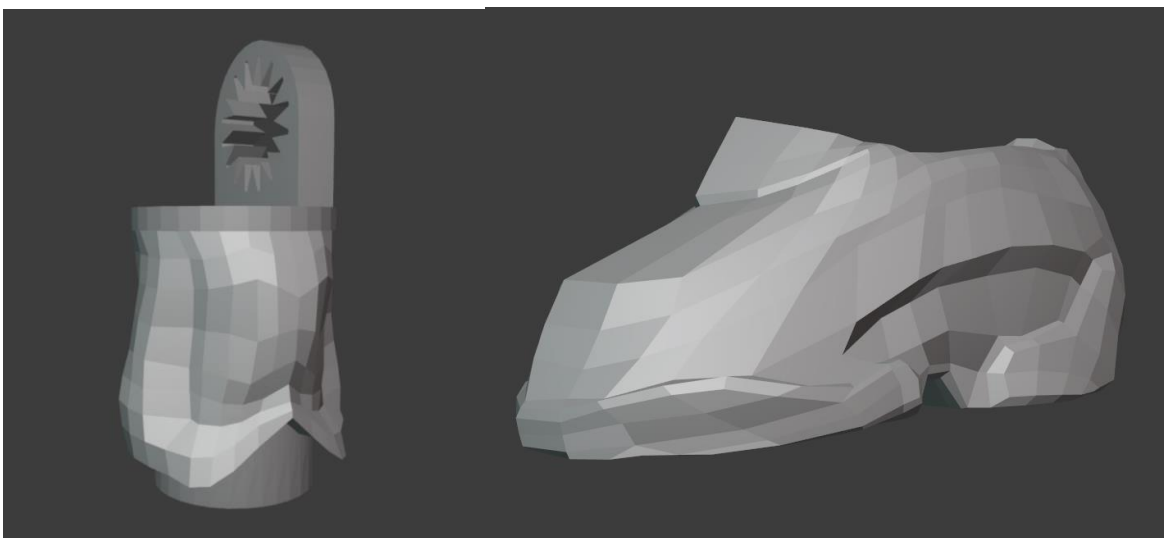


Fig 6.12 Piernas y zapatos. Modelamiento Blender elaboración propia.

Sin ser obvias mantienen la línea y además agregan cierto dinamismo y flujo a la forma

Modelado Figura Final: Función y adaptación.

Posteriormente se modelaron en Rhinoceros las partes faltantes en conjunto con las versiones finales de las ya modeladas en Blender.

En esta parte del proceso se unieron las partes con las carcasas necesarias y además se modificaron para que pudieran acomodar partes macho de las articulaciones, esto fue para poder lograr que el diseño de la figura se sienta más unificado y fluya de mejor manera. También, esto fue algo necesario para reducir la cantidad de movimientos redundantes que podían generar más potenciales fallos a la figura, además de alargar y complejizar el proceso de inserción de articulaciones.

Finalmente, se agregaron detalles que resultaban más fáciles de implementar por medio de Rhinoceros, tanto estéticos como para balancear mejor la silueta de la figura y que su esqueleto no quede tan visible.

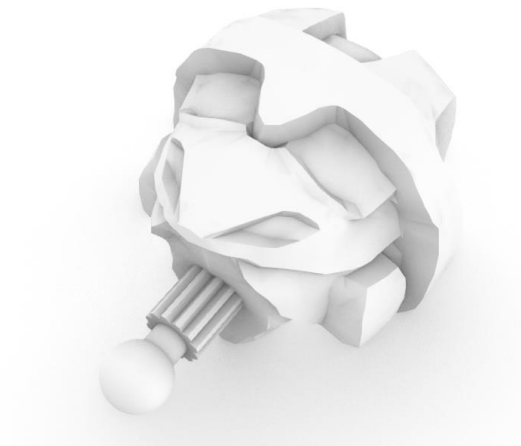


Fig 6.13 Unión entre cabeza y articulación tipo Bola. Modelamiento Rhinoceros 3D Elaboración propia.

La cabeza tiene un tubo que se desliza en una articulación tipo bola que se encuentra inserta en el torso de la figura. Esto se hizo con la intención de que diera un rango de libertad mayor a la cabeza, más que rotar en torno a un eje.

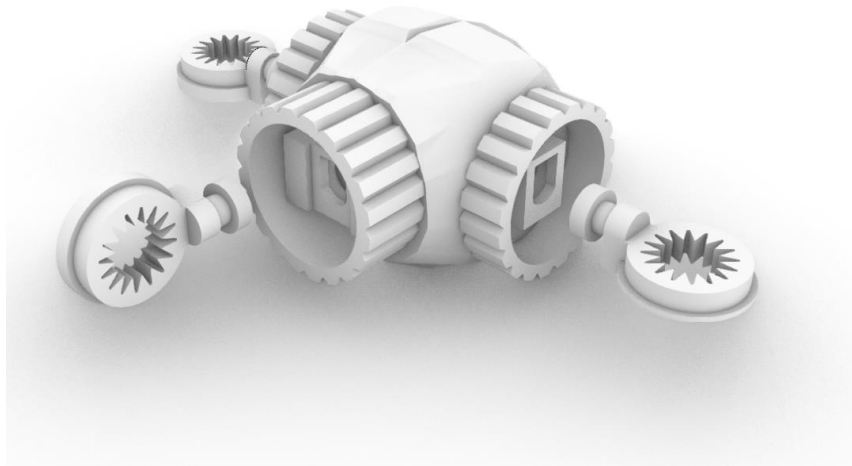


Fig 6.14 Torso final con carcasas y articulaciones que irán insertas. Modelamiento Rhinoceros 3D
Elaboración propia.

El torso debió ser modificado para tener las aperturas necesarias para las articulaciones también recibió anillos dentados similares a los de un dinamo usado antiguamente en bicicletas, esto refuerza su calidad de robot, un ente mecánico, y hace alusión al nombre de la figura.

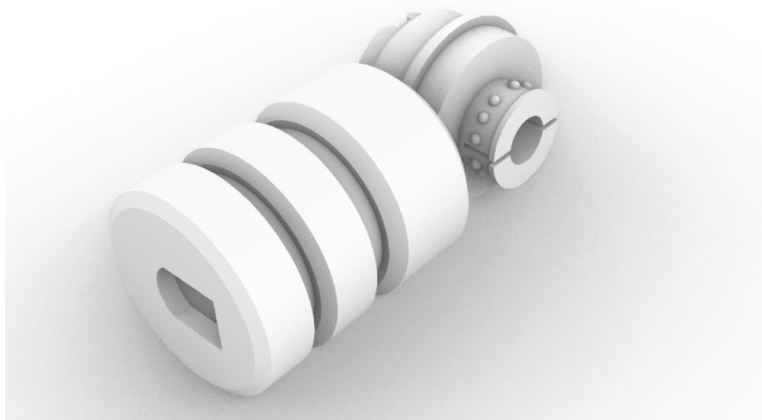


Fig 6.15 Bíceps y muslo final con unión tipo macho de la articulación como parte de la pieza. Modelamiento Rhinoceros 3D Elaboración propia.

Se decidió usar formas más simples para los brazos y muslos, debido a que estas piezas condicionan 4 movimientos distintos cada uno. Se unió la pieza macho de las articulaciones para reducir la cantidad de movimientos redundantes y darle mayor solidez a la figura.

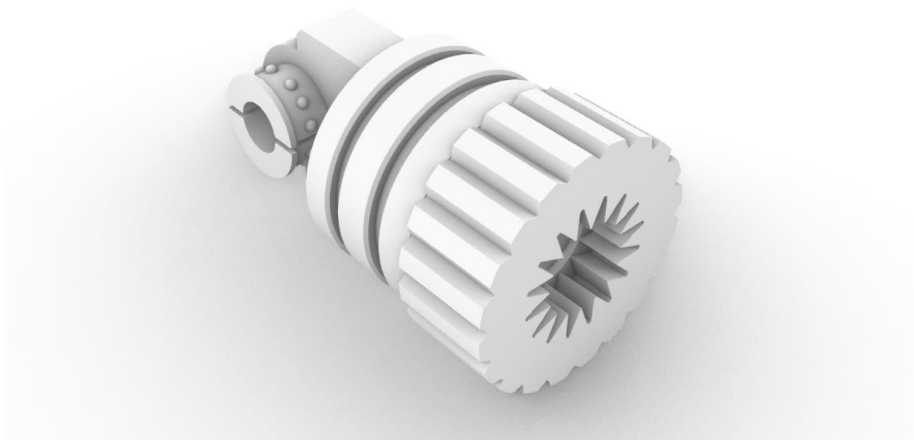


Fig 6.16 Brazo con unión tipo macho y en el codo y hembra en la muñeca. Modelamiento Rhinoceros 3D
Elaboración propia.

El brazo fue modelado solo en Rhinoceros debido a que este debe utilizar dos tipos de unión distinta, en realidad son ambas partes de las articulaciones empleadas de manera que sean parte de la pieza también. En términos de estética esta mantiene las características mecánicas de otras piezas, con su propio anillo dentado de dinamo.

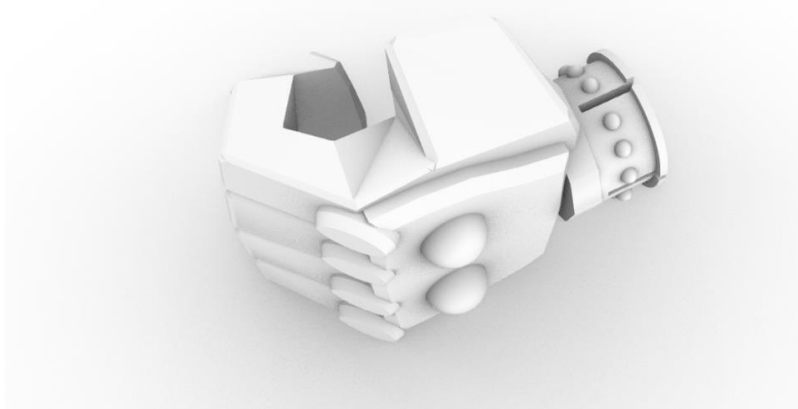


Fig 6.17 Mano con unión tipo macho. Modelamiento Rhinoceros 3D Elaboración propia.

La mano fue modificada para que pudiera unirse al brazo utilizando una articulación tipo macho que le permitiera rotar sobre su eje.



Fig 6.18 Pelvis modificada con unión tipo macho de la articulación y carcasas. Modelamiento Rhinoceros 3D
Elaboración propia.

La pelvis tuvo que ser severamente modificada para acomodar los movimientos y uniones que se esperaban de ella, es por esto que su forma tuvo que ser simplificada y recubierta con lo que se podía utilizar del modelo original.

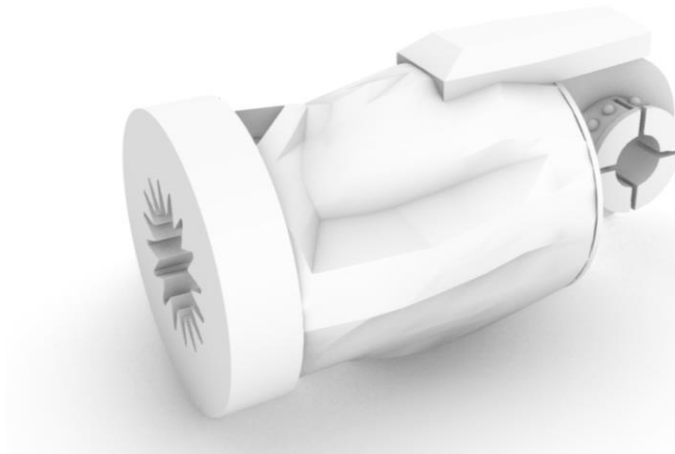


Fig 6.19 Piernas modificadas con unión tipo macho en la rodilla y hembra en el tobillo. Modelamiento Rhinoceros 3D
Elaboración propia.

Las piernas a diferencia de los brazos se hicieron a partir de una pieza simple que tuviera ambas partes de la articulación y se cubrió a esta con el modelado más complejo hecho en Blender, aún así se agregaron detalles para disimular un poco este proceso y acercar más la pieza al resto de sus hermanas en términos estéticos.

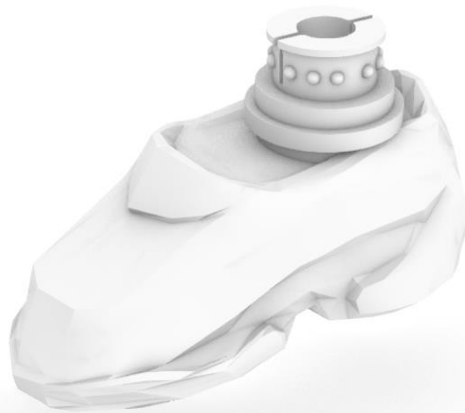


Fig 6.20 Zapatilla con unión tipo macho de la articulación. Modelamiento Rhinoceros 3D Elaboración propia.

Se modificó la zapatilla para que esta tuviera una unión tipo macho y que esta tenga cierta separación de la zapatilla como tal para que esta no interfiriera con el ensamble del tobillo.

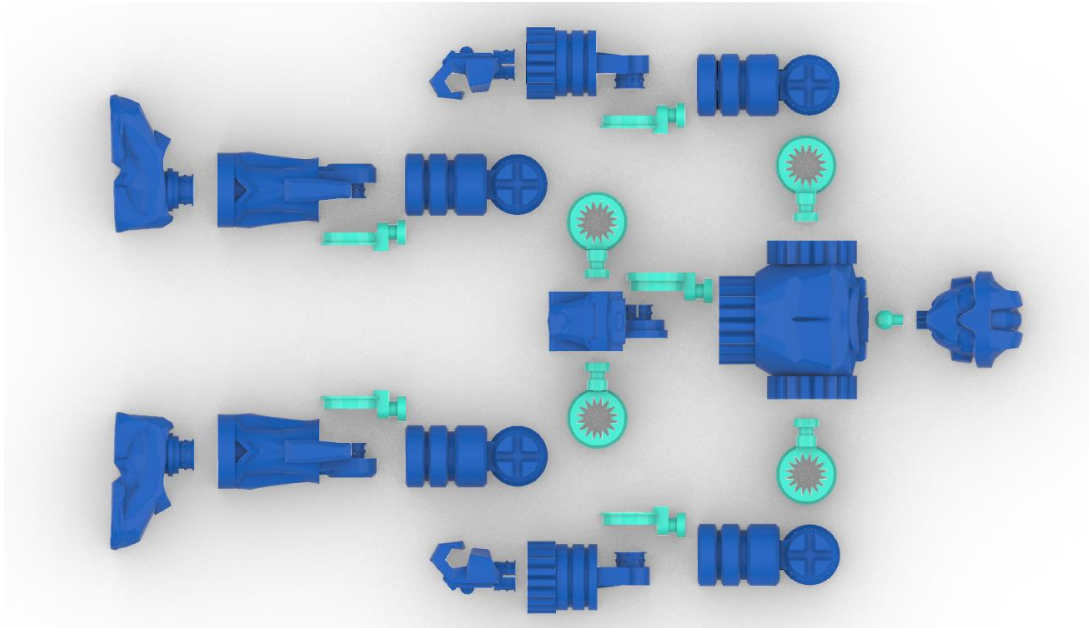
Figura Final: Impresión

Fig 6.21 Todas las piezas y articulaciones necesarias para completar la figura. Elaboración propia.

Antes del modelamiento y posterior impresión de las piezas de la figura final se imprimieron las articulaciones que se consideraban necesarias. Estas fueron impresas con filamento ABS debido a que este de por sí ya es un material utilizado comercialmente en la producción de juguetes, promete mayor resistencia al roce y movimiento constante que requiere un juguete y además sirve como prueba del uso de materiales alternativos y su interacción con el PLA que es el filamento más común en impresoras 3D de inyección.



Fig 6.22 Articulación completa y separada impresa en filamento ABS. Elaboración propia.

Las articulaciones probaron ser superiores a las anteriormente impresas con filamento PLA, dando mayor resistencia a la hora de rotar sobre su eje interno, en conjunto con flexibilidad a la unión.

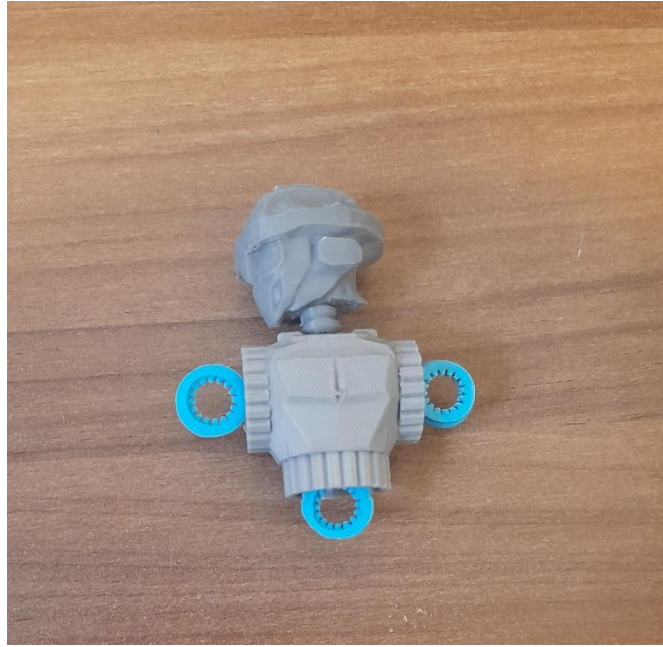


Fig 6.23 Torso de la figura unido a la cabeza con 3 partes hembra de la articulación insertadas. Elaboración propia.

Las articulaciones impresas en ABS resultaron ser incluso más efectivas a la hora de ser insertadas, debido a su mayor flexibilidad se adecuaban mejor a la forma de la carcasa, provocando así una rotación más cómoda y sin miedo a que estas se quiebren.

Aún con el éxito de las articulaciones de ABS, la articulación tipo bola en el cuello no funcionó como se esperaba, mantenía a la cabeza en su lugar si, pero de manera muy floja, sin realmente permitir rotaciones más bien un baile constante que no deja que la cabeza se quede quieta por demasiado tiempo.

Por último, las piezas del torso y la cabeza se comportaron de manera adecuada y ambas fueron impresas sin mayor problema. La complejidad de la cabeza especialmente resultaba preocupante a esta escala, pero resultó ser bastante fiel al modelo, con la escala ayudando a enmascarar detalles menores del proceso de modelado. En el caso del torso con los anillos dentados, se pensó que podrían necesitar soportes, pero al igual que el caso de las carcasas aún si estos eran sugeridos por los programas de impresión, no fueron necesarios.

Si se fuera a cambiar algo en el futuro, sería la unión tipo bola de la cabeza, esta sería reemplazada por un eje externo como el resto de las articulaciones, para mayor resistencia.

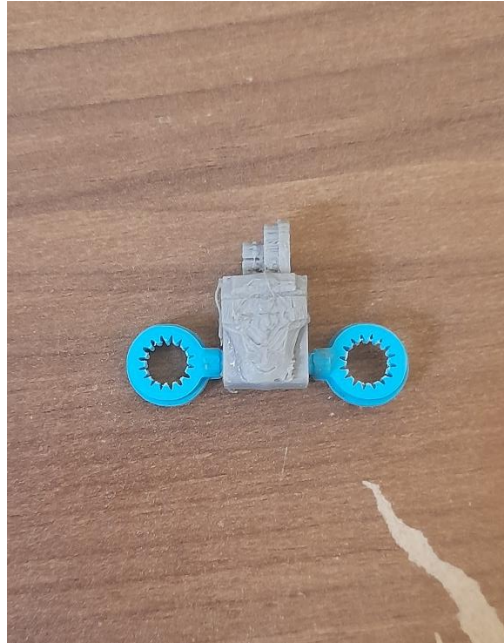


Fig 6.24 Pelvis impresa con articulaciones insertadas. Elaboración propia.

La pelvis debió ser modificada un par de veces para lograr que su unión con el torso no quedara bloqueada por material de exceso de parte de la cintura, una vez resuelto eso funcionó más allá de las expectativas, dando un rango de movimiento “justo”, que debido a los límites impuestos por el anillo dentado del torso no hacía ver poco natural el movimiento y lo hacía ver como una compresión más que una simple rotación de eje.

Esta fue una de las piezas que más veces debió ser imprimida, debido a que es la que pasa más tiempo imprimiendo su eje de rotación, y cualquier falla en el proceso provocaba que la pieza quedara inutilizable.

En una hipotética versión corregida, esta pieza será impresa de modo que la pelvis quede mirando al frente, posiblemente modificando la base de esta para que tenga mayor estabilidad en la cama de la impresora.



Fig 6.25 Bíceps/muslo con articulación tipo hembra insertada. Elaboración propia.

El brazo debió ser modificado desde una versión alternativa que se propuso en donde la unión de las articulaciones en el hombro se veía cubierta por una pieza similar a un clip.

En el caso de la pieza original se optó por deshacerse de esta cubierta porque no se encontró una manera adecuada de implementarla a tiempo, además sabiendo que la intención era que las articulaciones como tales funcionaran como parte de la figura, cubrirlas iría en contra de ese propósito. Esta cubierta terminó siendo descartada,

También existieron piezas con articulaciones tipo macho insertadas, pero como posteriormente se analizará en el caso de las piernas, estas terminaron siendo descartadas. Ahora tanto a bíceps como muslos se les insertan articulaciones tipo hembra.

En una posible versión revisada, se le daría mayor atención a la forma de la pieza, quizá optando por una pieza menos recta también se modificaría el diseño de cruz del hombro puesto que debido a la orientación de la impresión, sufre mucho por la primera capa de adhesión.



Fig 6.26 Última pierna impresa

Elaboración propia.



Fig 6.27 Primera pierna impresa

Elaboración propia.

La pierna de a figura fue otra pieza que tomó algunas modificaciones entre cada impresión. Desde el principio se quería que esta tuviera una parte de la articulación en la rodilla, como se puede observar en la última versión de esta, pero originalmente esta fue pensada con una articulación tipo hembra.

La primera versión de la pieza resultó imposible de imprimir de manera que funcionara, debido a que la orientación de la pierna requería que una articulación tipo hembra tuviera soportes, estos fueron editados con distintas configuraciones, pero siempre resultaban unidos de tal manera al dentado que al intentar sacarlos se rompía la sección por completo. Finalmente se optó por una articulación tipo macho que es más estructuralmente solida y además se adecuó mejor a la orientación de la pierna durante el proceso de impresión.

En cuanto al dentado por debajo de la pierna, este probó si funcionar, sin embargo, los márgenes de espacio para la inserción de la zapatilla resultaron muy ajustados, y en una versión posterior deberán ser ajustados para que esta pueda entrar más profundo a la pierna.



Fig 6.28 Último brazo impreso. Elaboración propia.

Los brazos principalmente debieron ser ajustados y no modificados, incluso en el caso de aquellos que fueron considerados como fallidos, estos de alguna manera podían ser utilizados.

La parte que debió ser ajustada fue la base sobre la cual se encuentra la articulación tipo macho, esta y su combinación con el anillo que la rodea debió ser reducida para dar más espacio a la otra mitad de la articulación. Como ya se mencionó, en su versión original aún se podía usar esta pieza y unir al resto de la figura, pero el espacio reducido de rotación dificultaba el movimiento del codo y causaba tensión en toda la sección, por lo que por mantener la integridad de las uniones estas debieron ser ajustas.

Debido a que utiliza el mismo dentado que las piernas, este probó funcionar, pero no exactamente como se esperaba por lo que también tendrá que ser modificado en cuanto a sus proporciones.

En una posible versión actualizada, se extendería la longitud del antebrazo puesto que actualmente se encuentra un poco desproporcionada en comparación al bíceps.

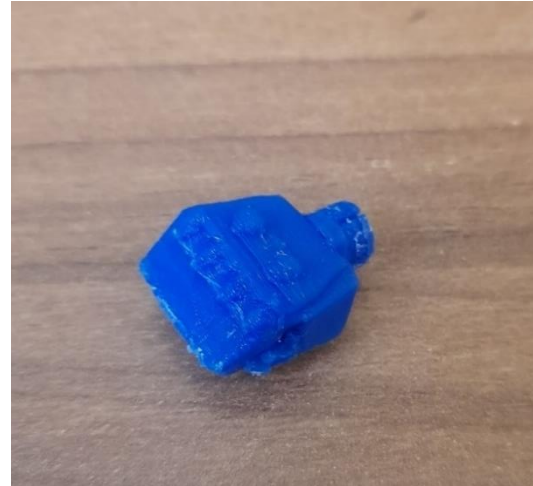


Fig 6.29 Zapatilla y puño ambos última versión impresa. Elaboración propia.

Las zapatillas y los puños son esencialmente la misma pieza, estas no sufrieron ninguna modificación durante el proceso de impresión.

Si se fuera a cambiar algo se modificaría la orientación del puño para que este no necesite soportes entre los dedos, puesto que esos fueron los más difíciles de sacar entre todas las piezas. En un caso contrario, las zapatillas gracias a la capa de adhesión ganaron algo que no fue considerado en la etapa de modelamiento, estas quedaron con una especie de suela que le da aún más de ese aire deportivo a la figura, por lo que esta si sufre cambios sería a la parte superior, no a la base.

Figura final: Completa

Fig 6.30 Figura completa ensamblada. Elaboración propia.

La figura pudo ser completada con todos los puntos de articulación que fueron considerados. Puede realizar todo tipo de poses y mantenerlas con relativa facilidad gracias al sistema de articulación que le permite sostener posiciones con la resistencia que otorga el dentado que retiene la rotación del eje interno.

La diferencia de materiales se debe a que el filamento color gris empezó a mostrar demasiadas fallas en las impresiones sin un factor vinculante entre ellas puesto que estas podían aparecer en diferentes niveles de una misma pieza en múltiples instancias de impresión. Se optó por cambiar el material, además de aumentar considerablemente el tiempo de impresión al reducir la velocidad de esta. Esto finalmente devolvió la consistencia a las impresiones dando más éxitos que fracasos, siendo estos últimos más un resultado del diseño que del proceso en sí.

La diferencia de materiales también es un factor presente en la unión de todas las articulaciones, siendo esta la combinación de ABS y PLA en las articulaciones, esta unión funcionó mejor que las articulaciones de PLA, pero no han demostrado ser mejores que las de ABS completo, esto es lógico e indudablemente son prueba de que la figura ideal sería imprimida completamente en ABS.

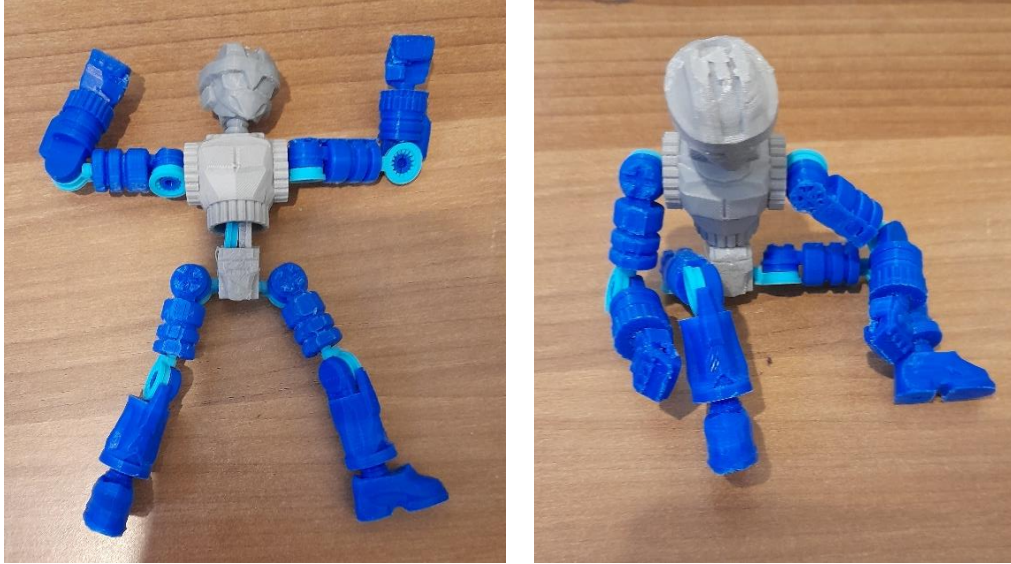


Fig 6.31 Distintas poses de la figura. Elaboración propia.

La figura actual, incluso llevando ese título, intencionalmente buscó ser realizable con el mínimo disponible para una persona cualquiera con impresora 3d, claro está que hay distintos tipos de impresora 3D, pero la utilizada en este proyecto es una de las con mayor accesibilidad y disponibilidad en el mercado. Esto en conjunto con la elección de usar primariamente filamento PLA pone a la figura al alcance de todo quien tenga una impresora 3D de inyección.

Lo que previene que la figura sea perfecta es la inestabilidad del proceso de impresión puesto que el ambiente en el que se llevan a cabo no es el óptimo y provoca que las piezas puedan tener diferencias minúsculas que interfieren con toda la integridad de la figura. Si bien estas diferencias no son suficientes como para que la figura no funcione, si se vuelven notables con tan solo comparar la resistencia de, por ejemplo, un muslo con la cadera y un bíceps con el hombro. Ambas son esencialmente la misma pieza en su diseño y función, pero debido a la imperfección del proceso de impresión estas con tan solo moverlas se nota la diferencia de resistencia entre cada una. Esto más que un detrimento del proyecto habla de la flexibilidad de este ante un proceso de fabricación irregular y no profesional. Acceso a material como el ABS sin límites e impresoras de una mayor gama solo podrían facilitar el proceso y dar un mejor resultado de manera más consistente.

Ahora bien, la figura cumple con su función, no alcanza el nivel de calidad de figuras en el mercado, pero este proceso solo se puede perfeccionar más por lo que este potencial existe para acercarse a estas o incluso siendo optimistas superar a algunas ya disponibles.

Análisis articulaciones empleadas

Como se había propuesto, se hará un análisis de las articulaciones empleadas, siendo en este caso 4 en total, 3 empleadas físicamente y una teórica que se planea utilizar en el futuro para figuras que requieran ocultar sus mecanismos y que estos no sean un estorbo para la forma.

Los factores que serán analizados son: Funcionamiento; Resistencia; Pasar del tiempo/Uso; Disimulación. Además de esto se comentarán posibles mejoras si es que se han considerado.



Fig 7.1 Esta será la pieza de ejemplo que contiene todas las articulaciones usadas. Elaboración propia.

1. Articulación quimera (parcial) presente en hombro y codo.
2. Articulación tipo bola presente en cuello
3. Eje paralelo de rotación presente en muñeca

Articulación (parcial)



Fig 7.2 Acercamiento a ambos usos de la articulación quimera parcial. Elaboración propia.

-Funcionamiento: La articulación incluso en sus peores casos funciona siempre y cuando no se vea obstruida por la pieza con la que se conecta, permite dos tipos de rotaciones y al menos en una de sus uniones se mantiene firmemente en su lugar.

-Resistencia: Como se mencionó anteriormente, la forma ideal de esta combinación sería fabricada enteramente con filamento ABS, sin embargo, a pesar de la falta de condiciones óptimas, se pudieron lograr uniones de ambas piezas que tienen una rotación firme que solo cede ante la manipulación directa.

-Pasar del tiempo/Uso: Debido a la flexibilidad de las piezas de ABS en contra de la rigidez del PLA, estas articulaciones aguantan bastante antes de aflojarse o gastarse, esto ocurrirá eventualmente, más aún en el caso de las articulaciones que salieron más afectadas por el proceso de impresión inestable, pero actualmente no se aprecia demasiado desgaste.

Disimulación: Esta es la mayor debilidad de esta articulación, puesto que requiere mucho énfasis en el modelado de las piezas para que este específicamente pueda ocultar su conexión con la articulación, esta no puede ser más pequeña debido a que actualmente la impresora utilizada no permite una escala menor.

Articulación tipo bola

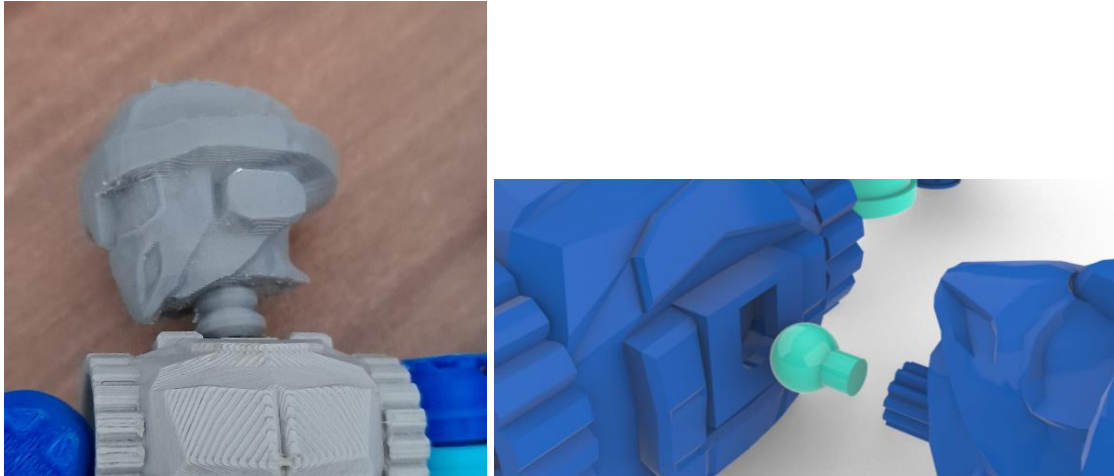


Fig 7.3 y Fig 7.4 Cuello conectado al torso por medio de articulación bola. Elaboración propia.

-Funcionamiento: En términos de su función efectivamente sirve para unir la cabeza al torso, sin embargo, en lo que respecta a permitir movimientos que le den la capacidad de posar efectivamente, falla pues esta articulación es demasiado suelta.

-Resistencia: La cabeza baila constantemente sin poder mantenerse mucho tiempo en un solo lugar

-Pasar del tiempo/Uso: No se cree posible que esta se desprenda del resto del cuerpo y debido a las condiciones actuales de la articulación es dudoso que pueda empeorar.

-Disimulación: El mayor punto a favor que tiene esta articulación es su disimulación, puesto que esta al estar recubierta con un tubo que en su exterior tiene la forma del cuello, queda totalmente oculta.

Esta articulación deberá ser replanteada o reemplazada en una futura iteración de la figura, actualmente se considera utilizar el mismo sistema que los ejes de rotación externos con sus carcasas. Si se fuera a seguir con una articulación tipo bola, esta deberá ser insertada a presión en el torso completo en vez de encajada durante el proceso de impresión.

Eje de rotación paralelo.



Fig 7.5 Acercamiento a muñeca de la figura.

Elaboración propia.



Fig 7.6 Misma función en tobillo de la figura.

Elaboración propia.

-Funcionamiento: La articulación funciona adecuadamente, permite la unión de los brazos y piernas con los puños y zapatillas respectivamente. Además, estos tienen la capacidad de rotar paralelamente al eje.

-Resistencia: Si la articulación no sufrió deformaciones en el proceso de impresión esta da una resistencia bastante adecuada, dejando que el puño o la zapatilla descansen a distintos grados de rotación sin bailar.

-Pasar del tiempo/Uso: Esta es una de las articulaciones donde el uso es más notable una vez que se separan las piezas. Sin embargo, se piensa que si se usara un material distinto esto podría dar resultados más duraderos.

-Disimulación: Actualmente se puede ver una pequeña parte de la articulación y su unión dentada, posteriormente, esto puede ser cambiado para que no sea el caso.

Esta articulación podría modificarse de manera que el eje sea más largo y su unión más profunda, así dando mayor solidez a esta y manteniéndola en su lugar, además de ocultar mejor el sistema. Otro camino considerado (en el caso de la zapatilla) es que se inserte una pieza hembra en la pierna y que esta se conecte con un eje interno que se encuentra paralelo a la zapatilla, así permitiendo que esta rote y además pivotee, dando así mayor posibilidad de movimiento y poses.

Conclusiones

Lo principal que se quería lograr en este proyecto, un esqueleto que sirviera como base iterativa de diseño para figuras articuladas, se consiguió, este se podría decir que es el mayor aporte del proyecto e investigación hechas, puesto que es lo que perdurará aún más allá de la figura que se hizo al final. La figura articulada fabricada enteramente con el medio de la impresión 3D se logró, esto se pudo lograr desde que el primer esqueleto funcionó, sin embargo, el objetivo más allá de eso era que esta tuviera las características de una figura comercial promedio, con su propia estética y personalidad, probando así la utilidad del esqueleto y el cumplimiento de su función.

Debido a que se utilizaron lo que se denominó como el “mínimo común” en términos de lo disponible para realizar este proyecto, siendo una impresora de baja gama y costo y filamento PLA principalmente con aplicaciones menores de ABS, la replicación de los resultados de este proyecto sería incrementalmente sencillo a medida que estas condiciones mejoran, con la posibilidad incluso de que se logren resultados incluso superiores. Sin dejar de lado también que desde que se empezó hasta el fin del proyecto se logró un mayor conocimiento y entendimiento del medio de la impresión 3D, esto también solo traerá beneficios a futuros intentos e iteraciones.

Considerando lo anterior, es muy probable que el tamaño de las figuras, y por ende el esqueleto, sean ajustados o cambiados de manera importante para que estos se adapten mejor al medio de la impresión 3D. Esto es debido a que a fin de cuentas el tamaño de la figura fue una medida arbitraria que buscaba imitar al mercado, sin darle mayores consideraciones, esto es algo que se debe corregir en el futuro.

El método de inserción de piezas resultó incluso mejor de lo que en algún momento se tuvo previsto en etapas preliminares del proyecto, dando paso a un sinnúmero de posibilidades aún por explorar dentro y fuera del mundo de las figuras articuladas e incluso de los juguetes como tales. Ahora bien, este debe seguir siendo estudiado para que pueda funcionar en más impresoras de manera más cómoda puesto que los márgenes aún tienen lugar para ser ajustados.

Las articulaciones de dos piezas cumplieron su función satisfactoriamente, siendo la baja gama de los materiales y medios disponibles los principales causantes de posibles inconsistencias en las articulaciones. Ahora bien, este sistema cuenta con características que lo vuelven una elección poco ideal dependiendo de la escala de la figura y la estética de esta. Puesto que requiere esfuerzo extra por parte del diseñador de las piezas para que esta pueda ser ocultada o integrada a la línea visual de la figura, sin contar si es que el intercambio de piezas es un factor coherente en una potencial línea de figuras. Es por esto que el método de inserción de piezas debe ser explorado aún más en el futuro y así brindar más opciones para futuros proyectos que busquen utilizar técnicas similares a las usadas en este proyecto. En términos de puntos de articulación la figura cuenta con 14 de ellos, con 8 de ellos con la capacidad de rotar en dos ejes distintos para mayor libertad de movimiento, esto supera incluso al referente que se tenía siendo las figuras de Sonic el erizo de 3 pulgadas del fabricante Jazwares. Esto si bien es mayor a lo que se expresó como requerimiento, cabe decir que, dependiendo de la figura, algunos de estos movimientos podrían resultar innecesarios o redundantes por lo que el aumentar o disminuir los movimientos posibles queda a criterio del diseñador que las utilice.

Tocando ahora requerimientos que terminaron no afectando demasiado el resultado final, lo cierto es que que una figura pueda mantenerse de pie por si misma no es un factor que la invalide por completo, incluso a criterio de ambos extremos del espectro de consumidores, niños y coleccionistas, puesto que el primero quiere un objeto de juego más que una pieza de exhibición, y en el caso del segundo es muy común el uso de bases genéricas o que vengan con la misma figura para mantener a estas de pie. El tiempo de impresión no es algo demasiado relevante para este proyecto en particular, puesto que un juguete en casos mucho muy específicos sería necesitado con urgencia, el tiempo requerido de esto dependiendo principalmente de la gama de la impresora disponible y cuanto esta es capaz de hacer en un solo proceso de impresión.

Consideraciones para el futuro

Principalmente se deben hacer más pruebas con nuevos tipos de articulaciones y así seguir aportando al conocimiento de estas y su factibilidad en el proceso de fabricación. Si bien lo ideal sería poder producir una figura cuyas uniones se produzcan completamente en el proceso de impresión y así asegurar la solidez de la figura, también se deben analizar las posibilidades de usar este método con otros ya probados en otros proyectos, y definir de qué manera es que el proceso de fabricación de juguetes se vería más beneficiado, contribuyendo así más conocimiento aún a este tema.

Siguiendo con el tema de las articulaciones, es cierto que en el proyecto la estética de la figura complementaba el hecho de que estas quedaran semi descubiertas, pero si se desea expandir el uso de esta metodología será necesario explorar más maneras de implementarlas de manera que no sobresalgan cuando no es la idea.

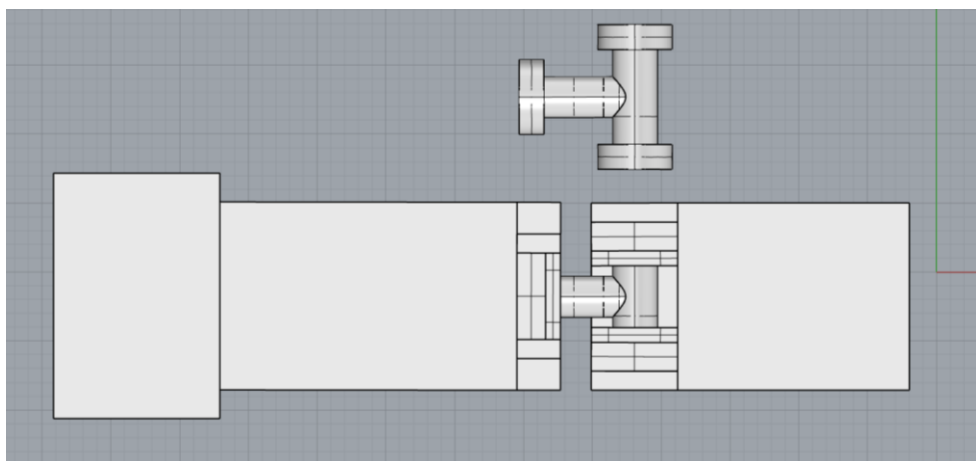


Fig 8.1 Modelamiento conceptual de un nuevo tipo de articulación más fácil de ocultar. Modelamiento en Rhinoceros 3D elaboración propia

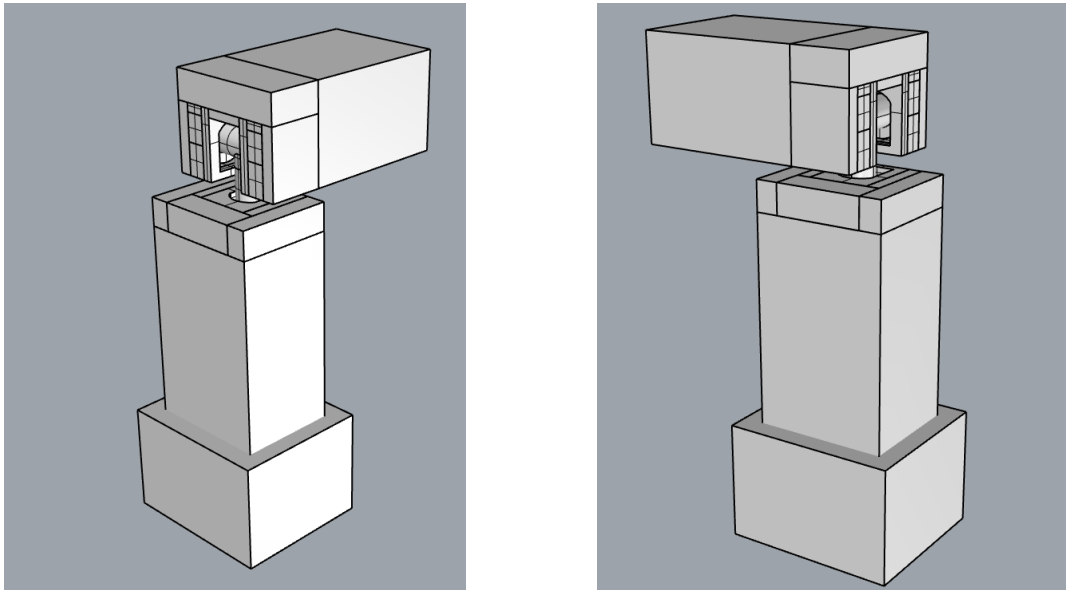


Fig 8.2 Rotaciones y movimientos posibles.

Esta nueva articulación apodada triple por sus 3 puntos de inserción se teoriza que podría ser la respuesta a este dilema de ocultar articulaciones en figuras que lo necesiten. Ahora bien, no es una mejora completa puesto que esta, al no ser posible dividirla, requerirá mayor precisión a la ahora de ser insertada en el proceso de impresión, sin embargo a cambio podría ser la articulación más segura de todas y la más disimulada en su función.

También existe el terreno poco explorado que fue la materialidad en el proyecto, si bien se habló al respecto, dejando como material superior al ABS en términos generales, es cierto que con el pasar del tiempo cada vez existen más materiales disponibles dentro del mundo de la impresión 3D, por lo que en el futuro será necesario experimentar con estas nuevas opciones y darle lugar a factores no discutidos en este proyecto como la sustentabilidad. Aún hay mucho lugar para experimentos e iteraciones con sinnúmero de materiales disponibles que pueden ser utilizados en la impresión 3D. Ej: Nilon, acrílico, HDP, materiales con carga de fibra de vidrio o carbono, flexibles, híbridos, etc.

Otra avenida que se puede seguir en el futuro sería la de los juguetes más allá de las figuras articuladas, como es que lo aprendido en este proyecto podría aplicarse a otros tipos de juguetes como vehículos miniatura o juguetes mecánicos o motrices, escenarios de juego, etc. Este conocimiento tiene un potencial de traer mejoría al proceso de fabricación o mayor durabilidad a estas categorías que está sin explorar actualmente.

Siguiendo por el camino de ir más allá de las figuras articuladas, este proceso podría ser utilizado en más que solo juguetes, aquí se encuentra el precedente de la inserción de articulaciones en el proceso de impresión, y si bien en los intereses de este proyecto las articulaciones son pensadas para juguetes, estas podrían servir para otro tipo de productos, al igual que como se mencionó cuando se discutió la posibilidad en otros tipos de juguetes, esto no tiene por qué limitarse solo a juguetes articulados.

Finalmente, y como se habló en un principio en la introducción de este proyecto, lo que inició todo este proceso fue el descontento que se tenía con la industria de juguetes y figuras articuladas actual,

donde la presentación de una marca predomina por sobre la función y la forma, contrario a la época dorada del diseño de juguetes donde esta era la pieza esencial de toda una franquicia, hoy en día no es más que un vehículo para la promoción de propiedades intelectuales, ni siquiera siendo su propia rama de esta, solo una pieza más de mercancía. Por todo esto es que se decidió dar libre acceso a los archivos que componen a las articulaciones, ensambles y el esqueleto de la figura, para así ayudar a que los diseñadores y todo aquel interesado en el diseño de juguetes puedan recuperar y hacer suyo nuevamente lo que para opinión del responsable de este proyecto fue robado y homogeneizado. Es por esto que será necesario analizar la mejor plataforma de difusión para estos modelos, de manera que puedan ser fácilmente encontrados por todo aquel que lo necesite.

Referencias

- Díaz, E, (2021, 22, 02), VINTAGE NEWS FOOTAGE COVERS THE '80S STAR WARS TOY CRAZE, Nerdist, <https://nerdist.com/article/vintage-footage-80s-star-wars-toys/>
- Errera, R, (2022, 10, 06) 3D Printing Statistics (2022 Additive Manufacturing Data), Tonerbuzz, <https://www.tonerbuzz.com/blog/3d-printing-statistics/>
- Ye, R, (2022, 30, 04) 3D Printing in the Toy and Games Industries, 3ERP, <https://www.3erp.com/blog/3d-printing-in-the-toy-and-games-industries/>
- Lotman, Juri (2011). The place of art among other modelling systems. *Sign Systems Studies* 39 (2/4):249-269.
- Thibault, M.(2016), The meaning of Play-playfulness as a semiotic device.
- Kudrowitz, Barry & Wallace, David. (2010). The play pyramid: A play classification and ideation tool for toy design. *Int. J. Arts and Technology*. 3. 10.1504/IJART.2010.030492.
- Heljakka, Katriina. (2018). Toy design universals for the 21st century: Designing play value in toys for children, adults, and transgenerational players.
- Toy Industry Association, (2013), Toy Industry Product Categories, https://www.toyassociation.org/App_Themes/tia/pdfs/membership/definitions.pdf.
- Piaget, J. (1965). The stages of the intellectual development of the child. *Educational psychology in context: Readings for future teachers*, 63(4), 98-106.
- Lillard, A. S. (2015). The development of play. *Handbook of child psychology and developmental science*, 1-44.
- Gamache, M. (2018). Guidelines for First and Third-Person Mimetic Fantasy Toy Design for Ages 7-12.
- Su, A., & Al'Aref, S. J. (2018). History of 3D printing. In *3D Printing applications in cardiovascular medicine* (pp. 1-10). Academic Press.
- Michigan Institute of Technology, Toy Design Aesthetic, MIT Toy Lab, <http://web.mit.edu/sp.778/www/Documents/Lecture8.pdf>
- Heljakka, K. (2019). Toys and universal guidelines for design: a designerly perspective on playability of character toys. *Proceedings of Universal Design*, 474.