



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE DISEÑO
MENCIÓN INDUSTRIAL



DISEÑO DE JUGUETE DE MONTAJE MECÁNICO PARA NIÑOS

Memoria para optar al Título Profesional de Diseñador Industrial

JOAQUIN IGNACIO BUSTOS BELLO

Profesor Guía: Osvaldo Muñoz Peralta

Santiago, Chile 2014

“En un universo de objetos fieles y complicados, el niño se constituye, apenas, en propietario, en usuario, jamás en creador; no inventa el mundo, lo utiliza”.

(Roland Barthes , Mitologías, 1957:33).

A mis padres por su apoyo incondicional, a Daniela por creer en mi y a todos los profesionales que con su conocimiento aportaron en las distintas etapas de este proyecto. Finalmente, a Osvaldo Muñoz Peralta por compartir que el diseño de un juguete es una de las cosas más serias que un adulto puede realizar.

ÍNDICE

1. ÍNDICE	6-9
2. INTRODUCCIÓN	10-15
2.1. Contexto de estudio	13
2.1.1. Los juguetes nacionales	
2.1.2. Oportunidad de diseño	
2.2. Planteamiento del proyecto	14
2.3. Objetivos	14
2.4. Metodología de trabajo	14
2.5. Alcances	15
3. ANTECEDENTES	16-43
3.1. El juguete de construcción y el desarrollo cognitivo	19-24
3.1.1. Definición de juguete de construcción	
3.1.2. Desarrollo cognitivo y motor	
3.1.3. Juguete de montaje mecánico y juego	
3.1.4. Los niveles de interacción con el juguete.	
3.2. El juguete de montaje mecánico y sus partes	25-36
3.2.1. La estructura	
3.2.2. El sistema de fijación	
3.2.3. Mecanismos	
3.3. El material como parte del lenguaje del juguete	37-39
3.3.1. La madera en los juguetes	
3.3.2. El plástico en los juguetes	
3.4. Referentes	40-43
4. ANÁLISIS PARA EL DISEÑO	44-59
4.1. Fundamentos de diseño aplicados a la construcción del sistema mecánico y la estructura del juguete.	47-57
4.1.1. La forma de los mecanismos	
4.1.2. La forma en la estructura	
4.2. Normativas de los juguetes	58-59

5. PROPUESTA DE DISEÑO	60-85
5.1. La elección de los mecanismos	63-80
5.1.1. Engranajes	
5.1.2. Estructura	
5.1.3. Cruz de ginebra	
5.1.4. Las poleas	
5.2. Sistema de fijación	81
5.2.1. La apilabilidad de elementos	
5.3. Elementos de entrada y salida. Su relación con el usuario.	
5.3.1. La manivela	
5.3.2. La bobina	
5.4. Resultados	84
6. FABRICACIÓN	86-97
6.1. El material como propuesta de valor	89
6.1.1. Retazos de madera. Alianza con el sector secundario	
6.2. La construcción de los mecanismos	91
6.3. La construcción de la fijación	92
6.4. La construcción de la estructura	93
6.4.1. El matrimonio de piezas	
6.5. Terminación	95
6.6. Resultados	96
7. EVALUACIÓN	98-115
7.1. Evaluación del prototipo integral	101-114
7.1.1. Caso a caso	
7.1.2. Resumen de los resultados	
8. CONCLUSIONES	116-119
9. BIBLIOGRAFÍA	120-125
10. ANEXOS	126-143

I. INTRODUCCIÓN

Contexto de estudio

Planteamiento del proyecto

Objetivos

Metodología de trabajo

Alcances

Contexto de estudio

Los juguetes nacionales

La industria nacional del juguete tuvo su auge entre los años 1915 -1975, siendo los años venideros sólo una sombra de lo que fueron esos tiempos, por lo que parecería lógico no escatimar esfuerzos que estén dirigidos a proponer, mejorar y aumentar la oferta de juguetes diseñados y fabricados en el país.

En los últimos años, tanto en el país como en el mundo, los juguetes que generan habilidades en los niños, específicamente camiones para armar y puzzles, han tenido un crecimiento sostenido en la demanda, que responde a factores socioeconómicos y culturales donde los padres han comprendido el valor del juego en relación al desarrollo de los niños, por lo que tienen la disposición y el interés en invertir más en ellos ¹.

Oportunidad de diseño: un juguete de construcción en madera

Todo juguete tienen la capacidad de entretener, y a lo largo de la historia se le ha reconocido su rol fundamental en el proceso de aprendizaje y desarrollo del niño ². En este proceso, el juego de construcción, surge como respuesta a la necesidad de descubrir del niño³, utilizando juguetes que buscan desarrollar estructuras de conocimiento más apegadas a la realidad que a la fantasía del niño⁴, donde las ideas deben ser construidas en base a objetos que le impone la realidad.

En los antecedentes se observa que los objetos utilizados en el juego de construcción se complejizan a medida que el niño crece, siendo pocas las empresas nacionales que optan por materiales alternativos al plástico para crearlas, relegando la madera a las primeras etapas del juego, donde los objetos tienen formas simples factibles de ser fabricados

con máquinas tradicionales. No obstante lo anterior, las tecnologías CNC (Control Numérico Computarizado) dan la posibilidad de fabricar piezas de madera con formas más complejas, pequeñas y de mayor precisión, exigencias necesarias para poder concebir un juguete de montaje mecánico en madera.

La madera es un material noble por definición, y esto le otorga características físicas y de apego emocional únicas al momento de interactuar con objetos que la utilicen. La madera es cálida, logra conectar al ser humano con la naturaleza y en el caso de un juguete de ensamblaje mecánico, el niño obra sus ideas y las pone en movimiento a través de objetos creados por el hombre, pero con materiales concebidos por la naturaleza. En palabras de Brio, empresa fabricante de juguetes de madera:

“Muchos adultos recuerdan sus juguetes BRIO. Por eso nos gusta decir que creamos recuerdos felices de la infancia. Y nuestra esperanza es que los niños de hoy experimentarán BRIO de la misma manera que muchas generaciones han hecho antes que ellos. Es entonces cuando sabemos que hemos tenido éxito”. (BrioWorld, 2014).

Es en este contexto donde el diseñador tiene un rol fundamental que implica proyectar un sistema de piezas factibles de ser fabricadas en madera y que a su vez pueda ser entendido, utilizado por usuarios que aún se encuentran en etapa formativa, tanto física como cognitiva.

1. Crece demanda por juguetes clásicos. www.economiaynegocios.cl

2. Barnett, Anny Richard (2000). El pensamiento de su Bebé. Argentina: Javier Vergara, Editor. Aristoteles, Piaget, Vigotski y Schiller. Citados en Sarlé, P, Rosas, R. (2005). Juegos de construcción y construcción del conocimiento, pág. 25. Argentina.

3. Según la Asociación de Investigación de la Industria del Juguete (AIJU) y el sistema de clasificación ESAR.

4. Sarlé, P, Rosas, R. (2005). Juegos de construcción y construcción del conocimiento, pág. 132. Argentina.

5. Brio. (2014). Sitio oficial <http://brioworld.com/>.

Planteamiento del proyecto

Este proyecto trata de un juguete de ensamblaje que posee elementos mecánicos. Consiste en una estructura de madera armable a la que se pueden conectar distintos elementos móviles, que pueden ser reconfigurados por el niño de acuerdo a diferentes patrones que va descubriendo mientras interactúa con el juguete. Está compuesto por una estructura, un sistema de fijación y elementos mecánicos; la conjugación de estas partes es necesaria para poner en funcionamiento los elementos de rodadura y las distintas partes del juguete. Permite que el niño descubra y comprenda el movimiento y conceptos asociados a éste. Fuerza, velocidad, dirección, sentido y relación causa-efecto son descubiertos y entendidos a través del armado y desarmado del juguete.

Objetivos

Objetivo General

Generar un juguete de montaje mecánico que incentive al usuario a descubrir y generar nuevas configuraciones mediante la conexión de distintos elementos.

Objetivos Específicos

Permitir que un niño pueda conectar las piezas del juguete sin necesidad de herramientas adicionales para facilitar el armado/desarmado de los objetos.

Permitir que los elementos puedan ser dispuestos en uno o dos planos para aumentar la capacidad combinatoria del juguete.

Proponer una estructura modular para aumentar la cantidad de formas posibles con un mismo número de piezas.

Metodología de trabajo

A continuación se establecen las fases del proceso de diseño utilizadas en el presente proyecto, estableciendo a priori una relación cíclica entre ellas en un proceso iterativo y no lineal.

Investigación exploratoria

Esta etapa, a través de la revisión bibliográfica buscó contextualizar el problema, extrayendo y recopilando información que profundizó el cómo han sido diseñados los juguetes de montaje mecánico, identificando los elementos que lo componen, su funcionamiento físico y su rol en el desarrollo psicomotor y cognitivo del niño.

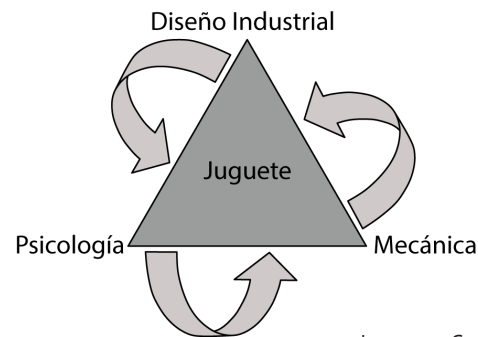


Imagen 1. Cuadro resumen

Análisis

Esta etapa buscó sintetizar los datos obtenidos en la etapa previa a través de distintos instrumentos y técnicas como matrices de análisis, observaciones y normas que permitan establecer las bases teóricas o requerimientos del juguete a proyectar.

Desarrollo

En base a los requerimientos obtenidos se tradujeron los conceptos del juguete en forma, el proceso contempló el uso de prototipos digitales hasta la fabricación de prototipos físicos en un proceso no lineal e iterativo.

Evaluación

Esta etapa contempló el desempeño de las propuestas en contextos reales de uso poniendo énfasis en la relación niño-objeto. Se evaluó el uso de prototipos físico-integrales en contextos reales con niños de diversas edades para obtener conclusiones expresadas en fichas y registros fotográficos.

Esta etapa también contempla la opinión de expertos en la industria juguetera, evaluando los distintos aspectos que involucran al juguete con el fin de ampliar las miradas sobre el proyecto.

Conclusiones

Se analizó la información obtenida en la prueba de campo y se establece en qué medida se cumplieron los objetivos planteados, proponiendo mejoras a la forma y sentando las bases para futuras versiones, con el fin de enriquecer el aporte desde la disciplina en áreas como el desarrollo de juguetes.

Alcances

Finalidades

Aportar al desarrollo de juguetes simples y nobles que rescaten el valor de los de antaño, poniendo énfasis en el rol que tiene el diseño como herramienta diferenciadora al momento de proyectar un producto.

Limites

No se pudo poner a prueba aquellas piezas que por su material (polímeros termoplásticos) requieren de procesos industriales a los que no se pudo acceder por costo y volumen. De todos modos los análisis técnicos como la resistencia de las piezas fueron realizados bajo la mirada de un ingeniero mecánico quien avalo la factibilidad constructiva de las piezas.

II. ANTECEDENTES

El juguete de construcción y el desarrollo cognitivo

El juguete de montaje mecánico y sus partes

Mecanismos

El material como parte del lenguaje del juguete

Referentes directos e indirectos

El crecimiento del sector juguetero nacional va de la mano con el mayor poder adquisitivo de padres que han optado por un estilo de vida distinto. Menos hijos y ambos padres trabajando son según Niklitschek⁶ uno de los factores que han permitido mayor inversión en el área de la educación y en material pensado para desarrollar las habilidades de los niños.

Para el autor, por sus vivencias en el ámbito, resulta de alta motivación e interés explorar el impacto que un objeto puede tener en el desarrollo cognitivo de un niño, y encantarse como promotor del desarrollo de la creatividad a través de la generación de juguetes.

De todos los tipos de juguetes factibles de ser abordados por el diseño, los de montaje mecánico destacan por plantear un desafío especial y difícil, en la medida que se le otorga al usuario la responsabilidad de armar una forma atractiva a partir de piezas que inicialmente están desarmadas e inmóviles.

En este acto de búsqueda y logro, que sitúa al juguete como intermediario entre diseñador y usuario, surgen una serie de variables de serán trabajadas en la presente investigación, con el fin de evaluar y seleccionar los principios de diseño fundamentales al momento de desarrollar un juguete.

El juguete de construcción y el desarrollo cognitivo

Definición de juguete de construcción

Un juguete siempre estará supeditado al juego, por lo que es fundamental entender la diferencia entre ambos. El juego es una acción⁷ mientras que el juguete es el objeto utilizado para desarrollarlo. En este sentido un mismo juego puede ser desarrollado con distintos juguetes, entendiendo que los últimos pueden cambiar su significado según el contexto en que se utilicen.

En función de lo anterior, la psicología propone clasificaciones en base al tipo de juego y no del juguete. Uno de estos sistemas de clasificación es ESAR⁸, que menciona los "juegos de ensamblaje" como la categoría en que se incluyen los "juegos de construcción", sin embargo postula que este término es muy amplio y no responde a las particularidades de los juegos que busca desarrollar el presente estudio, siendo apropiado hablar de ahora en adelante de "juego de montaje mecánico".

Antes de profundizar en el juguete de montaje mecánico y sus variables es fundamental entender cuál es su rol e impacto en el desarrollo del usuario al cual va dirigido entendiendo que un juguete no se limita sólo al plano físico de juego sino a la mente y la construcción de conceptos.

Desarrollo cognitivo y motor

La edad del usuario a la que estará dirigido el juguete, es una decisión de suma relevancia, ya que la infancia es un proceso formativo en el cual se debe introducir el conocimiento de forma ordenada y en base al desarrollo mental y motor que el niño posea.

6. <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=112520>

7. Definición de la Real Academia Española que hace alusión al juego como la acción y efecto de jugar.

8. ESAR es un sistema de organización y clasificación de los juegos, que permite disponerlos en distintas áreas de trabajo que desarrollan distintas habilidades del niño.

A la edad de cinco años el niño es capaz de comenzar a indagar en juegos de construcción complejos como el Meccano, realizando ejercicios simples de construcción que en edades posteriores le permitirán desplegar y plasmar en el mundo real modelos más complejos mediante este juego.⁹

En este sentido, jugar con un juguete de montaje mecánico implica que el niño logre entender los mecanismos del juguete como un conjunto, es decir, elementos relacionados bajo un mismo método de construcción que pueden ser intercalados de distintas formas modificando el resultado. Según Piaget¹⁰, esta capacidad de razonamiento es propia de un niño de 7 años (esta edad varía según los medios sociales y escolares del niño) lo cual concuerda con el diseño curricular de Buenos Aires que propone la enseñanza del movimiento mediante juegos para niños de 7 años y la malla curricular del Ministerio de Educación de Chile que incorpora desde el primer año de enseñanza básica (6 – 7 años) la asignatura de Tecnología, como instancia para conocer y comprender la relación del ser humano con

el mundo que le rodea, planteando a los alumnos problemas que deben ser analizados y resueltos mediante el diseño de objetos simples.

El conocimiento del entorno físico entiéndase tamaño, peso, sonido posibilidad de movimiento, textura o color no surgen como una materia a aprender específicamente a los 6 años, tiene su inicio en los primeros años de vida del niño y tiene un rol fundamental en la relación niño-entorno en la medida que le permite conocer su entorno y clasificar los elementos que lo conforman, a saber:

“Los niños descubren espontáneamente las múltiples posibilidades del movimiento. En primer lugar les llama la atención y observan los objetos que se mueven cerca de ellos, pero enseguida se interesan por provocar y variar ellos mismos el movimiento de todo lo que tienen a su alcance”. (Requena, M. sin año)

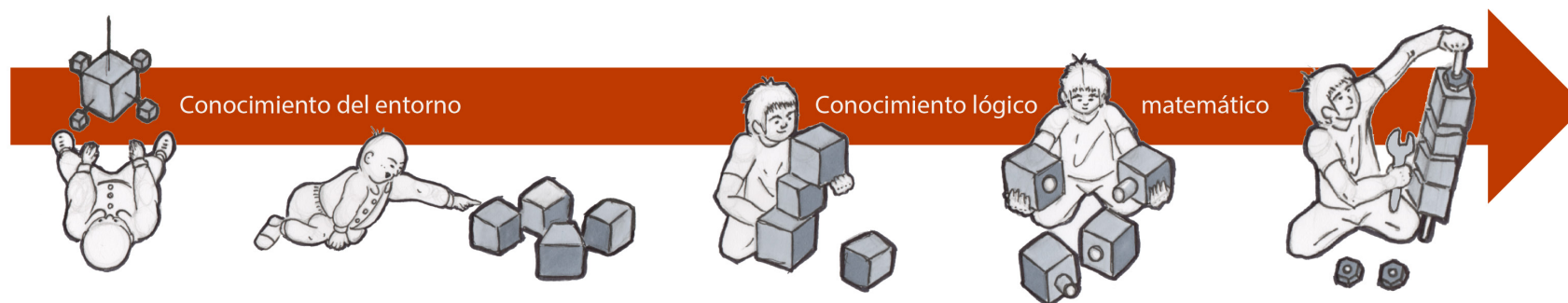


Imagen 2. El juguete y sus variables desde los “móviles” pasando por los objetos sin sistema de encaje hasta la unión de objetos mediante tornillos y herramientas.

9. Sarlé et.al.(2005). Juegos de construcción y construcción del conocimiento. Argentina.

10. Piaget, J. Seis estudios de psicología. Pp. 19. Postula que hacia los 7-8 años, por término medio (pero, repetimos, estas edades medias dependen de los medios sociales y escolares), el niño logra, tras interesantes fases de transición en cuyo detalle no podemos entrar aquí, la constitución de una lógica y de estructuras operatorias que llamaremos “concretas”.

11. Requena, M. Metodología del juego: la observación del juego. pp.9

Juguete de montaje mecánico y juego

El juguete es por lo general un instrumento versátil que puede ser utilizado para realizar distintos juegos ²², por lo tanto, pese a tener una forma de uso definida, ésta variará en función del espacio, el papel que desempeña el adulto, el número de participantes, la actividad que desarrolla el niño y el momento en que se enmarca el juego. Estos criterios son de importancia para el diseño en la medida que describe el marco en el cual se desempeña el producto incidiendo directamente sobre su funcionamiento en una triada usuario-contexto-producto.

TABLA 1. Criterios de clasificación del juego

Criterios	Clases de juego
1.1. Espacio en que se realizan los juegos	Juegos de interior Juegos de exterior
1.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre Juego dirigido Juego presenciado
1.3. Número de participantes	Juego individual Juego de pareja Juego de grupo: - relación asociativa -relación competitiva -relación cooperativa
1.4. Actividad que promueve en el niño	Juego sensorial Juego motor Juego manipulativo Juego de imitación Juego simbólico Juegos verbales Juegos de razonamiento lógico Juegos de relaciones espaciales Juegos de relaciones temporales Juegos de memoria Juegos de fantasía
1.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	Juegos de presentación Juegos de concimiento Juegos de confianza Juegos de cooperación Juegos de resolución de conflictos Juegos de distensión

12. Cantón, A. (2008). Revista enfoques educativos.

En complemento a lo anterior, cabe mencionar que existen dos clases de juguete de uso común que erróneamente se utilizan como sinónimos: juguete didáctico y juguete educativo. El juguete didáctico busca enseñar un contenido específico ya sean conceptos o procedimientos, da pocas posibilidades de jugar en libertad, por tanto es común su uso en juegos dirigidos por un educador que decide cómo y cuándo utilizarlo¹³. Ejemplos de este tipo de juguete pueden ser el ábaco para aprender a contar o un reloj para aprender la hora.

Por el contrario, el juguete educativo es aquel que busca desarrollar o perfeccionar las capacidades cognitivas y/o motrices del niño que facilitan el aprendizaje de nuevos conceptos. Ejemplos de juguete educativo son los encajes o los puzzles.

En relación al rol que cumple el educador, la psicología identifica dos grandes metodologías de aprendizaje, la conductista que tiene por protagonista al educador quien es el encargado de entregar el conocimiento de forma rígida, separándolo previamente en contenidos y métodos antes de ser aplicada en actividades individuales y grupales, por tanto puede ser asociada a un juego dirigido y la constructivista se enfoca en el educando alentándolo en la búsqueda individual del conocimiento para ser compartido posteriormente en actividades individuales o grupales, por tanto se habla de juego presenciado.

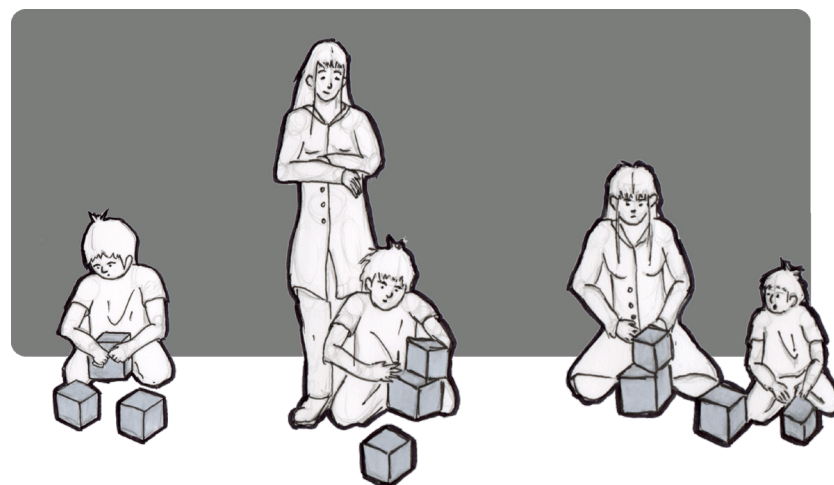


Imagen 3. Principales tipos de juego, de izquierda a derecha: Juego libre, juego presencial y juego conducido.

En este sentido, el niño que juega de forma libre con un juguete de montaje mecánico, tiene la posibilidad de explorar diferentes propiedades combinatorias y resolver los problemas que se le presentan a medida que juega, haciendo uso de sus experiencias previas y guiándose por las características formales del juguete, sin embargo no hay forma de evaluar qué es lo que ha aprendido y es posible que no supere la etapa inicial de exploración y construcción de combinatorias básicas.

13. Requena, M. Metodología del juego: la observación del juego. pp.9

Para superar la etapa de exploración surge el juego presencial o el dirigido en donde el educando puede combinar lo aprendido por sí mismo y lo que el educador le plantea. Este acto potencia las cualidades del juguete de montaje mecánico como material educativo, en la medida que le permite al educador medir que se está aprendiendo mediante instancias de preguntas, recordatorio de reglas básicas del juego o desafíos puntuales de construcción.

Las capacidades psicomotrices de un niño de 7 años son suficientes para realizar acciones complejas que involucren o no el uso de herramientas¹⁵. Por lo anterior, juguetes que requieran la manipulación de pequeños objetos entre el pulgar y las caras flexoras de los dedos, de aquí en adelante, agarres de precisión¹⁶son adecuados para esta edad.

Los niveles de interacción con el juguete

En el caso particular de los juguetes de montaje mecánico es posible establecer una constante en cuanto a la escala, aspecto funcional que determina la forma en que el niño interactúa con el objeto entregando las bases para proyectar un objeto.

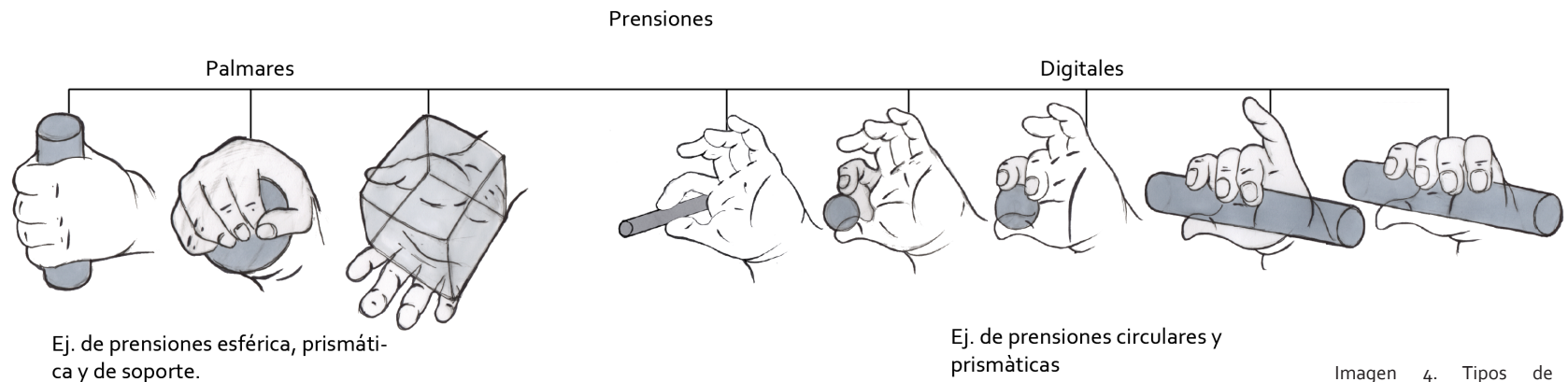


Imagen 4. Tipos de prensión

15. HENDERSON, A. (1994). Hand Function in the Child:pp. 202
- AGUAYO, I. (2008). Desarrollo cognitivo, motor y psicomotor en la infancia.
16. Arias, L. (2008). Biomecánica y patrones funcionales de la mano ,pp. 22

En este sentido y teniendo como base las medidas promedio de un niño de 6 años es posible observar que el tamaño de un objeto incide directamente en el cómo será utilizado. El uso de herramientas adicionales a las manos al momento de interactuar con un objeto responde a piezas muy pequeñas para ser manipuladas por los dígitos de la mano o bien la fuerza ejercida por el usuario no es suficiente para usar la pieza. Por tanto es una decisión de diseño que responde al modelo constructivo con que fue pensado el juguete. En el caso de sistemas integrales como LEGO las manos son suficientes para el armado de objetos, ya que el sistema de fijación forma parte de las piezas estructurales. En contraposición, el sistema MECCANO utiliza un modelo aditivo de construcción de sus piezas, siendo necesario el uso de herramientas adicionales a la mano para fijar pernos y tuercas que escapan a las posibilidades de la mano.

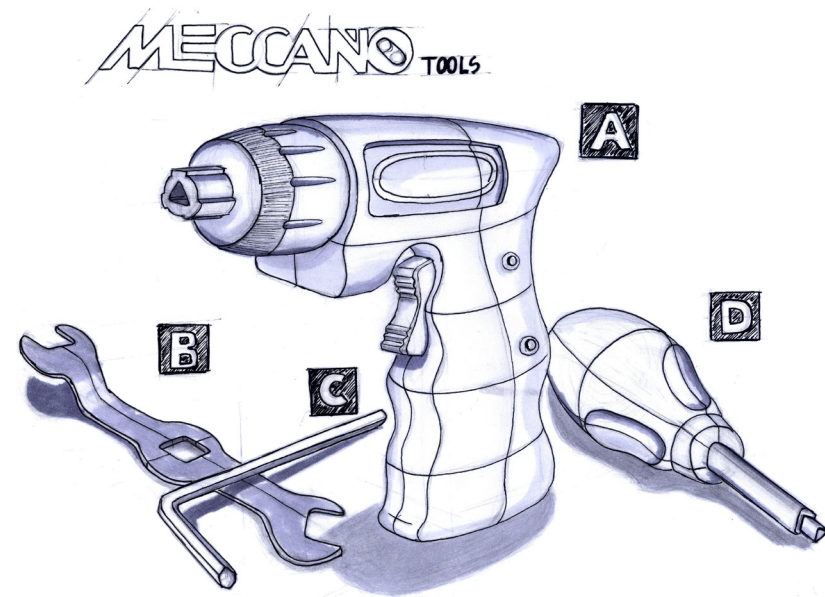


Imagen 5. Principales herramientas utilizadas por el sistema Meccano. A) Taladro a baterías que facilita la fijación de pernos disminuyendo los tiempos de trabajo B) Llave de tipo inglesa para sostener las tuercas durante el apriete C) Llave Allen para pernos con cabeza hexagonal D) Destornillador manual para pernos con cabeza triangular.

El juguete de montaje mecánico y sus partes

El juguete de montaje mecánico consisten en un sistema de piezas pensadas para ser encajadas, superpuestas y apiladas, entre otras relaciones espaciales. Este tipo de juego busca que el usuario tenga como meta “construir”. Según el Instituto Tecnológico del Juguete de España (2012), el juego de construcción y por consiguiente el de montaje mecánico implica un desarrollo físico y psicológico de competencias y habilidades como el razonamiento, la coordinación ojo-mano, la diferenciación de formas y colores, la organización espacial, la atención, la reflexión, la memoria lógica, la concentración, la paciencia y la capacidad de interpretar instrucciones. En complemento a lo anterior, Martha Glanzer ¹⁷ afirma que el juguete de construcción es capaz de estimular la creatividad del niño mediante piezas uniformes o multiformes que pueden ser utilizadas para la construcción de objetos reales o imaginarios mediante diferentes tipos de conexiones.

En relación a la morfología de un juguete de montaje mecánico, es posible diferenciar tres partes o niveles básicos que se relacionan entre sí: la estructura, el sistema de fijación y el sistema mecánico. El juguete será más o menos eficiente durante el juego, en función de cómo se resuelvan formalmente estos tres niveles.

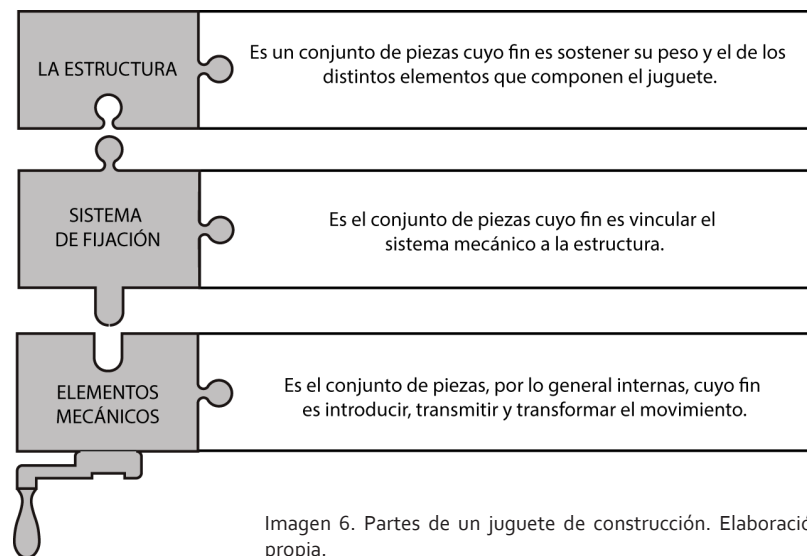


Imagen 6. Partes de un juguete de construcción. Elaboración propia.

17. Glanzer, M. (1981). *Internacional Journal of Early Childhood*. Una clasificación de los juguetes.

La estructura

Independiente del sistema de construcción utilizado en el juguete, todos deben poseer una estructura, o un conjunto de piezas por lo general rígidas y resistentes que tienen por misión soportar las cargas a las cuales se encuentra sometida ¹⁸. La RAE la define bajo palabras como: orden, distribución de partes y sustentación que son sus funciones principales dentro de un juguete. Si bien todo objeto posee una estructura, es posible identificar diferencias entre ellas que permiten clasificarlas en varios grupos, las más utilizadas en juguetes son: masivas o macizas, laminares y de entramado.

Las estructuras macizas o masivas generan volúmenes mediante la acumulación sucesiva de material dejando poco o nulo espacio entre cada bloque. La unidad mínima suele ser un bloque de piedra o arcilla que es reinterpretado en el mundo de los juguetes como un bloque de construcción de madera o plástico (ver Imagen 2), como es el caso de LEGO, juguete que responde a este sistema de construcción.



Imagen 7. Ejemplo de estructuras maciza llevada a bloques de juguete mediante bloques Lego.

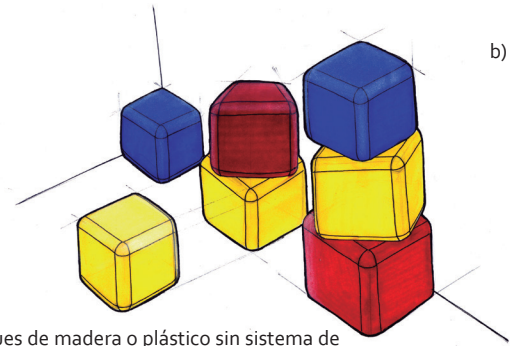


Imagen 8. Bloques de madera o plástico sin sistema de encastramiento.



Imagen 9. Bloques de construcción de la marca Exin.

18. Escribano, J. (2003). Estructuras y mecanismos. Madrid, España: Oxford University Press, pp.9

Por su parte, las estructuras laminares cubren grandes áreas con un mínimo de material, lo que implica que no soportan grandes esfuerzos en pro de un menor peso. Por lo general este tipo de estructuras se usa en conjunto con las trianguladas (Imagen 4), con el fin de darle soporte a los objetos generados. En el mundo de los juguetes es común su uso en balones, baldes o muñecos dado el poco material que requieren para ser fabricados junto a las tecnologías actuales, como la inyección de polímeros, que facilita la producción de grandes volúmenes por unidad de tiempo.

En relación a los juguetes de construcción es posible encontrar estructuras laminares en juguetes como el Meccano Turbo (ver Imagen 3), donde cumplen la función de cubrir la estructura triangulada suavizando los planos constructivos mediante placas que se asemejan más a un vehículo real.

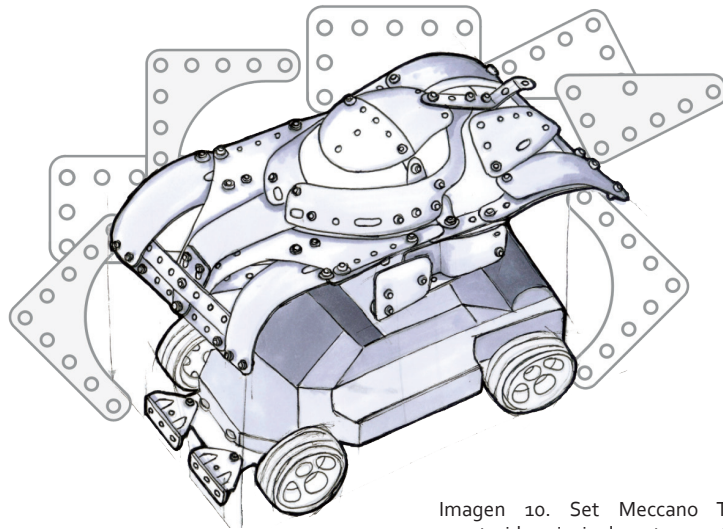


Imagen 10. Set Meccano Turbo construido principalmente a partir de placas.

Las estructuras de entramado buscan generar volúmenes más ligeros que los macizos. Los elementos verticales y horizontales que la conforman por lo general están trianguladas para conseguir una estructura más fuerte. Suelen ser perfiles de acero o madera unidos entre sí mediante soldadura, roblones o escuadras que servirán como elemento estabilizador. Este sistema de construcción es llevado al mundo de los juguetes a través del Meccano (ver Imagen 5), que mantiene los principios de construcción a través de vigas metálicas o plásticas unidas entre sí mediante pernos y tuercas.

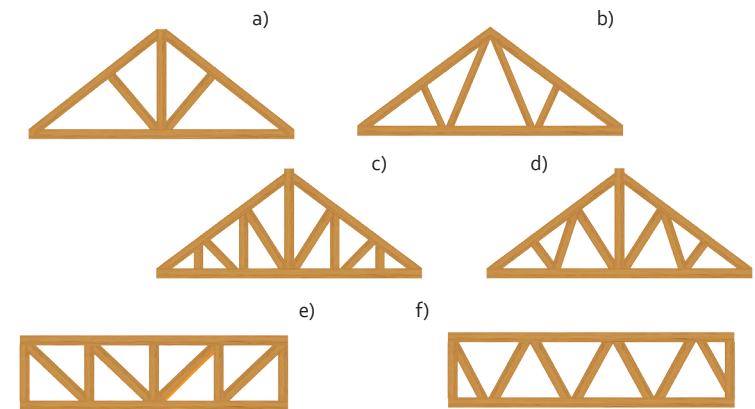


Imagen 11. Realización propia a partir de Estructuras y mecanismos¹⁹. Ejemplo de estructuras de madera triangulada o cerchas en base a tablonés: a) Española, b) Polonceau, c) Americana, d) Alemana, e) Pratt, f) Warren.

19. Escribano, J. (op. cit., p.10)

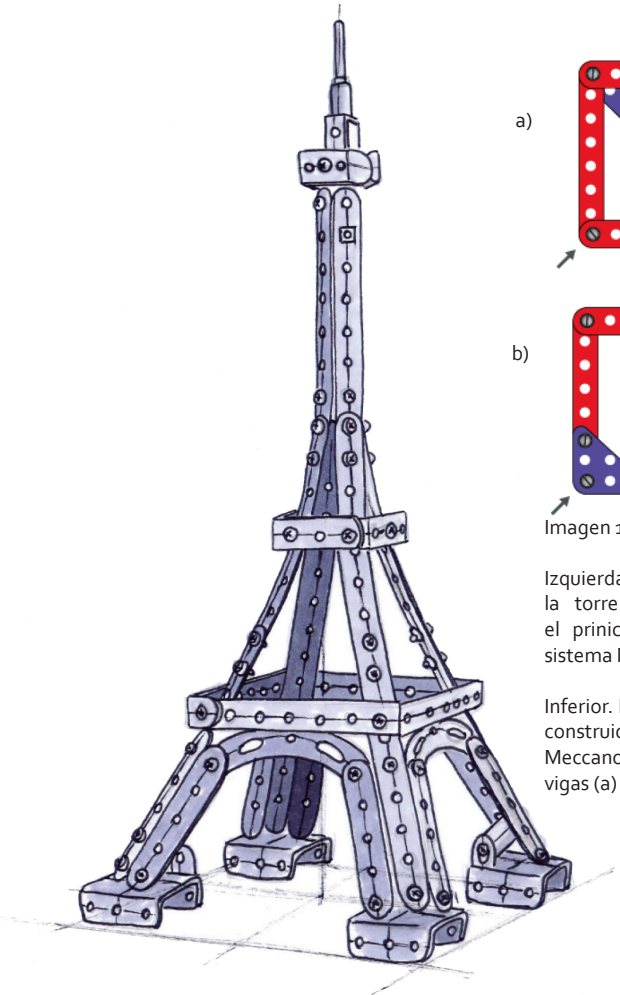


Imagen 12. Realización propia.

Izquierda. Reproducción de la torre Eiffel construida con el principio de entramado del sistema Meccano.

Inferior. Ejemplo de un cuadrado construido con piezas de Meccano triangulado a partir de vigas (a) y escuadras (b).

El sistema de fijación

El sistema de fijación se refiere a las piezas cuya función es unir la estructura a los mecanismos. A diferencia del sistema de encastre utilizado en la estructura (soldadura, roblones, escuadras o machihembrado) los mecanismos deben girar en al menos un sentido, esta condición es facilitada mediante ejes y árboles. La principal diferencia de ambos radica en que el eje sostiene los elementos mecánicos, pero no transmite potencia a diferencia del árbol que sí lo hace.

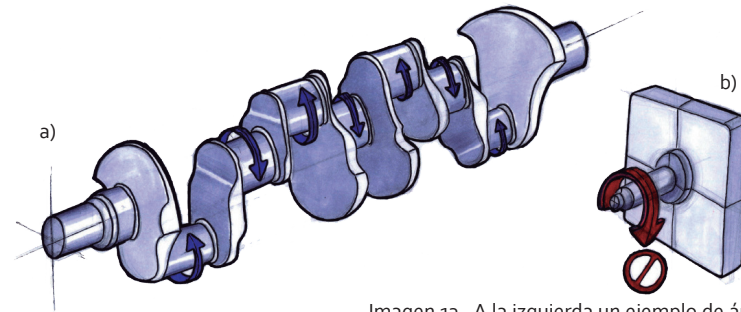


Imagen 13. A la izquierda un ejemplo de árbol de transmisión (cigüeñal) y a la derecha un ejemplo de eje.

Los ejes han sido los más utilizados en el área de los juguetes y en la actualidad existe una gran variedad. Su forma responde principalmente a criterios funcionales que son desarrollados a continuación.

Eje tipo pasador (a)

El eje es sólido y por lo general está anclado a la estructura. En su extremo libre presenta una cabeza ranurada con diámetro mayor al resto del eje. Este diámetro puede ser reducido mediante esfuerzos axiales para insertar piezas que luego quedan restringidas.

Este sistema no requiere de piezas adicionales para restringir el elemento mecánico, sin embargo los materiales factibles de utilizar son limitados producto del reducido espesor que debe tener el extremo ranurado.

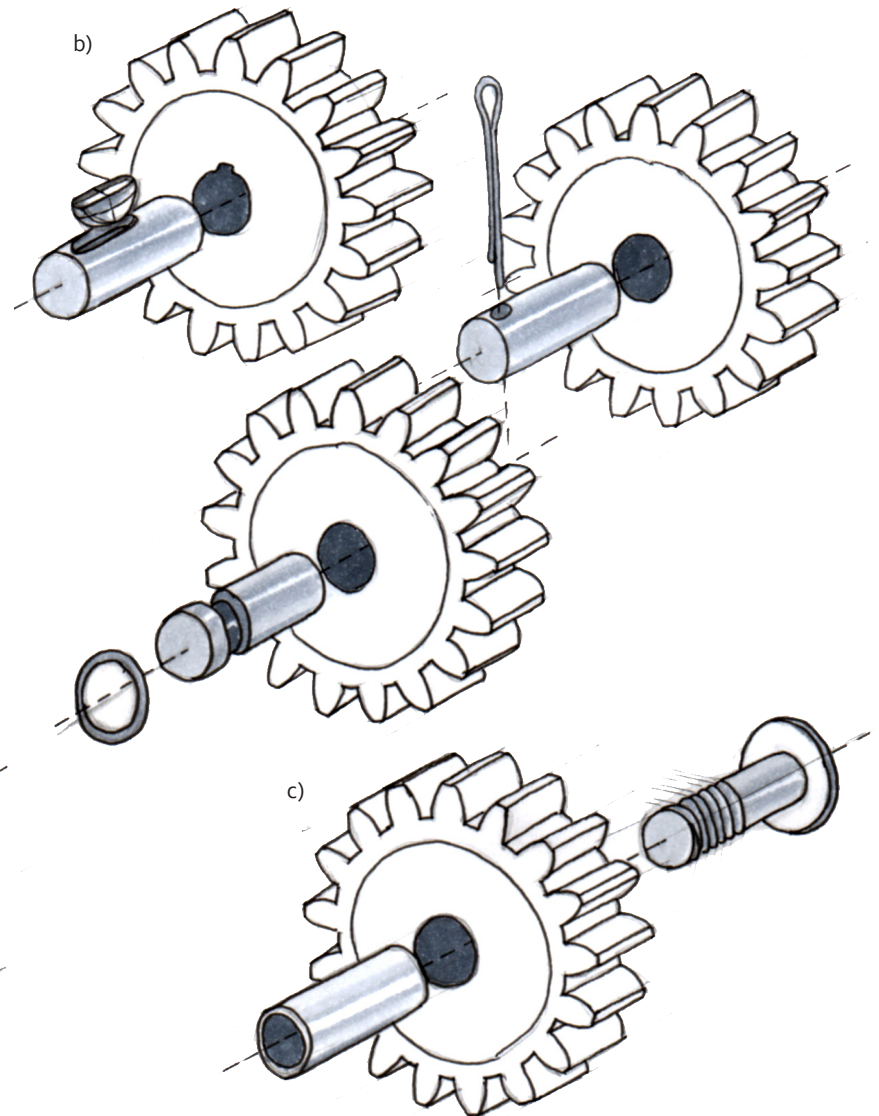
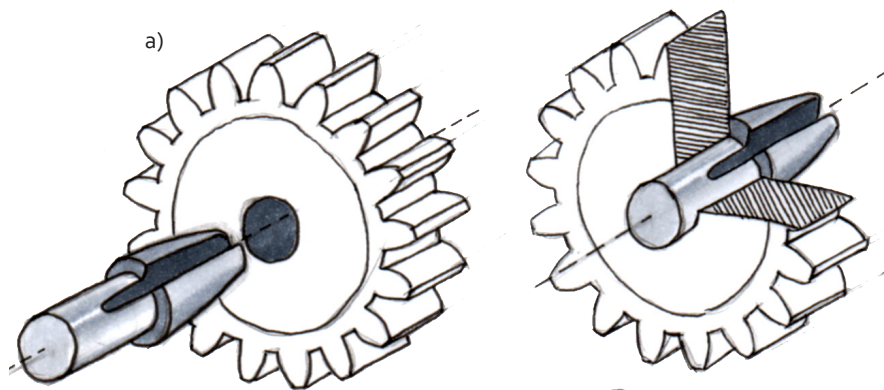
Eje con Chaveta (b)

El eje puede ser sólido o hueco y presenta en uno de sus extremos, en sentido axial, dos perforaciones o una ranura a través de las cuales se inserta un elemento que cierra el sistema.

Este sistema posee una posición única de armado y es muy utilizado en juguetes que requieren que el elemento mecánico sea solidario al eje, sin embargo, la chaveta por lo general es una pieza pequeña, característica que se evita en este tipo de juguetes.

Eje con tornillo (c)

Este sistema consta de dos piezas, un eje hueco que presenta rosca interior en caso de utilizar tornillo, o un interior liso en caso de insertar elementos por presión para restringir el elemento mecánico. Al igual que el eje con chaveta requiere de piezas pequeñas para funcionar.



Mecanismos

Para trabajar con el movimiento es necesario manejar conceptos que permitan entender la transformación y transmisión de movimiento .

a) Elemento motriz o motor: Componente encargado de generar e proveer de energía a uno o varios mecanismos. Su origen varía según el contexto, siendo común en los juguetes el uso de motores eléctricos y la fuerza generada por el cuerpo.

b) Mecanismo: Todo elemento que tiene por finalidad transformar y/o transmitir un movimiento de entrada hacia uno de salida. Existen varias formas de realizar esta acción en función de los elementos utilizados y las relaciones geométricas que lo conforman.

c) Elemento de salida: Recibe la energía proporcionada por los mecanismos de transmisión/transformación y satisface el objetivo de la máquina. Su aplicación varía según la máquina, en un automóvil se traduce en ruedas mientras que en una grúa en cuerdas.

Estos tres elementos junto a la estructura y las fijaciones, forman parte del denominado sistema o máquina.

d) Máquina o sistema¹⁸: Es un conjunto de piezas (estructura, fijaciones, motor, mecanismos y elementos de salida), constituidas bajo ciertas reglas que permiten relacionarlas de forma ordenada para contribuir a un objetivo determinado, como es la conformación de una cadena cinemática o transmisión del movimiento. Este objetivo variará en función de la disposición de los elementos en el sistema, transmitiendo y/o transformando velocidades, trayectorias, fuerzas o energías de distintas formas.

¹⁸ Definición generada a partir de Escribano, J. (2003). Estructuras y mecanismos y Real Academia Española.

Los siguientes dos esquemas ordenan jerárquicamente las relaciones entre los elementos que constituyen una máquina, y los clasifican en función de como transmiten/transforman el movimiento.

Esquema general de mecanismos y sistemas mecánicos

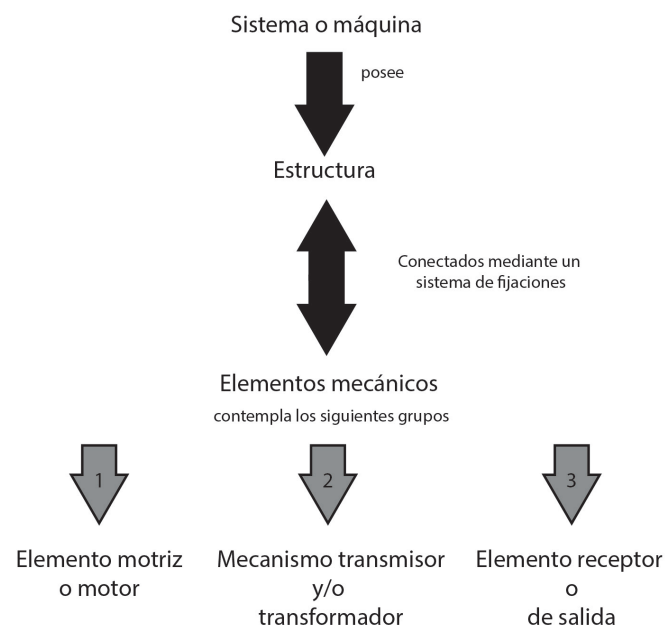


Imagen 14. Realización propia a partir de Estructuras y mecanismos e IES Villalba Hervás.

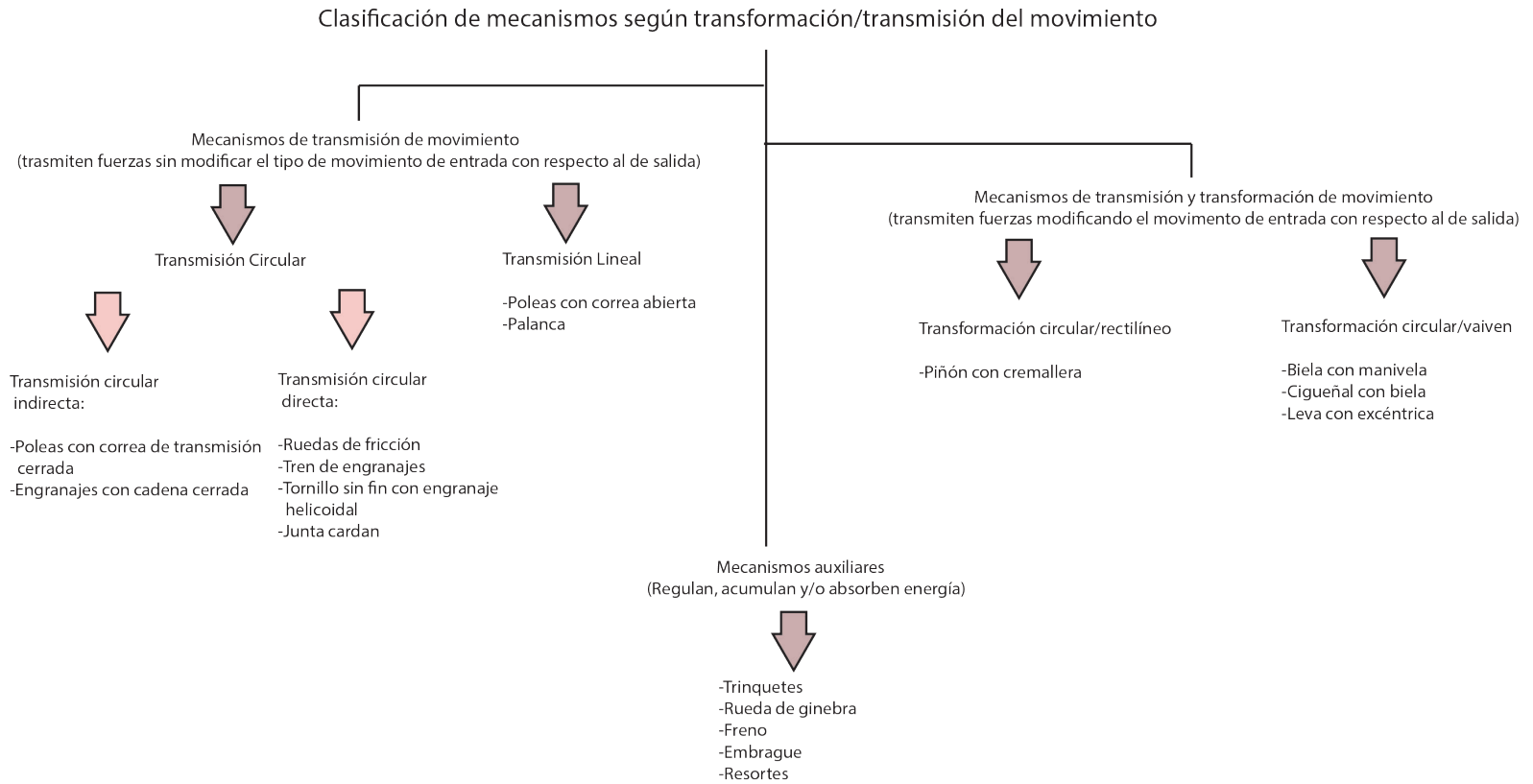


Imagen 15. Realización propia a partir de varios autores. ¹⁹

19. IES Villalba Hervas, Elementos de máquinas y sistemas.
 Escribano, J. (2003). Estructuras y mecanismos. Madrid, España: Oxford University Press.
 Fundamentos de máquinas (sitio web). www.fundamentosdemquinaswmn.blogspot.com

Transmisión circular indirecta

Poleas con correa de transmisión cerrada

Este mecanismo se caracteriza por poseer una correa que permite hacer girar de forma solidaria dos poleas que se encuentran separadas espacialmente. Aspectos como la velocidad son variables que van a depender del tamaño de las poleas, siendo mayor el número de vueltas en la polea pequeña en relación a la polea grande. Es posible encontrar: sistemas de poleas simples con sólo dos poleas y una correa de transmisión (a), sistemas compuestos con más de dos poleas y al menos dos cadenas de transmisión (b), y sistema cruzado en el que se observa un cambio de eje dado por la posición de las poleas (c)²⁰.

Engranajes con cadena

También conocido como piñón/cadena, al igual que el mecanismo de poleas con correa, posee un sistema de transmisión pero que funciona por tracción entre el diente del engranaje y el pitch o paso de la cadena²¹.

Transmisión circular directa

Ruedas de fricción

Este mecanismo se caracteriza por hacer girar de forma solidaria y por lo general en forma contraria, dos ruedas que dada su proximidad no necesitan de una correa que transmita el movimiento, sino del roce propio del material del cual están compuestas ambas ruedas²².

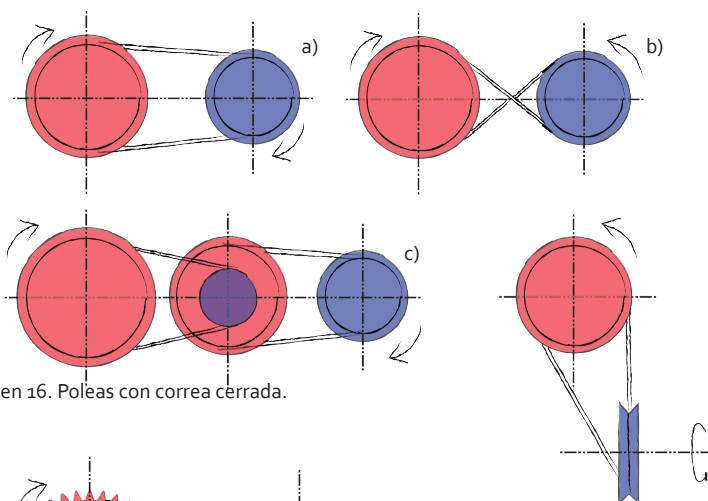


Imagen 16. Poleas con correa cerrada.

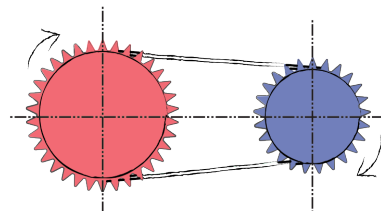


Imagen 17. Engranajes con cadena.

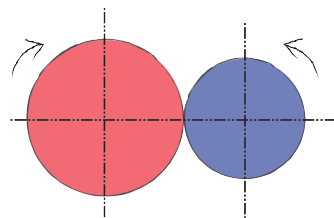


Imagen 18. Ruedas de fricción.

20-21-22 Escribano, J. (2003). Estructuras y mecanismos. Madrid, España: Oxford University Press. pp. 24

Tren de engranajes

Se denomina tren de engranajes a todo mecanismo que ponga en movimiento un conjunto de ruedas dentadas mediante el encaje de sus dientes. La velocidad al igual que en las poleas con correa, va a estar dada por la relación de tamaño/número de dientes de cada engranaje²³.

Tornillo sin fin con engranaje helicoidal

La particularidad de este mecanismo en comparación a los engranajes simples, es que la fuerza es repartida en una mayor superficie, debido a que el ángulo de los dientes de ambos elementos permite el contacto simultáneo de varios dientes durante el giro²⁴.

Junta cardán

La cualidad de este mecanismo es que transmite el movimiento entre dos elementos que pueden cambiar de eje durante el movimiento, pasando de ser colineales a generar un ángulo entre ellos que está dado por la cruceta que los conecta²⁵.

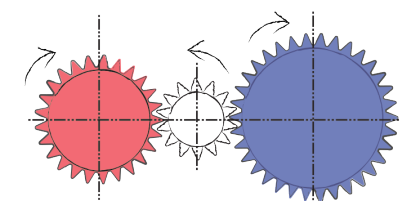
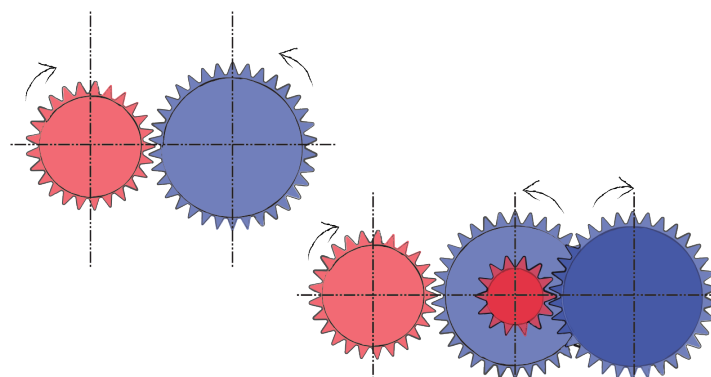


Imagen 19. Tren de engranajes.

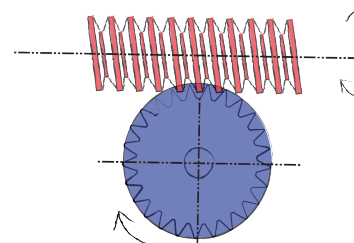


Imagen 20. Tornillo sin fin con engranaje helicoidal.

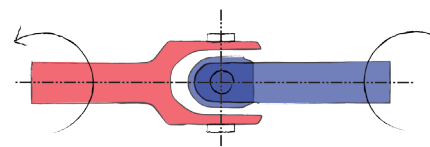


Imagen 21. Junta cardan.

23-24-25 Escribano, J. (ibidem).

Transmisión lineal

Poleas con correa abierta

Es uno de los mecanismos menos complejos, en la medida que requiere pocos puntos de apoyo para restringir su posición y funcionar. Está compuesto por una rueda acanalada que puede girar en función del eje. A través de la ranura de la polea se pasa una cuerda que en uno de sus extremos tendrá la potencia ejercida por el sistema de entrada y en el otro la resistencia ejercida por el objeto ubicado en el sistema de salida²⁶.

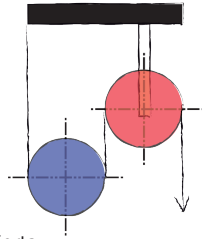


Imagen 22. Poleas con correa abierta.

Palanca

Al igual que la polea, es considerado un mecanismo simple ya que sólo requiere de un punto de apoyo que posibilite el giro de una barra sólida en la cual existirá una relación entre la potencia ejercida por el sistema de entrada y la resistencia de la salida,. Las variables de esta ecuación son la posición del fulcro o punto de apoyo con respecto a la barra, la distancia de la resistencia al punto de apoyo y la distancia del punto de aplicación de la potencia al punto de apoyo.

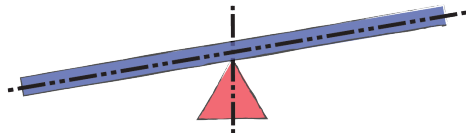


Imagen 23. Palanca.

Transformación circular/rectilíneo

Piñón con cremallera

Este mecanismo es uno de los más utilizados al momento de querer transformar un movimiento circular en rectilíneo. Está compuesto por una rueda dentada que transmite un movimiento circular al girar sobre su propio eje. Este movimiento es transmitido a una barra dentada que se mueve en un sólo eje generando un movimiento rectilíneo²⁰.

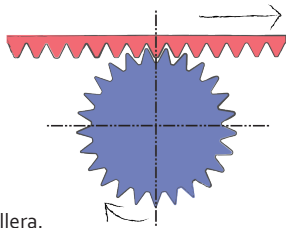


Imagen 24. Piñón con cremallera.

²⁶ Escribano, J. (op.cit., pp.28)

Transformación circular/vaivén

Leva con excéntrica

Consiste en una pieza de forma geométrica diversa que suele ser de contorno circular, pero también se encuentran triangulares y ovaladas. Se caracteriza por tener un eje de giro que no coincide con su eje geométrico. La palabra excéntrica está dada por la distancia entre ambos ejes²⁷.

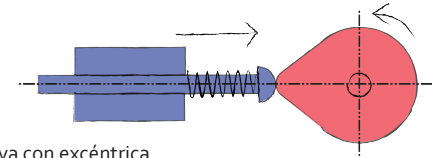


Imagen 25. Leva con excéntrica.

Biela con manivela

Este mecanismo consta de tres elementos básicos, la biela, la manivela y volante de inercia. La manivela es un elemento que gira alrededor de un punto O que corresponde al volante de inercia, describiendo un movimiento circular. Uno de los extremos de la biela (cabeza de biela) se conecta a la manivela mientras que el otro extremo (pie de biela) queda libre describiendo un movimiento de vaivén que puede ser transmitido a distintos elementos anexos como un riel o un pistón²⁸.

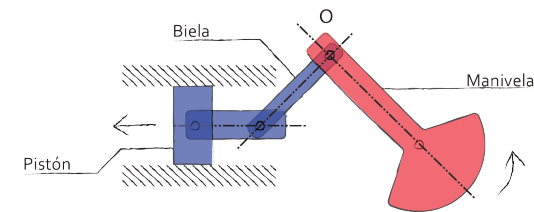


Imagen 26. Biela con manivela.

Cigüeñal con biela

Este mecanismo es muy similar al anterior, sin embargo reemplaza la manivela por un cigüeñal, que consiste en una pieza capaz de albergar varias bielas, sincronizando su movimiento y aumentando la eficiencia en la transmisión del movimiento. De todos los mecanismos mencionados este requiere de numerosas restricciones en cada una de las bielas y un soporte rígido para sostener el cigüeñal²⁹.

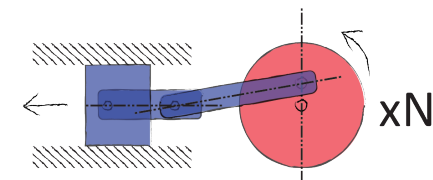


Imagen 27. Cigüeñal con biela.

Mecanismos auxiliares

El último grupo de mecanismos está conformado por elementos que destacan por su capacidad de dirigir y regular el movimiento e incluso acumular energía para luego ser liberada, destacan entre otros:

27-28-29 Escribano, J. (ibidem).

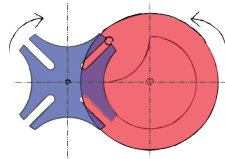


Imagen 28. Rueda de Ginebra.

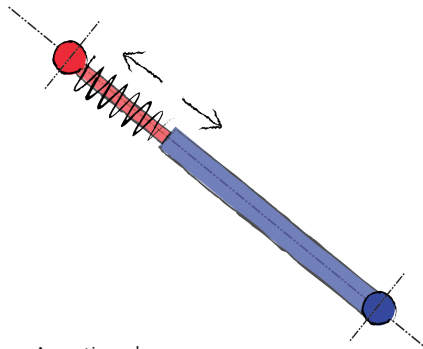


Imagen 29. Amortiguador.

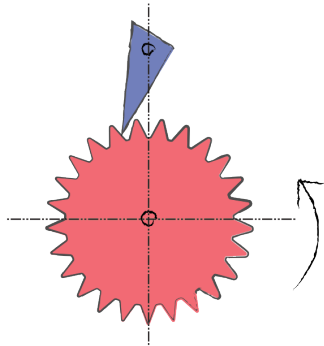


Imagen 30. Trinquete.

Rueda de ginebra

Este mecanismo se caracteriza por conectar/ desconectar dos piezas de modo que interrumpen el ciclo de movimiento de los demás mecanismos. La cruz de ginebra es un elemento conducido siempre por un pin conductor con movimiento de tipo rotatorio; la cruz rota sólo cuando el pin tiene contacto con las ranuras de la cruz.

Amortiguador

Este mecanismo acumula la energía mecánica transmitida, mediante un elemento helicoidal elastico o resorte restringido en uno de sus extremos por una barra y el otro por un tubo. La elasticidad del resorte permite aumentar o disminuir la longitud total de las piezas según la fuerza que se aplique.

Trinquete

Este mecanismo regula y dirige el movimiento permitiendo el giro de una rueda dentada sólo en un sentido y restringiendolo en el otro. Esta compuesto por una rueda dentada y una uña que actua a modo de regulador.

El material como parte del lenguaje del juguete

Si se observan los referentes formales estudiados es posible identificar dos grupos diferenciados por su material, los juguetes de madera y los juguetes de plástico; el material no implica sólo una diferencia de costos de producción, afecta a nivel de forma, tamaño, color y textura que responden a cómo se trabaja el material, desde el dimensionado de las piezas hasta el acabado.

En este sentido, se observa que una unión de plástico puede aprovechar la deformación elástica del material para resolver la unión de dos piezas (caso de los pasadores o tarugos), o un juguete de madera puede utilizar la textura natural del material para aumentar el estímulo táctil y visual del objeto.

La madera en los juguetes

Cuando se observa la oferta de juguetes de madera, es posible diferenciar entre los contruidos mediante tableros de fibra (fibra vulcanizada de densidad media) y los contruidos mediante madera natural. La principal diferencia radica en que la madera maciza tiene mayor resistencia mecánica lo que se traduce en mayor durabilidad, además que su falta de uniformidad exterior dada por las vetas, le otorgan una textura única, que pueden ser ocultadas o resaltadas en función del lenguaje que el fabricante quiera darle al producto.

En este sentido es posible obtener distintos resultados visuales para una pieza de juguete que ha sido sellada y barnizada, con respecto ha una que ha sido pintada con colores sólidos u otra coloreada mediante tintes o anilinas³⁰.

En relación al tratamiento de la madera, es importante tener en cuenta los siguientes conceptos.

Sellada y barnizada: Las piezas que han sido tratadas sólo con sellante o barnices buscan mantener el color base de la madera y protegerla de factores externos para aumentar su durabilidad.

Pintado con colores sólidos: Las piezas tratadas con colores solidos eliminan la textura de la madera y centrar la atención en la forma de la pieza.

Entintadas: Las piezas tratadas mediante tintas o anilinas buscan el efecto de translucidez al entintar sólo un porcentaje de la base, siendo posible apreciar las vetas de la madera pero en otro color.

En relación a las maderas macizas, la más utilizada internacionalmente es la madera de haya³¹, esto responde principalmente a dos criterios: Dureza y carencia de nudos.



30. Mazzantini, M.G. (2004). Como hacer juguetes de madera.

31. Madera utilizada por los principales fabricantes de madera como Brio. <http://brioworld.com/play-the-brio-way/>



Imagen 31. Principales defectos de la madera. De arriba hacia abajo: Nudo vivo, hendidura, nudo muerto, abarquillado, retorcimiento y nudo en grupo.

Su dureza permite la construcción de pequeñas piezas sin poner en riesgo la integridad estructural del material mientras que la carencia de nudos facilita el mecanizado de las piezas. La haya al ser de origen Europeo tiene un costo elevado en países como Chile, donde es reemplazada por otras maderas como mañío, raulí o tepa.

En relación a las uniones utilizadas en juguetes de madera, es posible observarlas en plástico y en madera. Las uniones de madera responden a los mismos criterios de construcción de objetos de mayor escala en el mismo material, siendo común el uso de uniones madera-madera o tradicional en distintos juguetes de ensamblajes.



Imagen 32. Set Brio con cola de milano variando desde el círculo a la circunferencia.



El plástico en los juguetes

En la industria del juguete, es frecuente el uso de termoplásticos, polímeros que pueden ser llevados de estado sólido a líquido varias veces sin degradar el material³². Esta cualidad del material hace de los polímeros un material apropiado para la producción de grandes volúmenes de piezas en la medida que los procesos de moldaje de polímeros requieren tiempos menores a los utilizados en el mecanizado de piezas.

Destaca la posibilidad de colorear y agregar elementos protectores al polímero antes de ser moldeado³³, esto permite obtener piezas que una vez sólidas tienen las mismas propiedades físicas y químicas sin necesidad de trabajarlas de forma individual disminuyendo los costos en tiempo necesarios para la elaboración de cada una.

En relación a las uniones de plástico, se caracterizan por permitir la construcción de piezas de menor tamaño, espesor e intrincada geometría sin necesidad de post procesos como es el caso de la madera. La baja resistencia a la deformación de algunos termoplásticos³⁴ permite unir piezas de forma temporal que en ausencia de fuerzas externas puntuales se mantiene estable, siendo necesario aplicar una fuerza para realizar la desconexión (ver imagen)

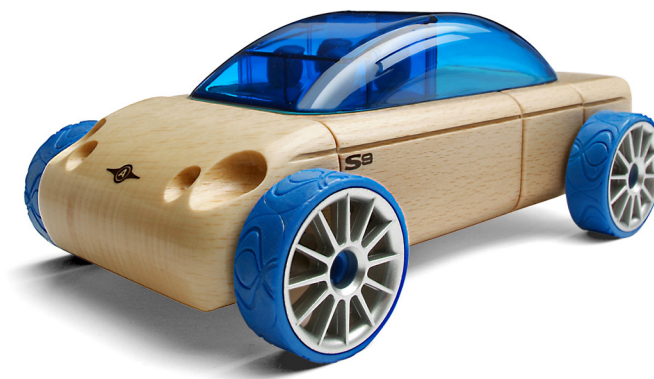


Imagen 33. Set armable Automoblox con estructura de madera y uniones plásticas.

32. Fundamentos de manufactura. Propiedades de los polímeros termoplásticos.

33. Se entienden todos los procesos que implican adicionar material, desde pigmentos hasta aditivos para mejorar las propiedades físicas del polímero como: Deslizantes, Retardadores de Llama, Anti-UV. etc.

34. S. Gil (sin año). Introducción a la teoría de la elasticidad. Pp.3.

Referentes directos e indirectos

Un juguete de construcción donde no hay solo una variable formal sino grupos de piezas con tamaño, función, color y material admite referentes que pese a no entrar en la categoría de juguetes de montaje mecánico son un referente en algunos aspectos para el proyecto.

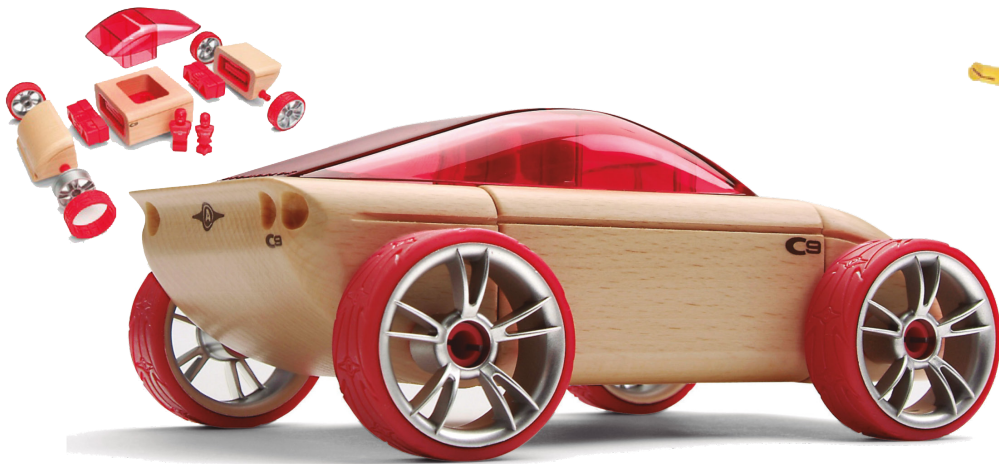


Imagen 34. Sistema de construcción Automoblox

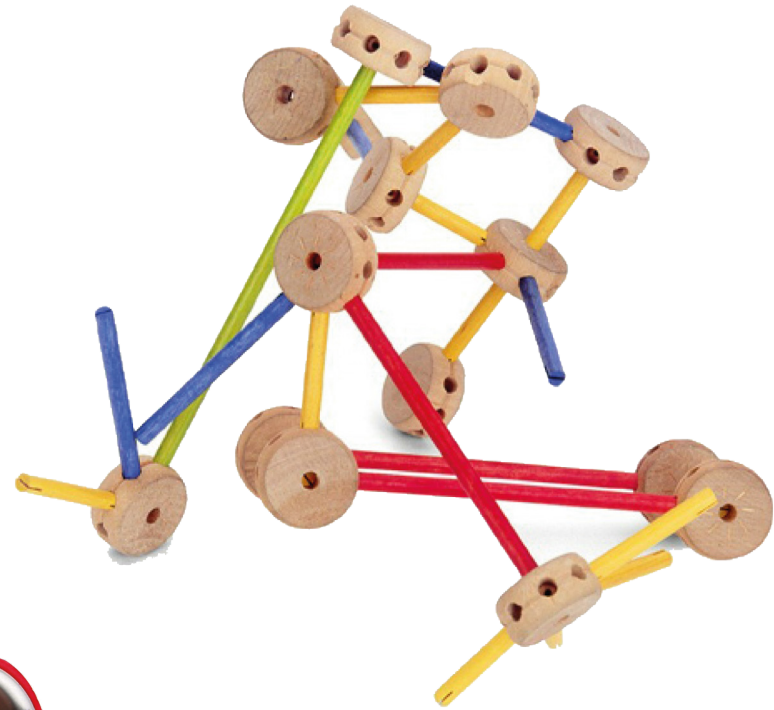


Imagen 35. Sistema de construcción Thinker Toys

Imagen 36. Sistema de construcción Brio





Imagen 37. Sistema de construcción Gears!



Imagen 38. Sistema de construcción KNex



Imagen 39. Sistema de construcción Fischertechnik

III. ANÁLISIS PARA EL DISEÑO

Fundamentos de diseño aplicados a la construcción del sistema mecánico y la estructura del juguete

Normativas de los juguetes

Fundamentos de diseño aplicados a la construcción del sistema mecánico y la estructura del juguete

Todo juguete que posea partes y piezas que puedan ser reconfiguradas o que varían la forma de relacionarse entre sí, implica un desafío para el diseño, en la medida que a través de la forma de los objetos, el usuario debe entender todas las relaciones posibles. Lo anterior se resuelve mediante un lenguaje formal, que permite establecer una configuración o sistema de comunicación objeto/usuario, que se fundamente en las características de la forma del juguete.

Esta posibilidad de configurar elementos en el espacio ha sido sistematizada por varios autores, destacando Wucius Wong³⁵ quien propone principios, reglas y conceptos que otorgan un orden visual a todo sistema compuesto por elementos. En este sentido, es impresionante la exactitud con la que se puede explicar el lenguaje visual de un juguete de ensamblaje mecánico a través de los fundamentos de diseño de Wong.

Para entender como estos fundamentos pueden ser aplicados al lenguaje visual del juguete, se proponen ciertas analogías. De aquí en adelante el sistema de fijación y todo elemento mecánico, entiéndase engranaje, patea, rueda de fricción u otro serán elementos visuales llamados "formas" entendidas como elemento que no solo se ven, sino que además poseen tamaño, textura y color. En este elemento se centrará la atención, quedando siempre sobre un plano de menor jerarquía al que se denomina "fondo" o "estructura".

La forma en los mecanismos

Para facilitar el estudio de las relaciones de la forma en un juguete, se representarán las formas tridimensionales mediante vista en planta, entendiendo que rara vez el comportamiento de los juguetes se limita a las dos dimensiones. Una vez aclarado este punto, se puede introducir a

las dos dimensiones. Una vez aclarado este punto, se puede hablar de la forma de los mecanismos, las fijaciones y la estructura como elementos que dentro de un sistema se traducen en formas como puntos, rectas o un planos.

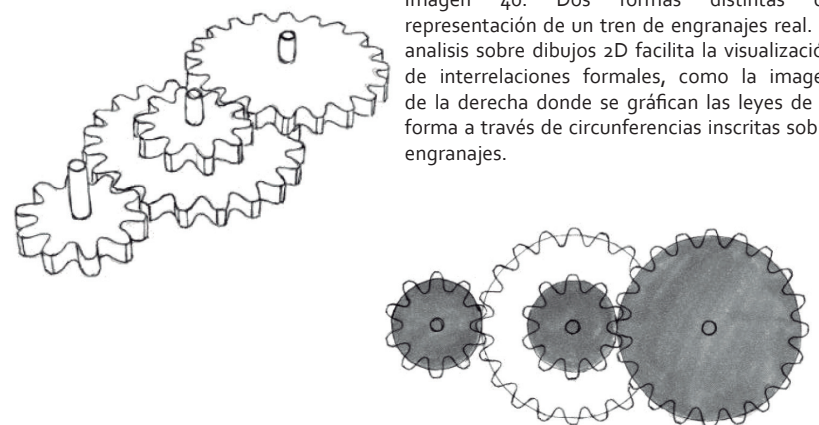


Imagen 40. Dos formas distintas de representación de un tren de engranajes real. El análisis sobre dibujos 2D facilita la visualización de interrelaciones formales, como la imagen de la derecha donde se grafican las leyes de la forma a través de circunferencias inscritas sobre engranajes.

La forma como punto

La forma es reconocida como punto cuando es pequeña con respecto al marco en el cual es colocada, su forma por lo general es circular, pero puede ser cuadrada, triangular, oval o incluso irregular. En un juguete de ensamblaje mecánico, el sistema de fijación que consiste en ejes, se presenta siempre como punto en la medida que es más pequeño y simple que cualquier otro elemento del juguete.

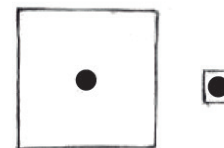


Imagen 41. Representación de un mismo punto sobre fondos distintos.

35. W., Wucius. Fundamentos del diseño bi y tri dimensional.

La forma como línea

La forma como línea es reconocida principalmente por poseer un ancho extremadamente estrecho y una longitud prominente. Transmite delgadez, que al igual que la pequeñez del punto, depende del marco general. En la línea se diferencian tres aspectos: La forma total, el cuerpo y las extremidades.

La forma total: Se refiere a la apariencia general que puede tener una recta, una curva o un trazo irregular.

El cuerpo: Tiene relación con el ancho de una línea que está dado por la distancia entre sus dos bordes, la relación de ambos va a determinar la forma del cuerpo.

Las extremidades: Carecen de importancia cuando es muy delgada, pero en el caso contrario, adquieren protagonismo pudiendo ser cuadrados, redondos, puntiagudos o de cualquier otra forma simple.

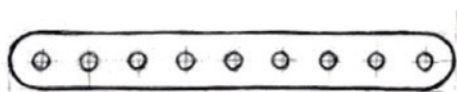


Imagen 43. Ejemplo de forma como línea. Vara utilizadas por Meccano, donde destaca una forma lineal con extremidades redondeadas y un patrón de formas como punto, representadas a través de pequeñas perforaciones circulares pensadas para introducir elementos.

La forma como plano

La forma como plano reúne a todas las formas lisas que no sean reconocidas como puntos o planos. Estas formas estarán siempre limitadas por sus bordes y las características de estos van a determinar la figura de la forma. En los juguetes de ensamblaje mecánico, los elementos mecánicos suelen ser formas como plano, son notoriamente más grandes que un punto y se caracterizan por tener una forma regular construida geoméricamente.

Interrelaciones de la forma

Existen distintas maneras en que dos o más elementos pueden interrelacionarse. Wong utiliza dos círculos de igual tamaño y color pero puede ser aplicado a cualquier forma como son los elementos de un juguete.

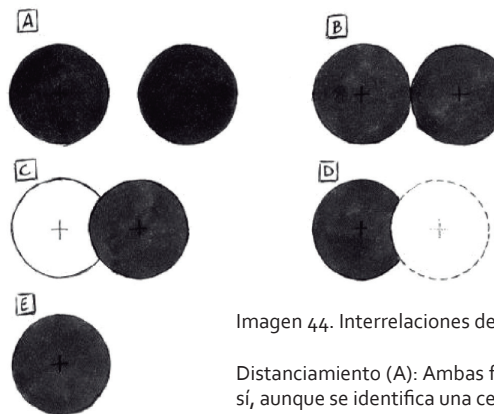


Imagen 44. Interrelaciones de la forma.

Distanciamiento (A): Ambas formas quedan separadas entre sí, aunque se identifica una cercanía.

Toque (B): No existe un espacio de separación entre ambas, quedando unidas en un punto.

Superposición (C): Una forma cruza a la otra siendo posible distinguir visualmente entre la que queda arriba y la que queda abajo.

Sustracción (D): Ocurre cuando una forma invisible se interseca con una forma visible, sustrayendo la zona compartida entre ambas. Es frecuente ver este tipo de interrelaciones en mecanismos que requieren de dos formas diferentes para funcionar como es el caso de la cruz de ginebra (Imagen 30).

Coincidencia (E): Es cuando ambas formas comparten un mismo centro quedando alineadas una por sobre la otra.

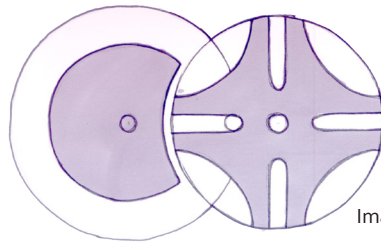


Imagen 45. Cruz de ginebra

Repetición de forma

Cuando un juguete ha sido compuesto por una cantidad de formas similares, se puede referir a ellas como módulos. Es posible encontrar más de un módulo en un mismo juguete, por ejemplo, un módulo de varas estructurales, un módulo de engranajes, un módulo de poleas, etc.

Los módulos deben ser siempre simples, para no destacar y transformarse en una forma individual que impida visualizar la unidad formal del sistema de piezas.

Sin embargo, también se plantea que la repetición de un mismo elemento puede resultar monótona poniendo en riesgo el atractivo lúdico en caso del juguete. Por eso se torna necesario agregar un mayor número de elementos al sistema variando en sentido, tamaño, color y textura.

Los elementos mecánicos como interrelaciones de la forma

Los elementos mecánicos han sido abordados por la ingeniería desde un punto de vista netamente físico y de ahí derivan sus criterios de clasificación en sistemas de transformación y transmisión de movimiento. Sin embargo, desde la significación es posible observar que estos elementos mecánicos van más allá de la forma como agente físico, genera un lenguaje visual que permite ordenarlos en la medida que se pone atención a las formas que genera cada elemento mecánico durante su funcionamiento sin necesidad de entender en un principio su rol dentro de una cadena cinemática.

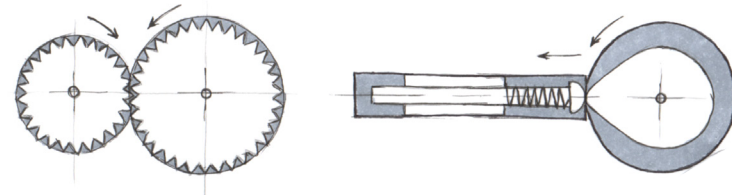


Imagen 46. Dos lenguajes distintos, a la izquierda movimiento circular/circular y a la derecha movimiento circular/rectilíneo.

En la imagen se observa que, si un mecanismo tiene movimiento de tipo rotatorio (A), resulta una forma circular, mientras que si el mecanismo tiene movimiento rectilíneo (B) resulta una forma rectangular. Esto permitió entender que los elementos mecánicos son en esencia formas geométricas básicas (círculo, cuadrado y rectángulo), por lo tanto responden a los principios y reglas de la organización de las formas, siendo posible estudiar la interacción entre elementos mecánicos según su posición en el espacio, entendiéndose: distanciamiento, toque, superposición, sustracción y coincidencia. Así, en un tren de engranajes compuesto, las formas circulares o engranajes son dispuestas de tal forma que se interrelacionan mediante toque y superposición a diferencia del tren de engranajes simples, en que las mismas formas circulares son interrelacionadas mediante toque.

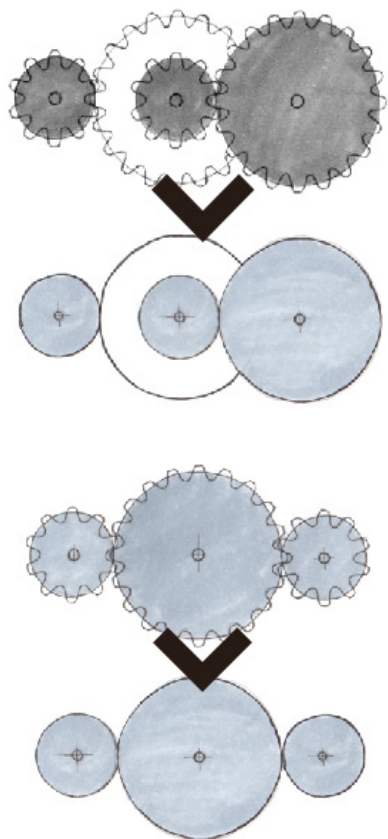


Imagen 47. De la forma percibida a la forma aparente. Imagen. (A la izquierda) un ejemplo de un tren de engranajes compuesto donde sus elementos se relacionan espacialmente mediante dos reglas: toque y superposición, siendo más complejo su entendimiento en relación a un tren simple de engranajes (abajo) donde la única regla utilizada entre los elementos es el toque.

Generar el lenguaje visual del juguete implica determinar qué mecanismos permiten por una parte, mantener un orden dado por un número de piezas limitado y por otra, una complejidad dada por un máximo de combinaciones e interrelaciones entre piezas de manera que sea posible ir de una construcción simple a una compleja. La tabla presentada a continuación resume de forma gráfica las interrelaciones observadas en los mecanismos de transmisión y transformación de movimiento.

TABLA 2. Interrelaciones de la forma en mecanismos

Tipo	Mecanismo (M)	Representación 2D (Vista Superior)	Interrelación de la forma (gráfica)	Interrelación de la forma (I)
Transmisión (Tm)	Poleas con correa de transmisión cerrada			Distanciamiento
	Engranajes con cadena			Distanciamiento
	Ruedas de fricción			Toque
	Tren de engranajes simple y compuesto			Toque, superposición y coincidencia
	Poleas con correa abierta			Distanciamiento
	Palanca			Toque
Transformación (Tf)	Tornillo sin fin con engranaje helicoidal			Toque
	Piñón con cremallera			Toque
	Leva con excéntrica			Toque
	Biela con manivela			Toque y distanciamiento
	Cigüñal con biela			Toque y distanciamiento
	Junta cardan			Toque
Auxiliares (A)	Rueda de ginebra			Superposición, coincidencia y sustracción
	Trinquete			Toque
	Amortiguador			Distanciamiento

Las interrelaciones y su aplicación a los mecanismos forman parte del trabajo efectuado por el autor del presente estudio y permitirán en capítulos posteriores elegir los mecanismos que mejor se adecuen a los objetivos del proyecto.

La forma en la estructura

En relación a la estructura, Wong obvia su rol como elemento físico capaz de soportar cargas, refiriéndose a ella como un elemento organizador y pre determinante de las relaciones de las formas antes mencionadas.

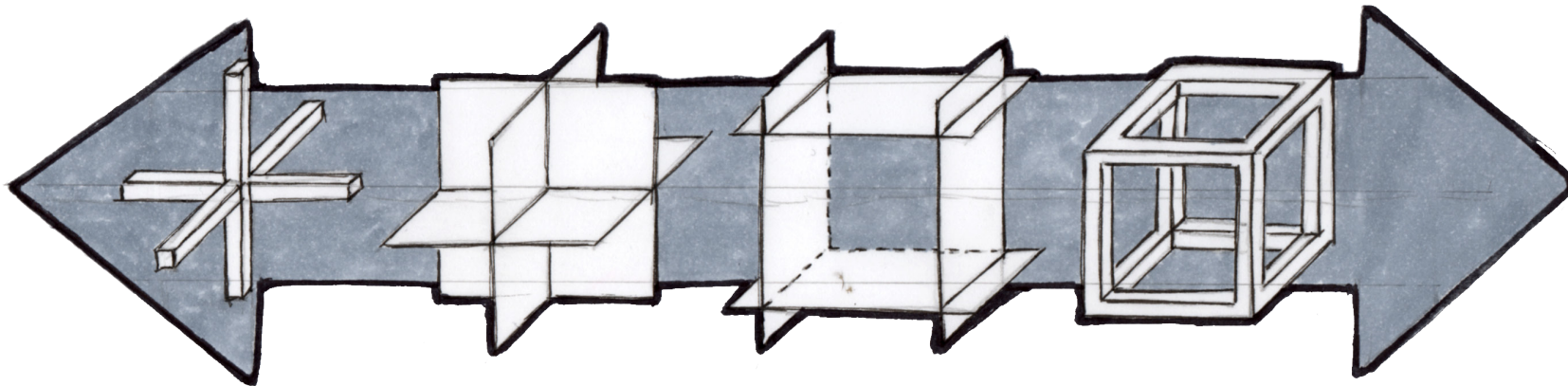
En los juguetes de ensamblaje mecánico que trabajan por lo general en tres ejes se observa que las formas o elementos mecánicos pueden ser montados sobre ejes y estos a su vez se encuentran anclados a la estructura.

Entonces, la manera en que la estructura disponga los ejes va a determinar cómo se interrelacionaran las formas. Mientras mayor sea el número de ejes disponibles, mayor será la cantidad de posiciones que puede adoptar un mismo elemento mecánico.

Otro factor preponderante al momento de organizar formas sobre una estructura, es cuantos planos están siendo utilizados en la construcción, siendo tres planos la más compleja.

Para representar la construcción de los tres ejes, se establecen tres líneas, una con dirección vertical que va de arriba abajo, una horizontal que va de izquierda a derecha y una transversal que va hacia adelante y hacia atrás.

Imagen 48. De izquierda a derecha: Las tres direcciones pueden ser representadas por un plano vertical, uno horizontal y uno transversal que al ser duplicados se transforman en las caras de una figura geométrica, es decir, cualquier figura geométrica con caras planas puede ser construida a partir de planos.



Las mismas formas geométricas pueden ser reducidas y construidas de forma lineal, transformando sus aristas en materiales lineales. Es en este punto donde se entiende la base del sistema constructivo de la estructura de varios juguetes (ver imágenes).

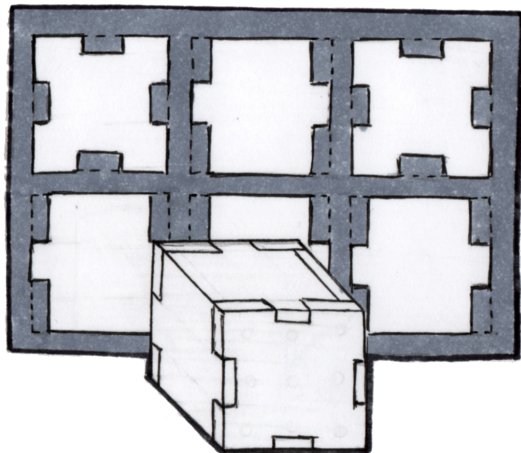


Imagen. Construcción teórica de un cubo en base a sus caras sin contemplar el tipo de calce necesario entre las caras.

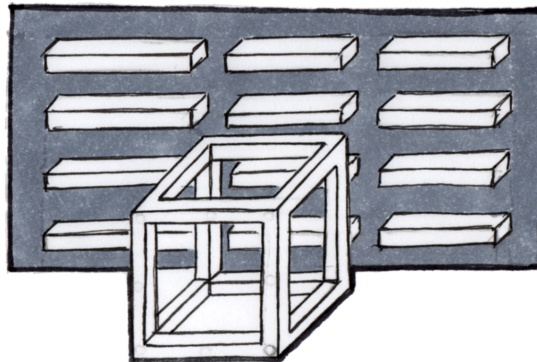


Imagen 49. Construcción teórica de un cubo en base a sus aristas sin contemplar el tipo de calce necesario entre las aristas.

El lenguaje de producto aplicado a la estructura

Ya sea la construcción de un cubo o una pirámide, las estructuras proponen distintas formas de llegar a un resultado en función de las partes y piezas que utilizan. En este sentido se afirma que "la creación formal está en función del orden y la complejidad. El concepto de unidad se puede expresar también con la palabra orden, la noción de diversidad con la palabra complejidad. De este modo, se puede determinar el nivel de la forma como el producto del orden y de la complejidad". (Ehrenfels, 1994)

El orden es entendido como un conjunto de atributos estético-formales que hacen que la forma sea percibida como sencilla, regular, simétrica y en equilibrio, por lo general se le atribuyen estos conceptos a los poliedros regulares, matemáticamente exactos. Por su parte, la complejidad implica formas irregulares, asimétricas y en desequilibrio. Se puede alcanzar utilizando medios variados como materiales, superficies, texturas, estructuras, colores, grafismos, etc. (ver Imagen).

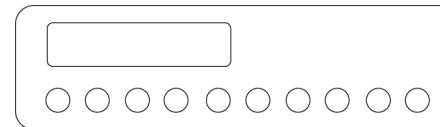
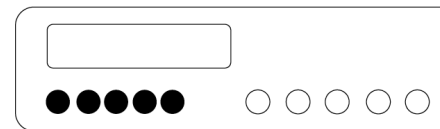


Imagen 50. Si bien en ambos casos las figuras son círculos iguales, el hecho de introducir colores distintos o separarlas en grupos le agrega complejidad al objeto sin perder el orden.



Dieter Mankau propone tres conceptos: diseño aditivo, integrativo e integral. Cada uno logra trabajar de distinta forma el orden y la complejidad en productos compuestos por piezas generando resultados visualmente distintos.

a) Diseño aditivo: Pone énfasis en que el todo está constituido por partes, siendo estas últimas perceptibles ópticamente como piezas independientes.

b) Diseño integrativo: El objeto aún está compuesto por partes pero la transiciones entre ellas las conecta formalmente con el resto.

c) Diseño integral: Las partes del objeto quedan supeditadas al todo, donde domine una forma subordina al resto de los elementos.

Con el fin de evaluar cómo se aplican los conceptos mencionados y otras funciones de la forma aplicadas a la estructura, se muestra un análisis de los principales juguetes de montaje mecánico.³⁶

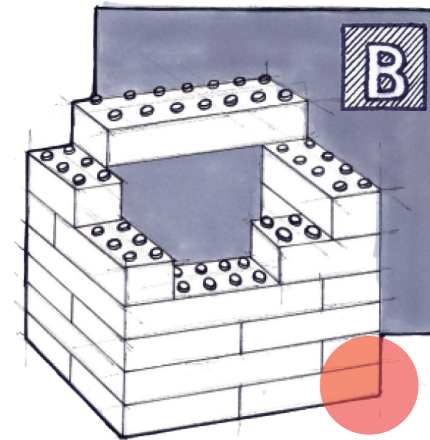


Imagen 52. Estructura B: Sistema de construcción Lego.

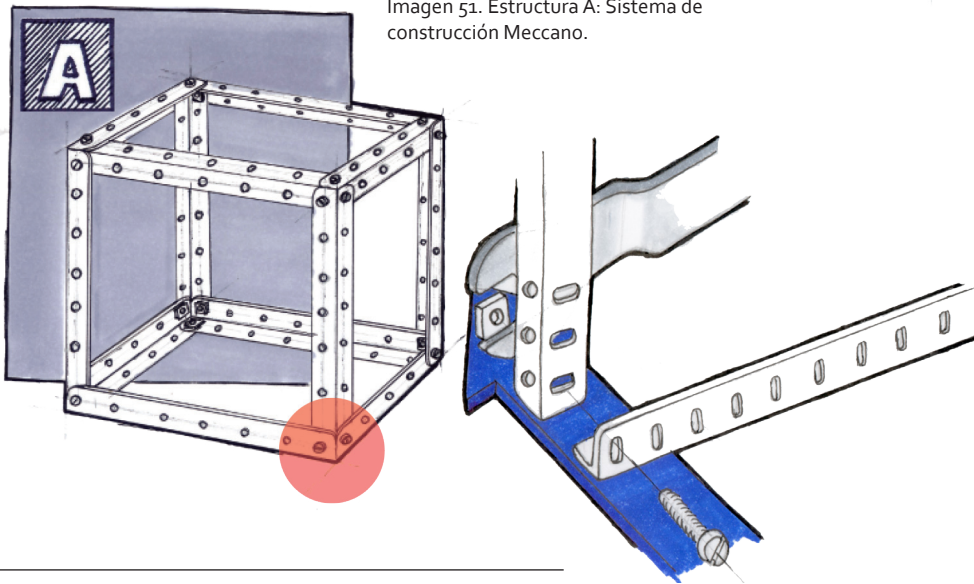
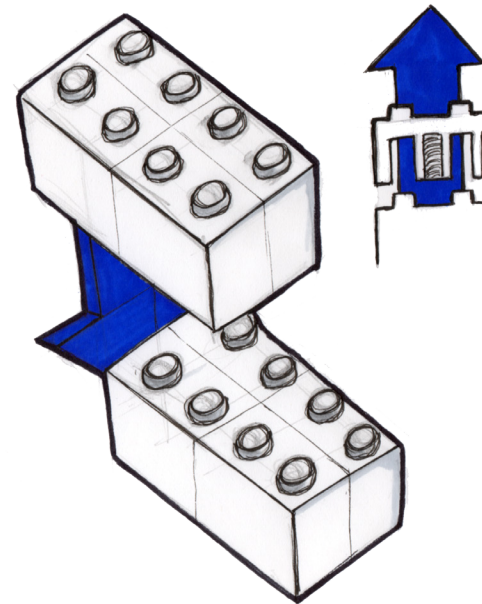


Imagen 51. Estructura A: Sistema de construcción Meccano.



36. Las imágenes son representaciones personales de cada uno de los sistemas de construcción a partir de imágenes y datos obtenidos en los sitios oficiales de cada marca.

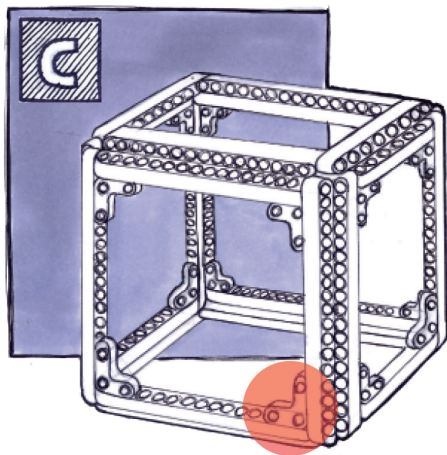


Imagen 53. Estructura C: Sistema de construcción Lego technic.

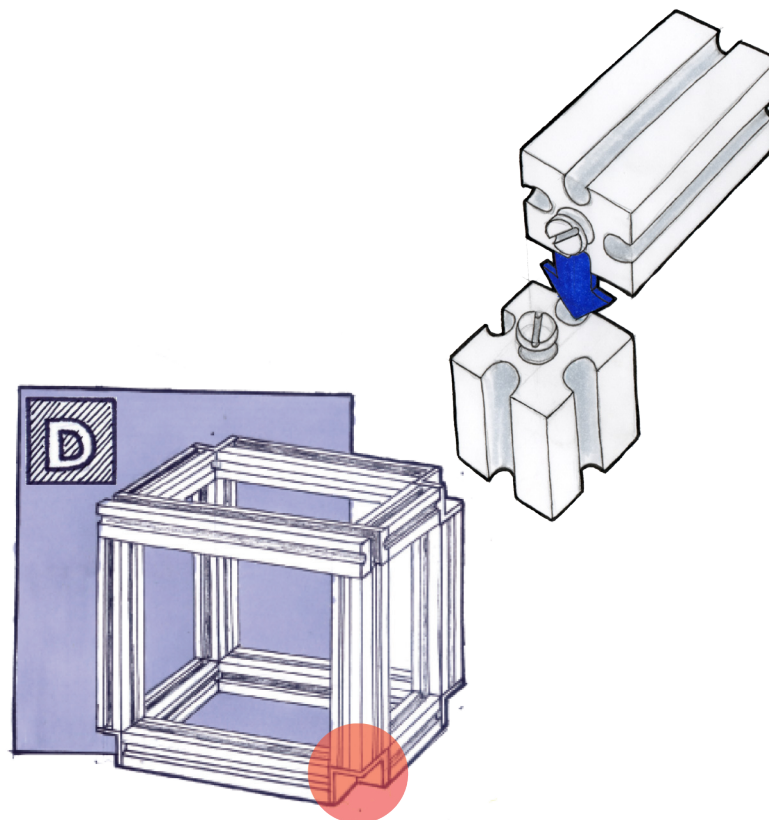
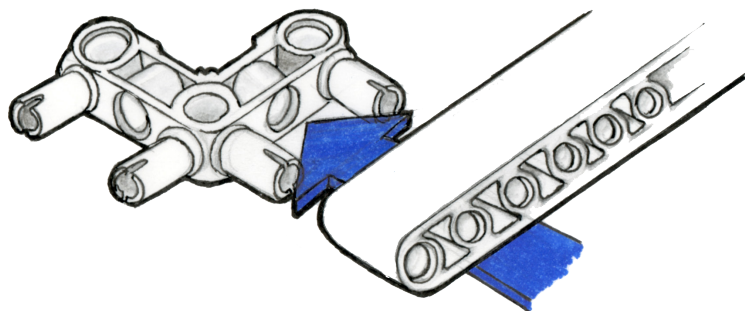


Imagen 54. Estructura D: Sistema de construcción Fischertechnik.

Imagen 55. Estructura E: Sistema de construcción K'Nex.

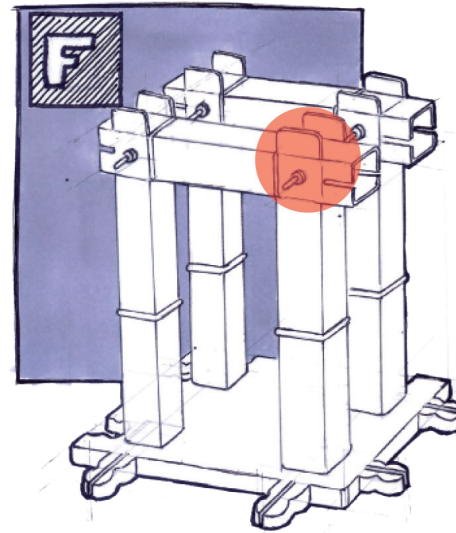
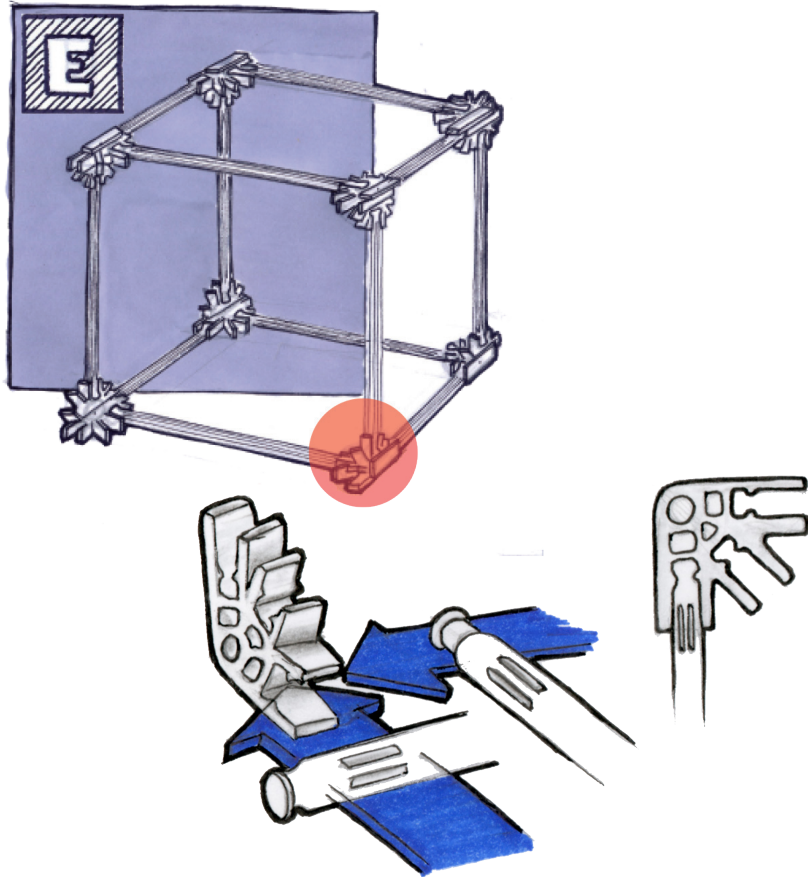
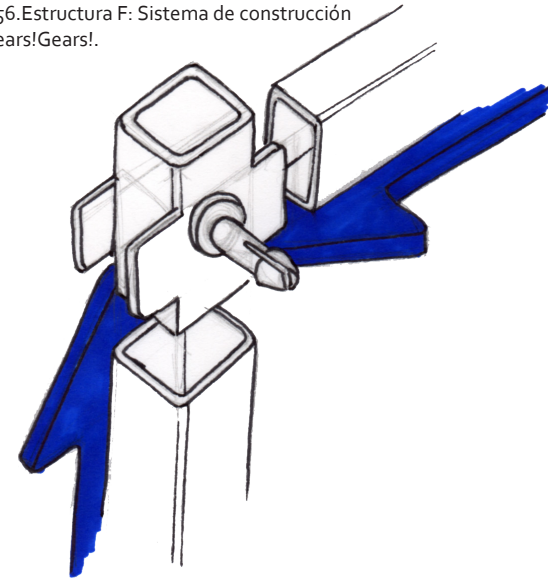


Imagen 56. Estructura F: Sistema de construcción Gears!Gears!Gears!.



A modo de resumen, los sistemas de construcción analizados responden entre otros a las siguientes variables.

TABLA 3. Resumen de las variables observadas en distintos sistemas de juguete con montaje mecánico

RELACIÓN HOMBRE OBJETO	PRODUCTO					
VARIABLE DE LA FORMA	Sistema Meccano	Sistema Lego	Sistema Lego Technic	Sistema Fischertechnik	Sistema KNex	Sistema Gears! Gears! Gears!
Orden y complejidad de las piezas	Aditivo	Integral	Integrativo	Integrativo	Integrativo	Integrativo
Tipo de anclaje	Inserción perno/tuerca	Inserción por contraforma cilindro/cilindro	Inserción por contraforma cilindro/cilindro	Inserción por contraforma pin/ranura	Inserción por contraforma	Inserción por contraforma cilindro/cilindro
N° de piezas aprox. para generar un cubo	60	48	40	18	28	15
Necesidad de herramientas adicionales a la mano	Si	No	No	No	No	No

Normativas de los juguetes

En relación a las normas, es posible afirmar que estas rigen el ciclo de vida completo del juguete, desde la concepción hasta el uso. Su revisión permite proyectar productos con mayor índice de calidad sin embargo en este proyecto solo se consideraran algunos aspectos fundamentales dada la complejidad de seguir un proceso de certificación que cubra todos los aspectos que involucra un producto.



Imagen 57. Ciclo de vida del producto. Fuente: Scrivens, D.; Stefanovic, S. et. Al., (2008)

De las normas existentes, destaca la impulsada por la Unión Europea bajo el nombre EN 71-1, 71-2 y documentos técnicos afines como la Directiva de Seguridad de juguetes 2009/48/CE, todas reconocida por su sello de aprobación de conformidad europea CE.



Imagen 58. Sello de aprobación

En Chile no existen organismos de certificación especializados en esta área, sin embargo, existen normas de verificación y control como la NCh 773 Of. 1980 que concuerdan plenamente con las normas europeas EN 71.

Partiendo de la base que la aplicación de una norma es un proceso extenso y de varias etapas, se describirán solo algunos puntos de la norma europea, que atañen directamente a juguetes que presentan movimiento con el fin de obtener parámetros generales de diseño :

Anexo II 170/21

I. Propiedades físicas y mecánicas

1. En el caso de juguetes desmontables, sus anclajes, deberán tener la resistencia mecánica y, en su caso, estabilidad suficiente para soportar los esfuerzos a los que están sometidos durante su uso sin romperse o ser susceptibles de distorsión, con el riesgo de causar lesiones físicas.
2. Los bordes visibles, salientes, cuerdas, cables y fijaciones de los juguetes deben diseñarse y fabricarse de manera que los riesgos de daño físico por el contacto con ellos sea reducido en la medida de lo posible.

3. Los juguetes deberán diseñarse y fabricarse de forma que no presenten riesgo alguno o minimicen el riesgo inherente producto del movimiento de sus partes.

4. En relación al estrangulamiento: El juguete y sus partes deben tener dimensiones tales que no presenten riesgo de asfixia por obstrucción de las vías respiratorias ya sea en la parte externa o interna de nariz y boca.

5. Los juguetes que confieran movilidad a sus usuarios deberán, en la medida de lo posible, incorporar un sistema de freno adaptado al tipo de juguete, siendo proporcional a la energía cinética generada por el mismo. Este sistema debe ser de uso fácil para el usuario, sin peligro de proyección o de heridas hacia el usuario o terceros.

II. Inflamabilidad

Los juguetes no deberán constituir un peligroso elemento inflamable en el entorno del niño. En consecuencia, deberán estar compuestos de materiales que cumplan una o varias de las condiciones siguientes:

a) no arden si se exponen directamente a una llama, una chispa u otra posible fuente de fuego;

b) no se inflaman con facilidad (la llama se apaga tan pronto como cesa la causa del fuego);

c) si arden, lo hacen lentamente y la velocidad de propagación de la llama es reducida; y

d) cualquiera que sea la composición química del juguete, ha sido diseñado para que retrase mecánicamente el proceso de combustión.

En relación a lo anterior, los juguetes de madera no destacan por su inflamabilidad ya que su exposición al fuego debe ser prolongada para generar llama no así los juguetes que utilizan telas sintéticas de rápida combustión donde se recomienda utilizar otra tela o cubrirla con materiales que retarden el fuego.

En el caso de las lacas y barnices las empresas han utilizado productos naturales y resistentes al sudor y la saliva, sobre todo en niños menores de 3 años donde es frecuente el acto de chupar y morder, de esta forma satisfacen la norma EN 71 y DIN 53 160.

A modo de resumen, se observa que aspectos de seguridad en un producto pueden ser resueltos mediante la compra de materias primas que ya hayan pasado por un proceso de certificación, en este caso, aptas para ser utilizadas en juguetes y apelando a criterios sobre todo mecánicos como es la mayor o menor dureza de una madera criterio utilizado por Brio para utilizar la haya como materia prima base de sus juguetes.

VI. PROPUESTA DE DISEÑO

La elección de los mecanismos

Engranajes

La estructura

Sistema de fijación

Cruz de ginebra

Poleas

La manivela

La bobina

Resultados

A partir de la definición de juguete de montaje mecánico se determinó que la propuesta del presente estudio debía definir qué mecanismos, fijación y estructura se usarían. A continuación se desarrolla el análisis y decisiones para elegir las mejores alternativas para la propuesta que cumplieran con los objetivos específicos del proyecto.

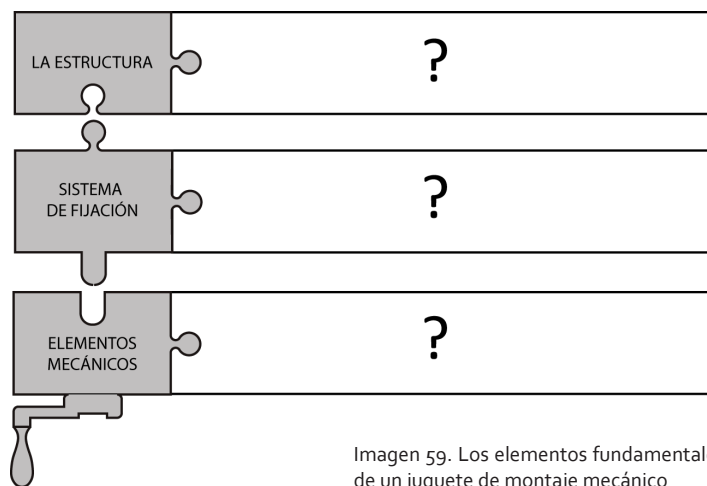


Imagen 59. Los elementos fundamentales de un juguete de montaje mecánico

La elección de los mecanismos

Del análisis de la tabla "Interrelaciones de la forma según tipo de mecanismo" y basándose en los conceptos de orden y complejidad se desprende que, si se incluyen los tres grupos de mecanismos: Transmisión, transformación y auxiliares en un mismo juguete, el resultado es un sistema excesivamente complejo para el usuario, donde el orden de las piezas sólo puede ser entendido mediante el estudio previo del movimiento y los conceptos asociados a él.

En contraposición a este escenario, se postula que, si se desarrolla un juguete que utilice sólo un tipo de mecanismo el resultado será un conjunto de piezas demasiado ordenado, con poca complejidad en la medida que las combinaciones posibles son predecibles y repetitivas.

Bajo esta hipótesis, la propuesta de diseño se debiese construir a partir de un sólo grupo, Transmisión (Tm) e incluir un mecanismo auxiliar ya que es el único que presenta la interrelación de sustracción. De esta forma, se postula que:

Si el juguete utiliza mecanismos que transmiten el movimiento de la misma forma (circular/circular) su orden podrá ser entendido por el usuario, pasando a una etapa de exploración y descubrimiento de combinaciones posibles.

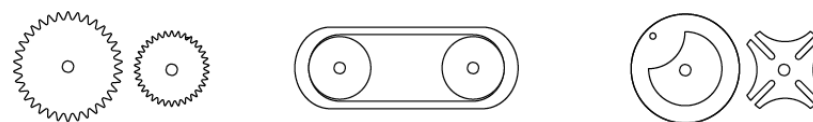


Imagen 60. Mecanismos utilizados para la propuesta. De izquierda a derecha: Engranajes, Poleas, Rueda de Ginebra y Correas, todos transmiten el movimiento de forma circular presentando una coherencia formal entre ellos.

La comprobación de esta hipótesis es trabajada posteriormente con distintos métodos de evaluación, como pruebas de campo con usuarios. Sin embargo esto requiere de la construcción previa de un prototipo físico integral de la propuesta. Por consiguiente, el próximo capítulo está dedicado exclusivamente a los fundamentos de construcción de mecanismos y cada elemento utilizado en la propuesta.

ENGRANAJES

El código geométrico

La forma de los engranajes actúa ante todo como agente físico, es decir, su forma es la que permite producir o modificar fenómenos físicos como el movimiento. La transmisión o transformación del movimiento desde un engranaje a otro no es un acto azaroso, el engrane o enlace de dos formas perfectamente identificables como unidades responde a un código geométrico que establece la forma, el tamaño y la distancia óptima entre engranajes, por consiguiente, es fundamental manejar los conceptos que se transformarán en restricciones formales del juguete.

La circunferencia primitiva (Cp)

Es la circunferencia a partir de la cual se determinan las distancias de las líneas, circunferencias y arcos que conforman el engranaje. El diámetro de esta circunferencia se denomina diámetro primitivo (Dp) y su radio (Rp). Para que dos engranajes giren sin interferencia las circunferencias de ambos deben ser siempre tangentes.

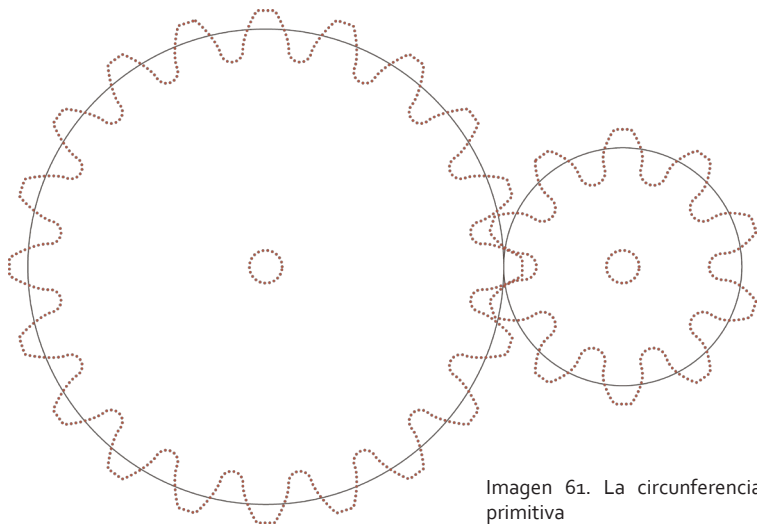


Imagen 61. La circunferencia primitiva

Los dientes (Z)

Los dientes de un engranaje se inscriben sobre la circunferencia primitiva (Cp) dividiéndola en partes iguales. Estas fracciones de circunferencia se denominan paso (P), y al ser multiplicado por el número de dientes da la longitud de la circunferencia primitiva que es igual a $D_p \times \pi$. El diente a su vez se puede descomponer en dos partes, el addendum y dedendum, ambas son circunferencias que se proyectan a partir de la circunferencia primitiva.

El módulo

Es un número medido en mm que relaciona el paso con pi. Su importancia radica en que a partir de él se ha determinado que no todos los engranajes engranan de igual manera, siendo recomendable evitar ciertos módulos al momento de proyectar un engranaje.

TABLA. Los módulos

Modulo	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25
Paso	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42	10,21
Espacio entre/del diente	1,57	1,97	2,36	2,75	3,14	3,54	3,93	4,32	4,71	5,1
Profundidad	2,17	2,17	3,25	3,79	4,33	4,87	5,42	5,96	6,5	7,04
Modulo	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75
Paso	11	11,78	12,56	13,35	14,13	14,92	15,7	16,4	17,28	18,06
Espacio entre/del diente	5,5	5,89	6,29	6,68	7,07	7,46	7,86	8,25	8,64	9,03
Profundidad	7,5	8,13	8,67	9,21	9,75	10,29	10,83	11,38	11,92	12,46
Modulo	6	6,25	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12
Paso	18,8	19,61	20,42	21,9	23,56	25,13	28,27	31,42	34,56	37,7
Espacio entre/del diente	9,43	9,8	10,21	11	11,78	12,57	14,14	15,71	17,28	18,85
Profundidad	13	13,54	14,08	15,17	16,25	17,32	19,5	21,67	23,83	26
Modulo	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Paso	40,8	43,9	47,12	50,27	53,4	56,5	59,69	62,83	65,9	69,12
Espacio entre/del diente	20,42	21,9	23,56	25,13	26,7	28,27	29,85	31,42	32,9	34,56
Profundidad	28,17	30,3	32,5	34,5	36,8	39	41,17	43,3	45,5	47,67

De su estudio se determina que dos engranajes deben tener igual módulo para engranar correctamente, lo mismo sucede con el paso circular.

Ángulo de presión

Es el ángulo que se forma entre la línea de presión y la tangente a ambas circunferencias primitivas. Los ángulos más utilizados son 14.5° , 20° y 25° y su elección va a depender del número de dientes del engranaje, encontrando convenciones que dictan que sobre 12 dientes el ángulo de presión debe ser 25° para evitar interferencias.

Proyectando el engranaje

Considerando los términos descritos anteriormente se proyectó la forma general de dos engranajes que en resumen cumplen con las siguientes características:

TABLA 2. Aspectos técnicos de los engranajes

	Engranaje 1	Engranaje 2
Circunferencia primitiva (mm)	200	100
Nº de dientes	20	10
Módulo (mm)	10	10
Paso circular (mm)	31,41	31,41
Ángulo de presión	25°	25°

El número de dientes fue determinado en base al tamaño máximo de un diente, entendiendo que a menor número de dientes mayor es el tamaño de ellos. Esto permite entre otras cosas facilitar la visualización del fenómeno de engrane por parte del usuario.

Bajo esta lógica, en un principio se buscó proyectar engranajes de siete, ocho o nueve dientes, sin embargo, todos presentaban interferencias difíciles de eliminar. Se observó que a partir de diez dientes las interferencias disminuyen drásticamente hasta desaparecer en el engranaje de doce dientes.

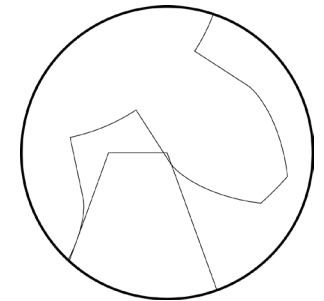
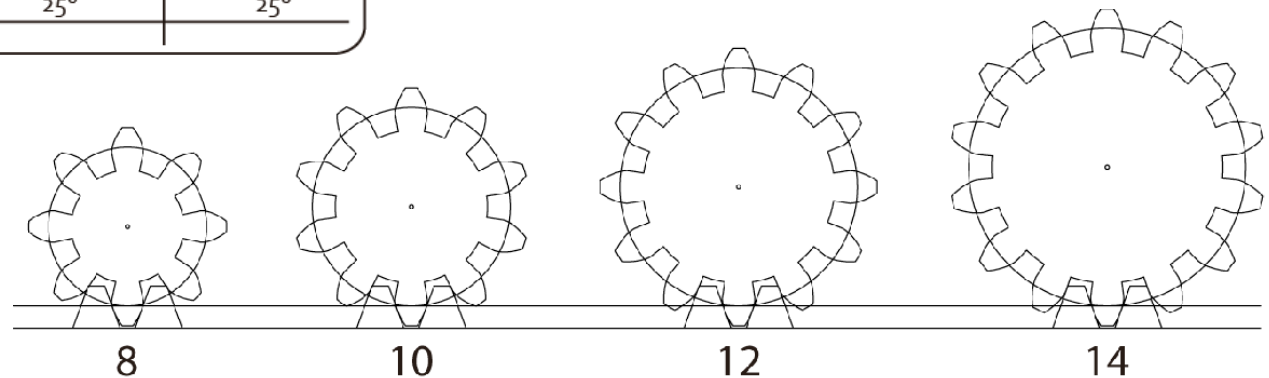


Imagen 62. Detalle de la interferencia en engranajes con bajo número de dientes.



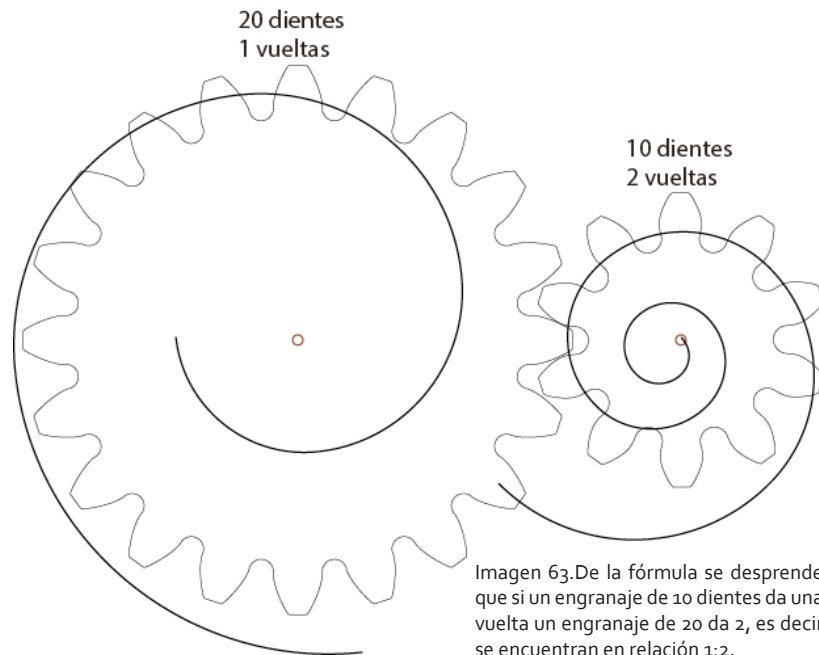
La relación de transmisión

Una vez proyectado el engranaje de diez dientes se debió elegir un segundo engranaje que permitiera multiplicar o reducir la fuerza del mecanismo y que fuera visualmente perceptible para el usuario facilitando la visualización del fenómeno físico.

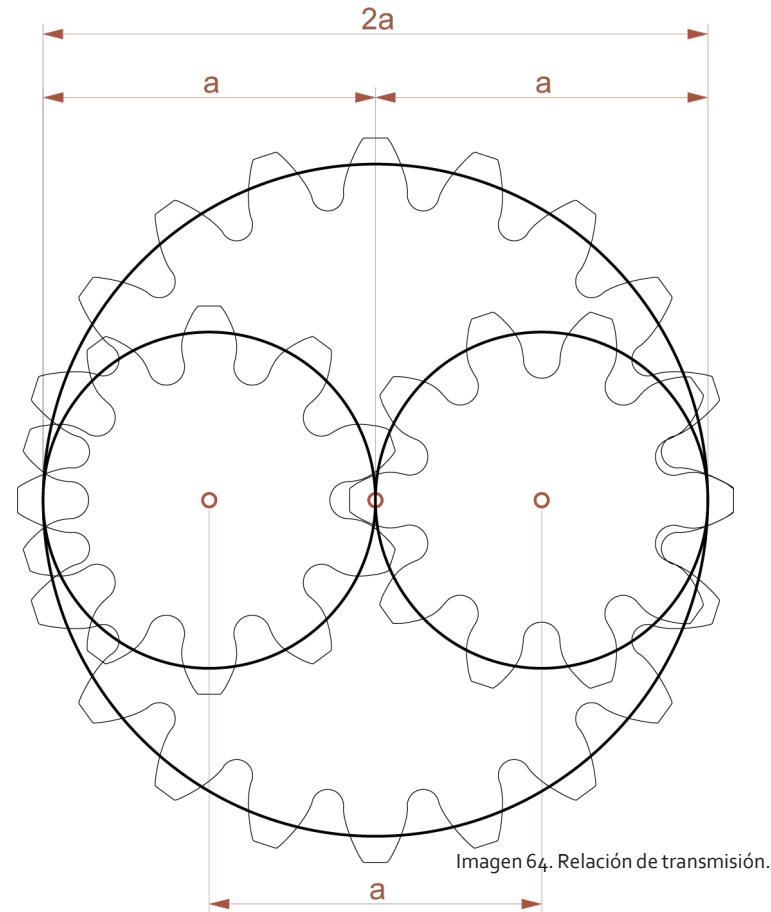
Con n: Número de vueltas

Con z: Número de dientes

$$z_1 \times n_2 = z_2 \times n_1$$



Se seleccionó la relación 1:2 que no sólo satisfacía estos requerimientos, sino que además permitía inscribir dos engranajes de diez dientes dentro de uno de veinte dientes, característica que determina parte fundamental de la estructura (ver apartado "lógica de centros de la estructura" en el presente capítulo).



LA ESTRUCTURA

El código geométrico de la estructura

Una vez proyectado el primer mecanismo fue posible aproximarse a las partes y piezas encargadas de sostener y organizar el juguete, generándose inmediatamente una relación entre las dimensiones (a) de ambas. Al respecto se observó que toda estructura está conformada por vértices y aristas, cada una con una función única y un grado de complejidad visual que varía según el sistema de construcción utilizado (Ver capítulo 2, Sistemas de construcción).

El cuadrado de la Imagen, aún sin espesores ni uniones constructibles, se transforma en una estructura organizadora de engranajes, siempre y cuando cumpla con la condición de mantener las circunferencias primitivas tangentes (Ver Imagen inferior).

Una de las posibilidades que ofrecía trabajar con engranajes de tamaño y número de dientes en relación 1:2, en adelante piñón y corona, era que montados sobre una misma estructura el centro se transforma en un elemento común, pudiendo ser centro de un piñón o centro de una corona dependiendo de la configuración que el usuario construya.

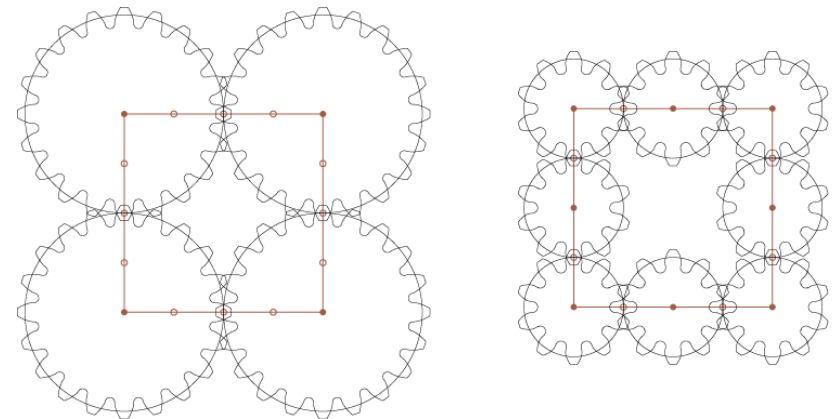
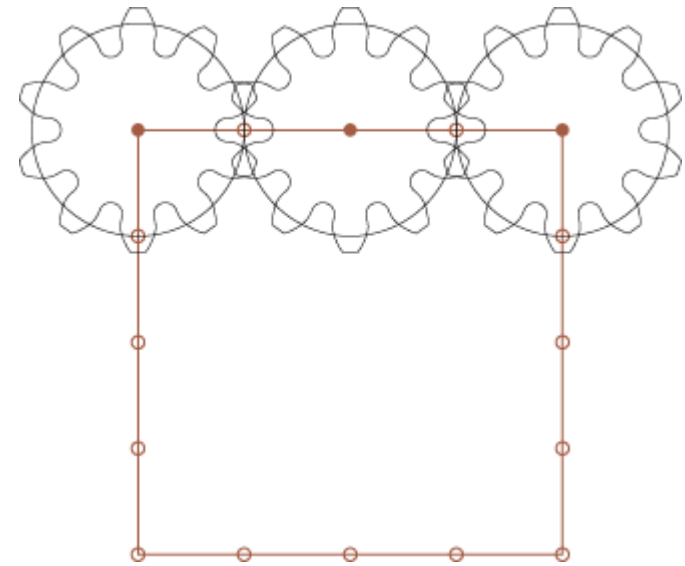
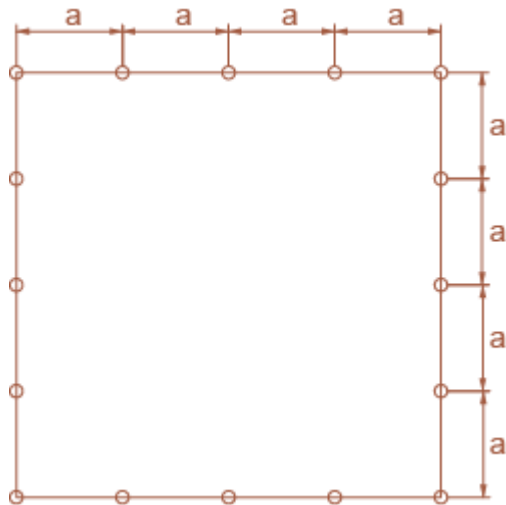


Imagen 65. Dos combinaciones posibles montadas sobre una misma estructura compuesta por varios puntos de inserción.

Las extremidades de la estructura como elemento conector

Teniendo en consideración los objetivos específicos del presente estudio, donde se estipula que la estructura debe tener la posibilidad de modificar los planos de construcción con el fin de aumentar la capacidad combinatoria del juguete, la estructura de la mejor propuesta del proyecto construye a partir de piezas modulares que permiten conectar los planos x e y. Continuando con el cuadrado como objeto a construir, las caras se traducen en varas mientras que las aristas se traducen en conectores.

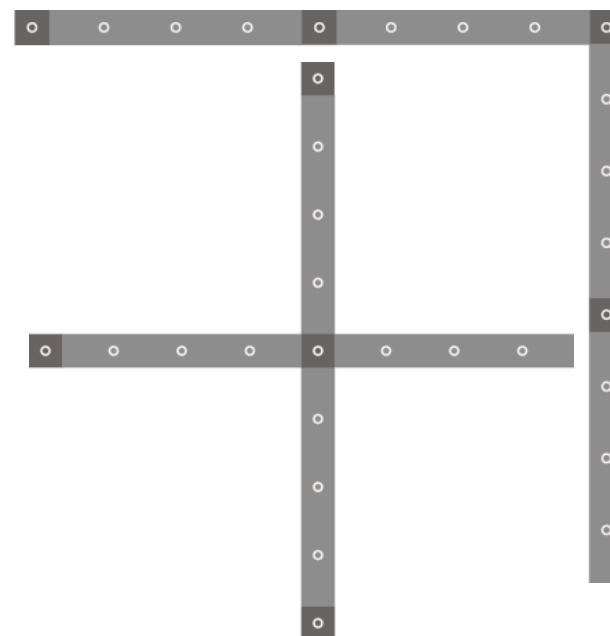
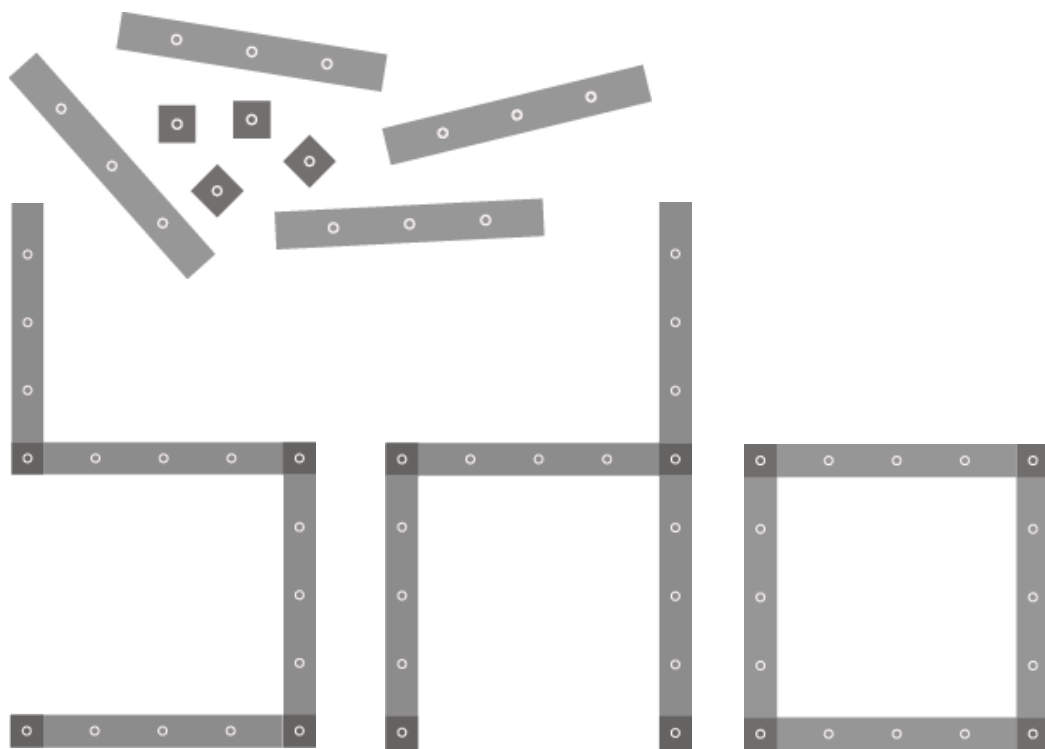
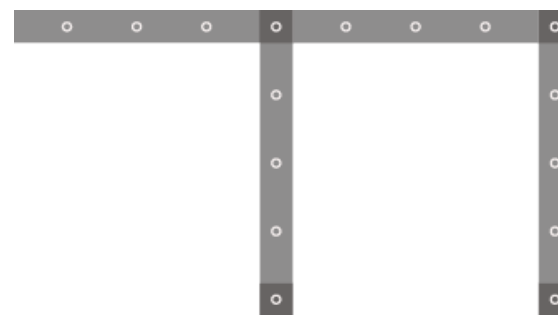


Imagen 66. Formas posibles a partir de un mismo conjunto de piezas.



La forma en que se conectan estas piezas es un problema de diseño en la medida que involucra aspectos de usabilidad³⁷. Este concepto es desarrollado por Nielsen (1990) en Heuristic evaluation of user interfaces, donde a partir del análisis previo de 249 problemas de usabilidad, propone 10 principios transversales de usabilidad. Si bien Nielsen utiliza el término para referirse al diseño de software, sus 10 principios pueden ser, según Baeza (2002), aplicados a un juguete en la medida que usabilidad no se limita a sistemas computacionales exclusivamente, sino que es un concepto aplicable a cualquier elemento en el cual se va a producir una interacción entre un humano y un dispositivo.

De los distintos métodos de unión de piezas de madera se concluye que el uso de uniones tradicionales o madera – madera satisface en gran medida varios de los puntos mencionados en la tabla, a saber: Son uniones visibles, utilizan conceptos conocidos como forma-contraforma, la mayoría solo permite conectarse de una manera, no requieren mayor tiempo de armado al no poseer terceras piezas que requieren de herramientas adicionales, y tienen una forma simple y reconocible.

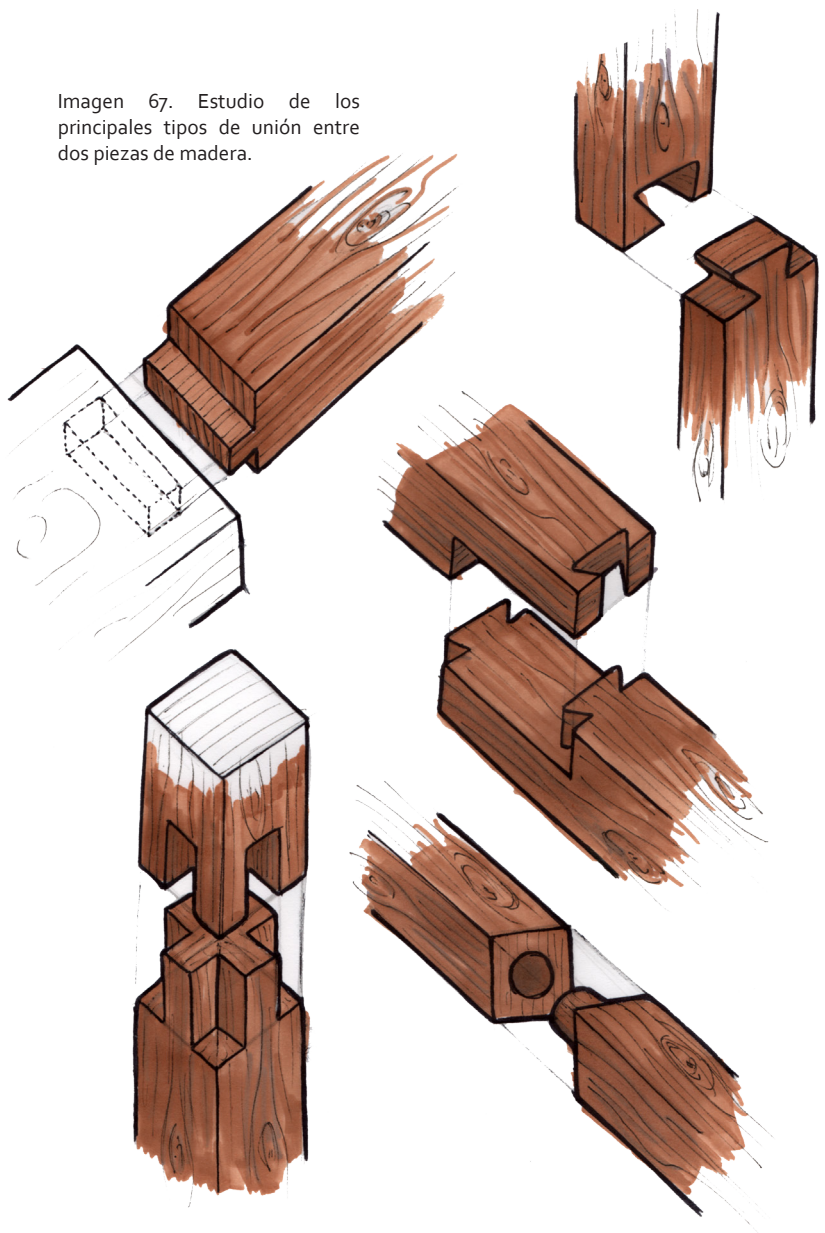
TABLA 4. Principios de usabilidad aplicados a un juguete y su estructura

Principios transversales de Usabilidad	Principios de Usabilidad en el juguete
Visibilidad del estado del sistema: El sistema siempre debe mantener a los usuarios informados sobre lo que está pasando.	Visibilidad del estado del sistema: El juguete siempre debería mantener a los usuarios informados sobre lo que está pasando.
Adecuación entre el sistema y el mundo real: El sistema debe hablar el lenguaje de los usuarios, con palabras, frases y conceptos familiares al usuario, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.	Adecuación entre el sistema y el mundo real: La estructura debería hablar el lenguaje de los usuarios. Al momento de conectar dos piezas, se deberían utilizar conceptos conocidos como forma-contraforma presente en puzzles y encajes de figuras geométricas.
Control y libertad del usuario: La posibilidad de deshacer y rehacer.	Control y libertad del usuario: El juguete debería entregar la posibilidad de deshacer y rehacer cualquier acción durante la construcción.
Consistencia y uso de convenciones: Los usuarios no deberían tener que preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo.	Consistencia y uso de convenciones: Los usuarios no deberían confundir el significado de las piezas.
Prevención de errores: Mejor que un mensaje de error es un diseño cuidadoso que impide que el problema se produzca.	Prevención de errores: La forma de conectar dos piezas debiese ser sólo una para evitar posibles errores de armado.
Reconocer es mejor que recordar: Minimizar la carga de memoria del usuario haciendo que los objetos, acciones y opciones sean visibles.	Reconocer es mejor que recordar: Minimizar la carga de memoria del usuario haciendo que las distintas partes del juguete sean visibles.
Flexibilidad y la eficiencia de uso: Aceleradores a menudo pueden acelerar la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir tanto a los usuarios inexpertos y experimentados.	Flexibilidad y la eficiencia de uso: Las conexiones debiesen poder acelerar la construcción para el usuario experto y ser entendida también por un usuario inexperto.
Estética y diseño minimalista: Cada unidad extra de información en un diálogo compete con las unidades pertinentes de la información disminuyendo su visibilidad relativa.	Estética y diseño minimalista: Se debe evitar la sobre estimulación visual con el fin de no distraer la atención del usuario.
Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y solucionar errores: Los mensajes de error deben ser expresados en lenguaje común, indicando con precisión el problema y sugerir una solución constructiva.	Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y solucionar errores: Las piezas sólo deben funcionar cuando están bien conectadas y trabarse para indicar la existencia de un error.
Ayuda y documentación: Aunque es mejor el sistema que no necesita de documentación para ser utilizado, puede ser necesario para proporcionar ayuda e información.	Ayuda y documentación: Si bien el juguete está pensado para no requerir de documentación para ser utilizado, puede ser necesario para proporcionar ayuda e información.

37. Según la norma ISO 9241, parte 11 la Usabilidad se define como el grado en que un producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.

Baeza, R. (2002). Ubicuidad y Usabilidad en la Web. <http://users.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html>

Imagen 67. Estudio de los principales tipos de unión entre dos piezas de madera.



Se decidió aplicar dos de las uniones dibujadas, a saber, cola de milano opuesta y cola de milano, ambas por lograr mantener fijas ambas piezas sin necesidad de adhesivos o terceros elementos, donde se requiere solo de la aplicación de fuerzas opuestas para deshacer la unión. En complemento a lo anterior, esta unión tiene similitudes formales al machihembrado utilizado en los puzzles, pudiendo facilitar la comprensión del modo de uso.

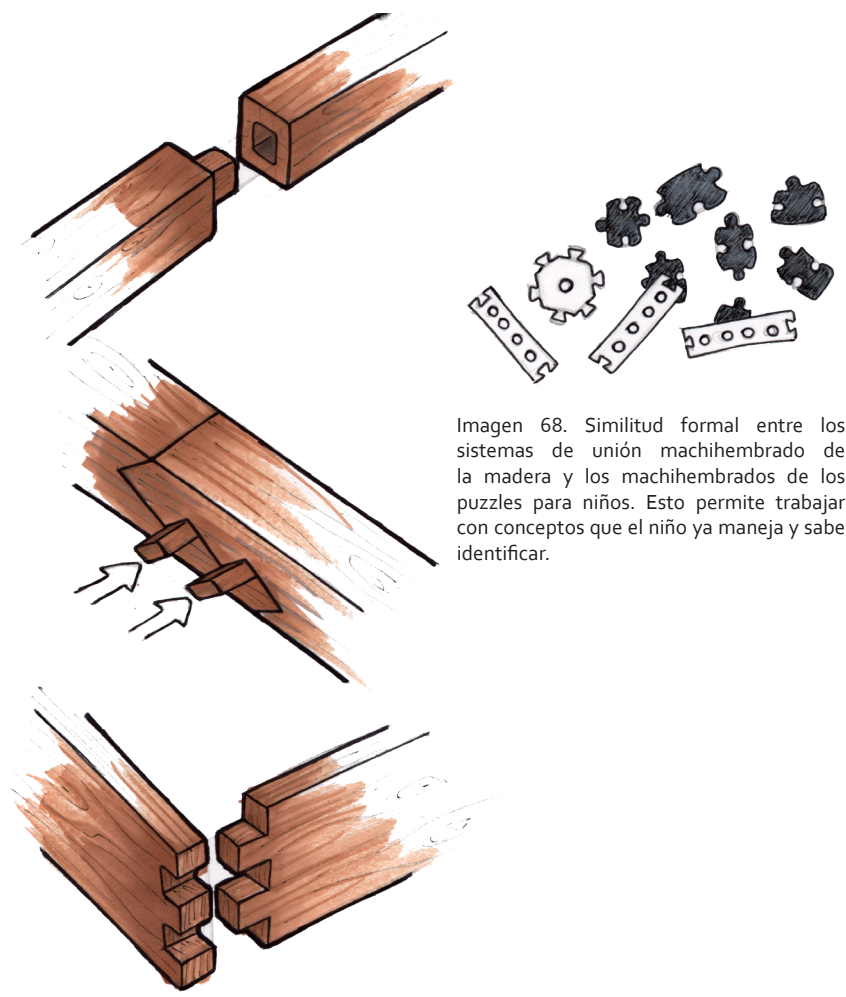


Imagen 68. Similitud formal entre los sistemas de unión machihembrado de la madera y los machihembrados de los puzzles para niños. Esto permite trabajar con conceptos que el niño ya maneja y sabe identificar.

Las piezas de la estructura

El conector

Una vez identificadas las posibles uniones entre elementos fueron aplicadas a los elementos que conformaban la estructura de la propuesta, a saber: Varas y conectores.

A diferencia de los juguetes que "ocultan" la fijación a través de piezas con diseño integral, uno de los objetivos del proyecto y por consiguiente de las propuestas, es hacer visibles y transparentar todo proceso que ocurra durante la construcción del juguete con el fin de facilitar y enriquecer la observación. En este sentido se proyectar un elemento especial o conector encargado de unir una o más varas. Su forma y número de conexiones posibles responde en gran medida a que formas geométricas son las que debiese construirse.

En la proyección de las piezas se consideró además que la unión podía indicar que dos piezas tenían funciones distintas. En este sentido, todas las varas o elementos de extensión poseían hembra, mientras que todas las piezas de conexión poseían macho.

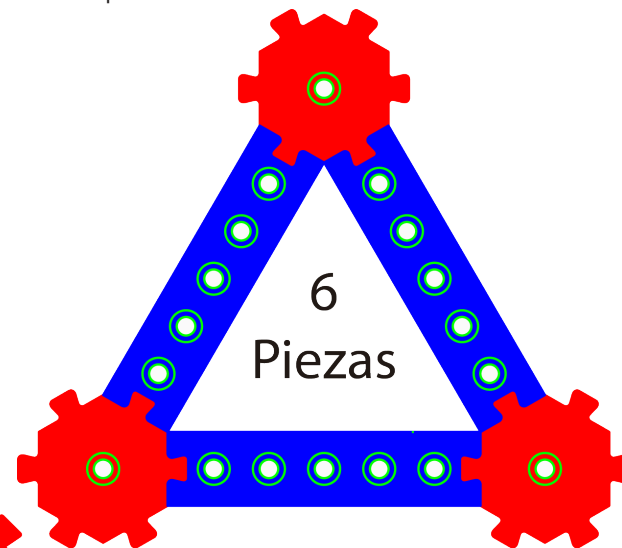
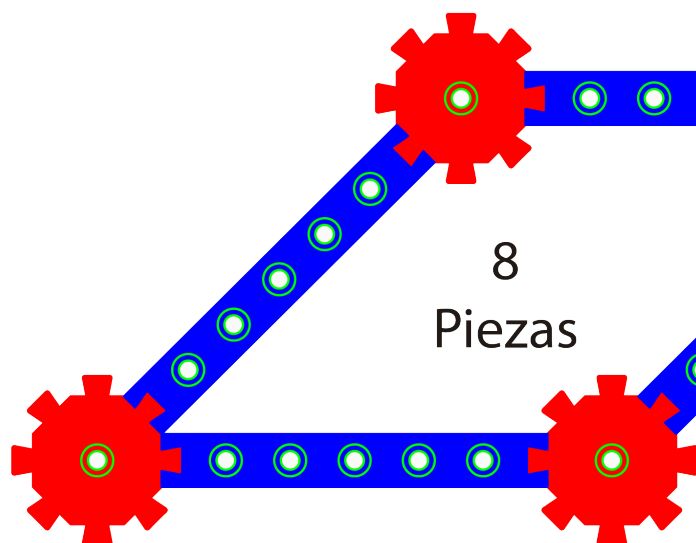


Imagen 69. Es posible observar que un conector octogonal permite construir como primera figura geométrica reconocible el rombo a diferencia del conector hexagonal que genera un triángulo.

En complemento a lo anterior es posible observar que con un conector octogonal la figura geométrica más simple requiere de ocho piezas mientras que con un conector hexagonal el número de piezas se reduce a seis. Las dimensiones de la arista del conector también influyen en la forma, en un octógono la arista es más pequeña que en un hexágono, generando complicaciones de construcción y piezas más susceptibles de sufrir rotura.

La vara

En esta etapa del proyecto se definió el número de perforaciones y la distancia de los centros, así como la forma de las extremidades de la estructura. Sin embargo, se entendía la vara como un elemento tridimensional capaz de ser utilizado por sus cuatro caras. Por lo tanto, se debió decidir qué ventajas y desventajas producía intervenir la pieza por sus caras laterales.

La primera opción era perforar la vara por sus cuatro caras generando una pieza simétrica capaz de ser utilizada independiente de su posición.

Sin embargo la fijación estructura/mecanismos quedaba completamente oculta y la vara pasaba a ser una "caja negra" de conexiones. La segunda opción consistía en ranurar ambas caras laterales con el fin de hacer visible la unión estructura/mecanismos y alivianar visualmente la pieza, sin embargo, la pieza perdía su función como elemento conector en dichas caras.

Se optó por la segunda opción, preponderando el objetivo específico del proyecto, que consiste en transparentar los procesos y fenómenos físicos por sobre la escalabilidad del juguete.

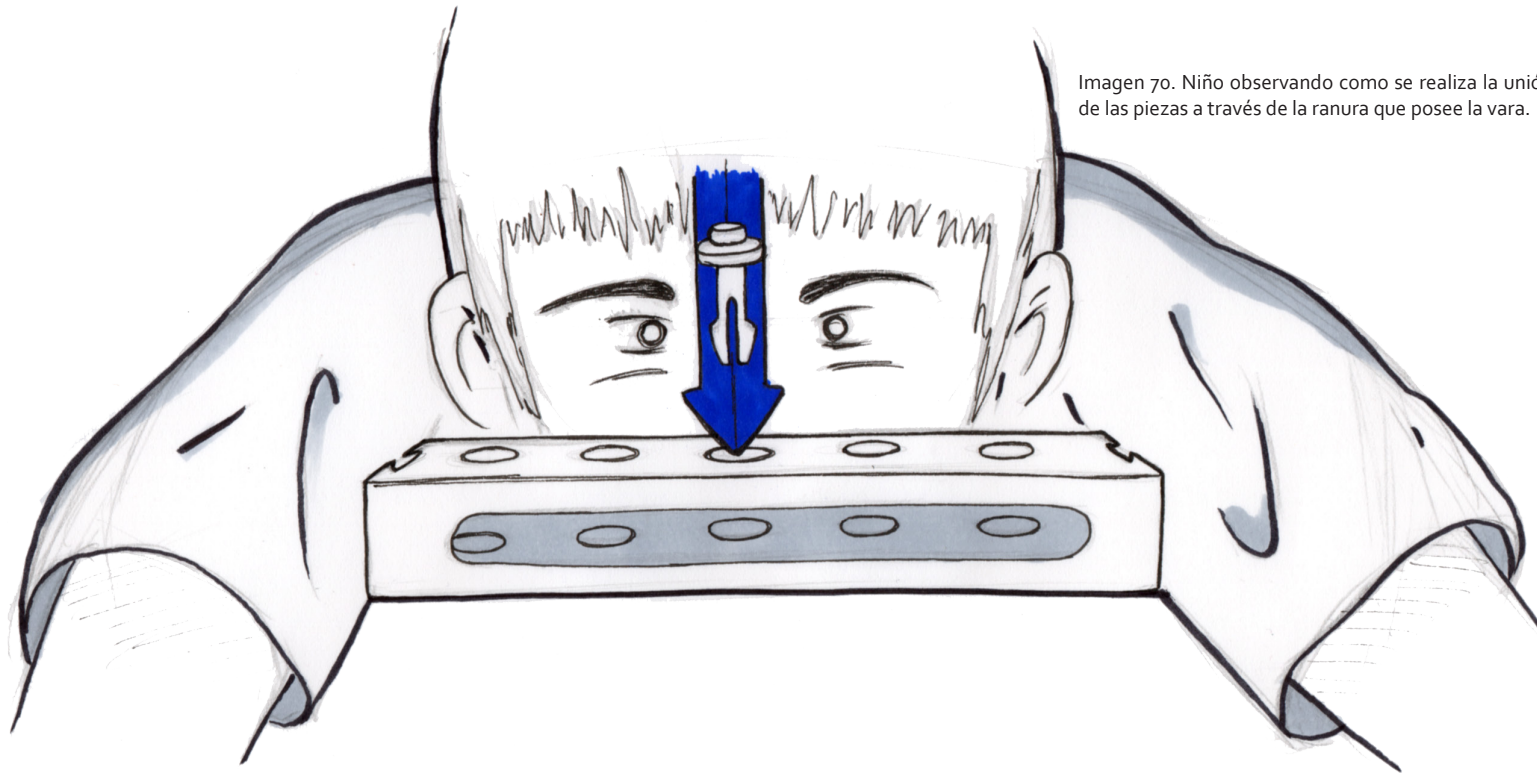
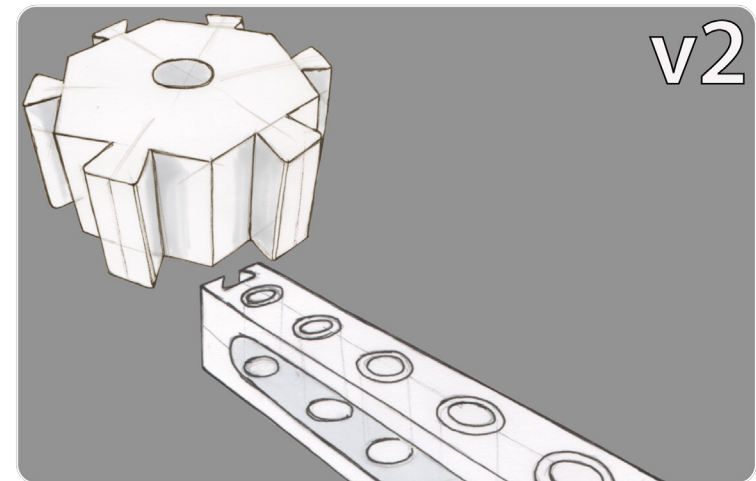
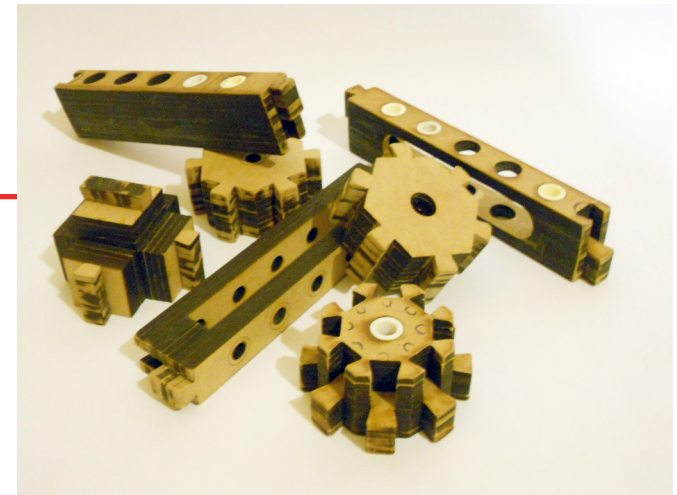
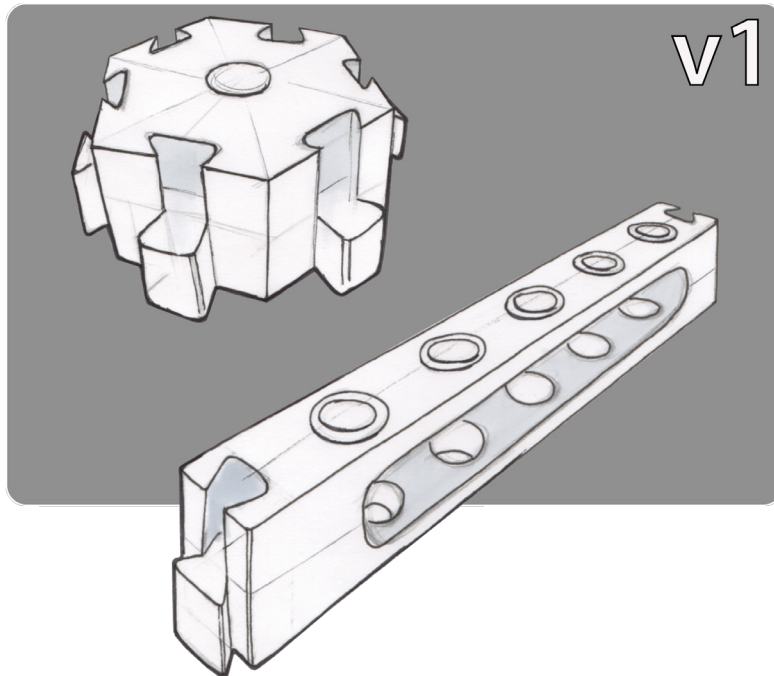


Imagen 70. Niño observando como se realiza la unión de las piezas a través de la ranura que posee la vara.

La cola de milano y la cola de milano opuesta mostraban un comportamiento similar en el nivel de forma y modo de conexión, por lo tanto fue necesario construir prototipos iguales en todo aspecto, excepto en sus extremidades donde el uso de dos fijaciones distintas permitiría evaluar el desempeño de ambas al ser utilizadas por un usuario.

Variable 1. Cola de milano opuesta



Variable 2.
Cola de milano

Una vez construidas, se observó que si bien ambas cumplían con su función, las piezas con cola de milano opuesta tenían dos posibilidades de armado, siendo una de ellas un error en la medida que no respondía al diseño planeado para el sistema, ya que complicaba innecesariamente la acción de unir dos piezas. Esta posibilidad generaba a su vez, una falta de uniformidad a nivel conceptual. Como se ve en la imagen, dos varas podían conectarse sin necesidad de la pieza conectora, o dos conectores podían unirse entre sí. Más allá de las posibilidades que pudo tener el uso de esta fijación, evidentemente más compleja y versátil que la cola de milano simple, el juguete se focaliza en acceder sin complicaciones y de forma rápida al trabajo con mecanismos.

Por lo anterior, se decidió utilizar la unión cola de milano simple.

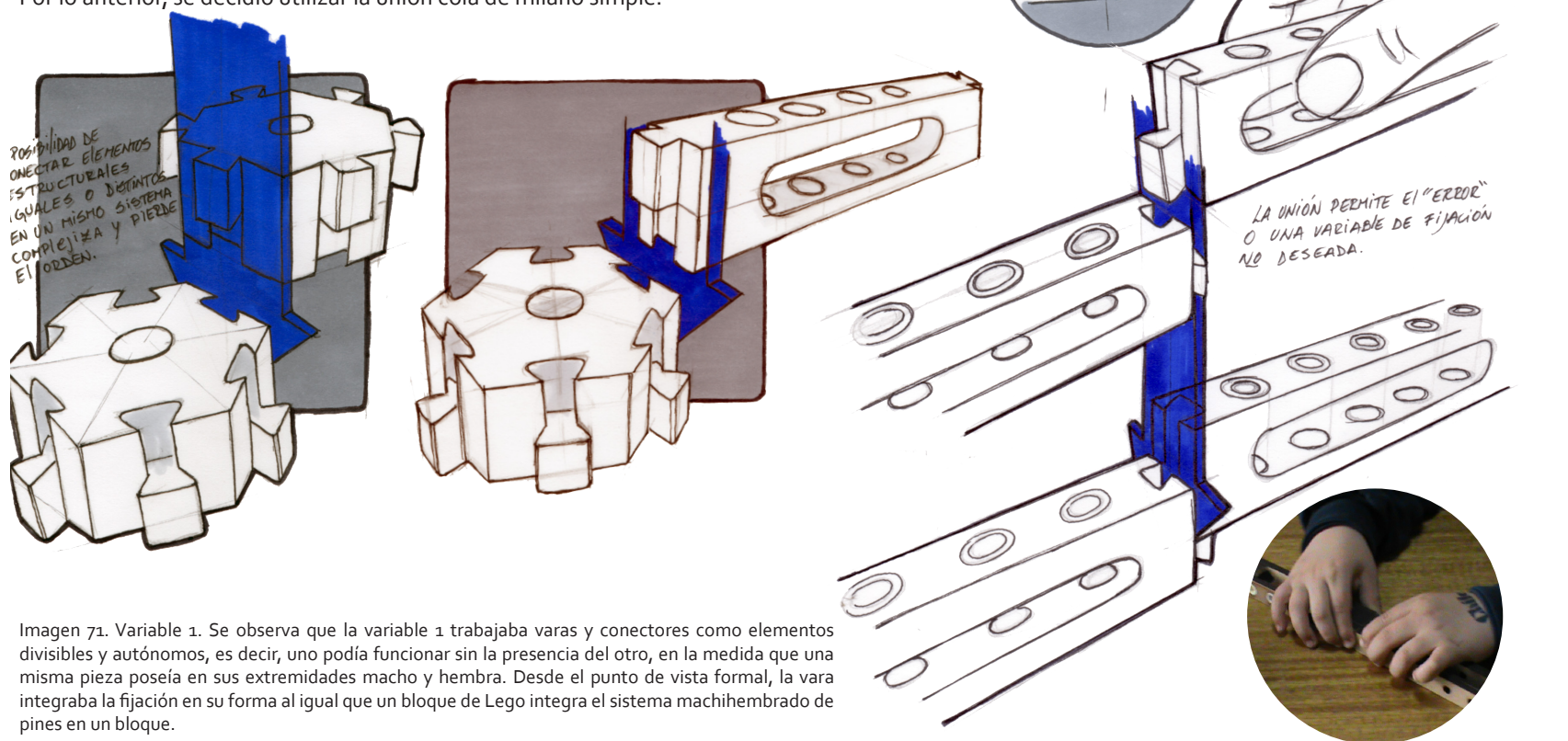


Imagen 71. Variable 1. Se observa que la variable 1 trabajaba varas y conectores como elementos divisibles y autónomos, es decir, uno podía funcionar sin la presencia del otro, en la medida que una misma pieza poseía en sus extremidades macho y hembra. Desde el punto de vista formal, la vara integraba la fijación en su forma al igual que un bloque de Lego integra el sistema machihembrado de pines en un bloque.

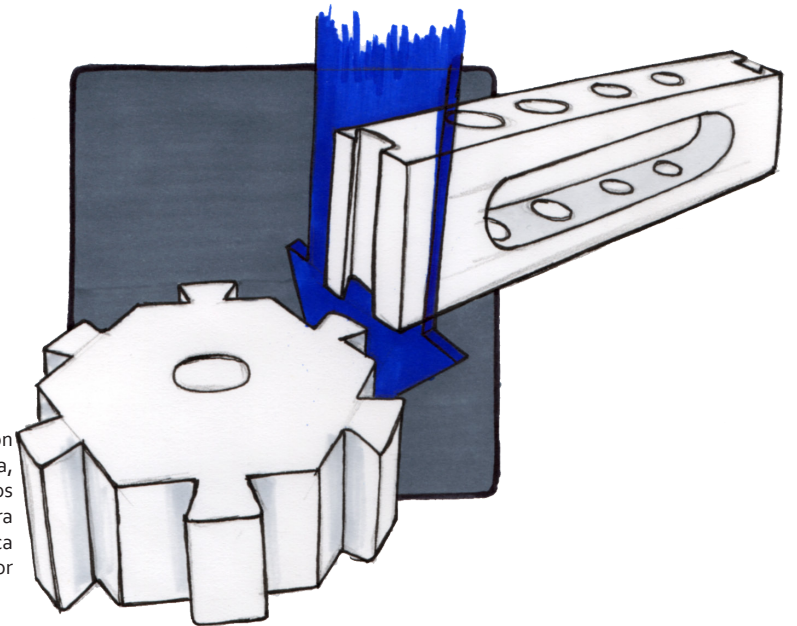
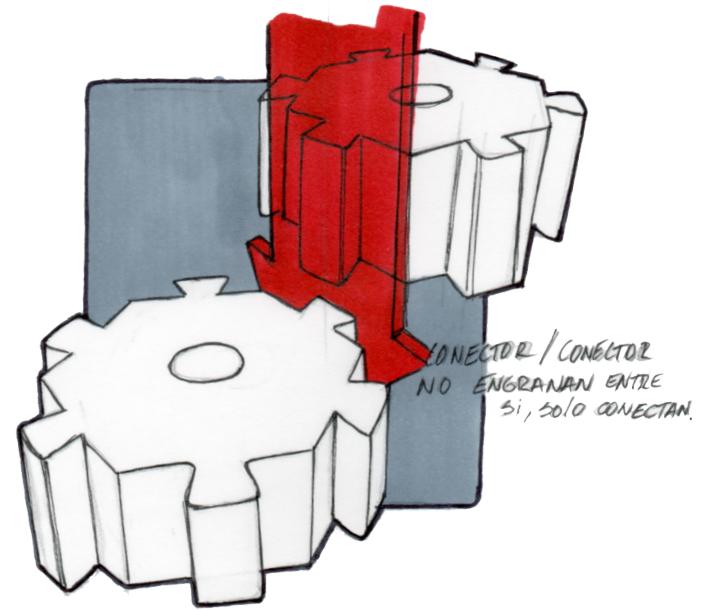
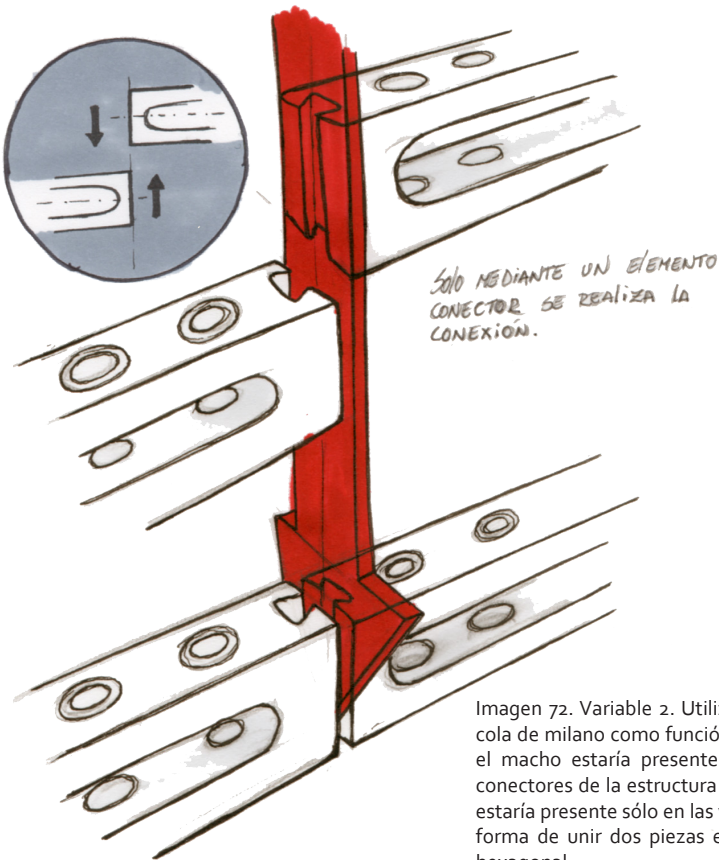
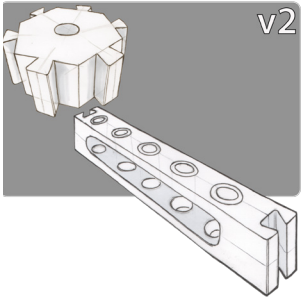


Imagen 72. Variable 2. Utiliza el sistema de fijación cola de milano como función indicativa de la forma, el macho estaría presente sólo en los elementos conectores de la estructura mientras que la hembra estaría presente sólo en las varas. Entonces, la única forma de unir dos piezas es mediante el conector hexagonal.

Saliendo del plano. Los objetos tridimensionales

Hasta el momento solo se había trabajado sobre un plano dejando de lado las múltiples posibilidades que daba construir en varios planos. En este escenario se consideró que el juguete debía ser capaz de satisfacer esta necesidad como una forma de aumentar las combinatorias posibles. El elemento a proyectar era un conector que diese la posibilidad de unir varas en más de un eje siguiendo el mismo lenguaje utilizado en el conector hexagonal.

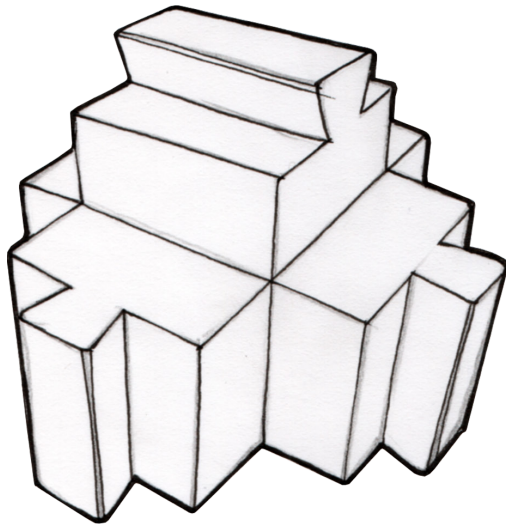
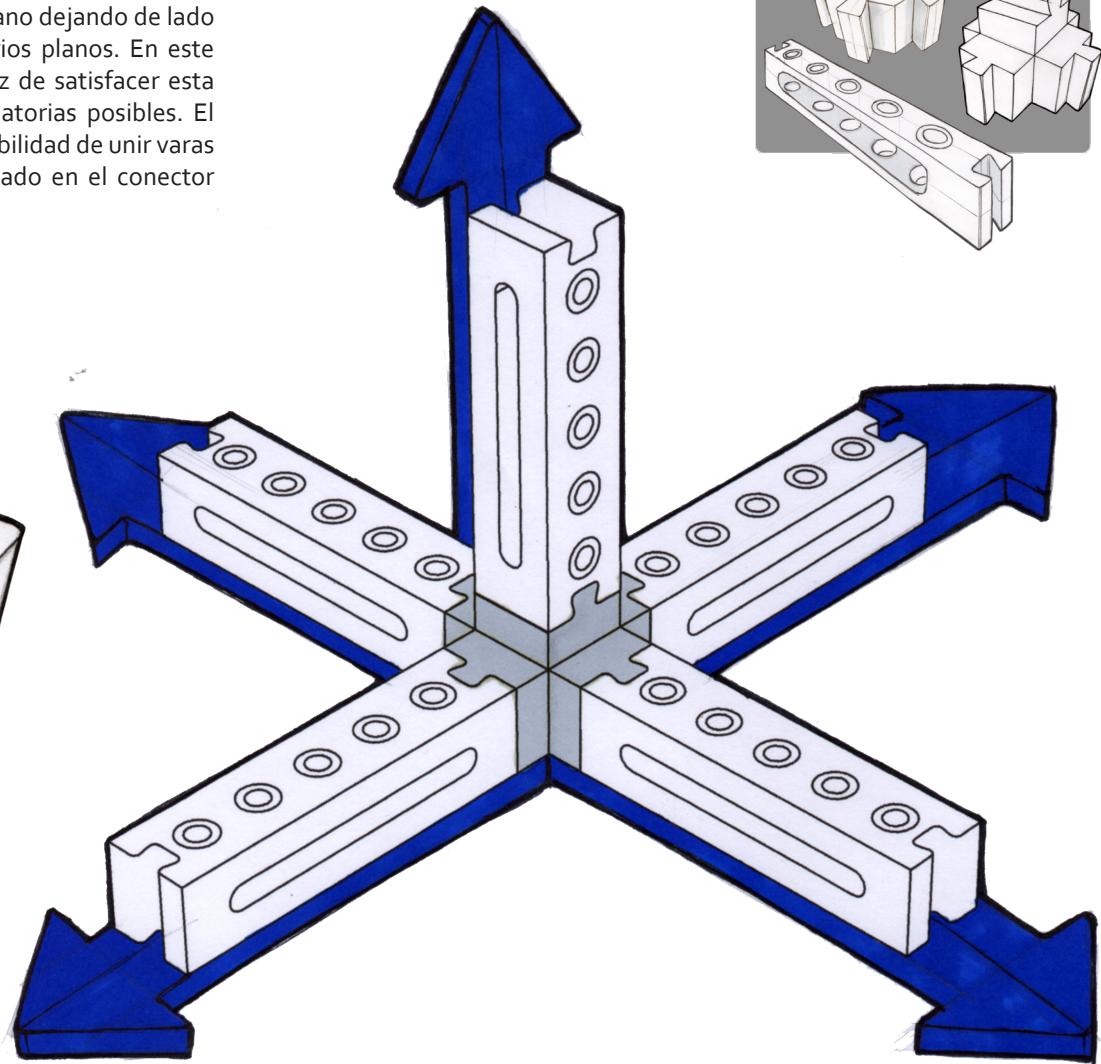


Imagen 73. El conector tridimensional y sus posibilidades de expansión



SISTEMA DE FIJACIÓN

Hasta este punto los mecanismos eran fijados conceptualmente sobre puntos que en la realidad son materializados a través de ejes. Independiente del tipo, todo eje posee un vástago² que en este caso posibilita la unión entre estructura y elemento mecánico.

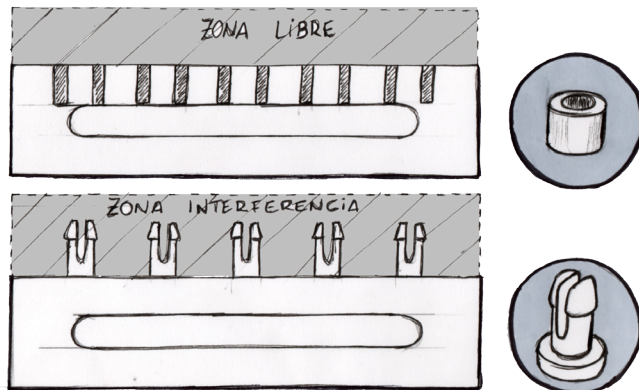


Imagen 74. Las dos opciones para posicionar los elementos de fijación

La primera decisión implicó definir a que elemento se fijaría el vástago. Como se muestra en la imagen, para una estructura con múltiples centros o puntos de inserción, un vástago en desuso afecta el funcionamiento del juguete siendo necesario retirarlo en caso de no ser usado. De lo anterior se obtienen como principios de diseño los siguientes:

-El vástago no debe interferir físicamente con el funcionamiento de uno o varios elementos del sistema mecánico.

-Debe ser una fijación reversible que permita conectar/ desconectar las piezas en un mínimo de acciones y por consiguiente sin herramientas para facilitar la usabilidad del juguete.

2. Pieza en forma de varilla que sirve para articular o sostener otras piezas.

RAE: Barra que, sujeta al centro de una de las dos caras del émbolo, sirve para darle movimiento o transmitir el suyo a algún mecanismo.

Se concluyó entonces que la fijación está en constante uso durante el juego, condicionando los tiempos de armado y desarmado. Una unión como es el perno/tuerca requiere mucho tiempo para ser armada, pero permite construcciones más estables que no se separen con facilidad. Por el contrario una unión tipo tarugo requiere de poco tiempo para ser armada, pero genera construcciones menos estables que se sustentan básicamente por la gravedad.

La unión tipo pasador surgió como un punto de equilibrio entre las uniones antes mencionadas, haciendo uso de la gravedad y la elasticidad propia de algunos polímeros.

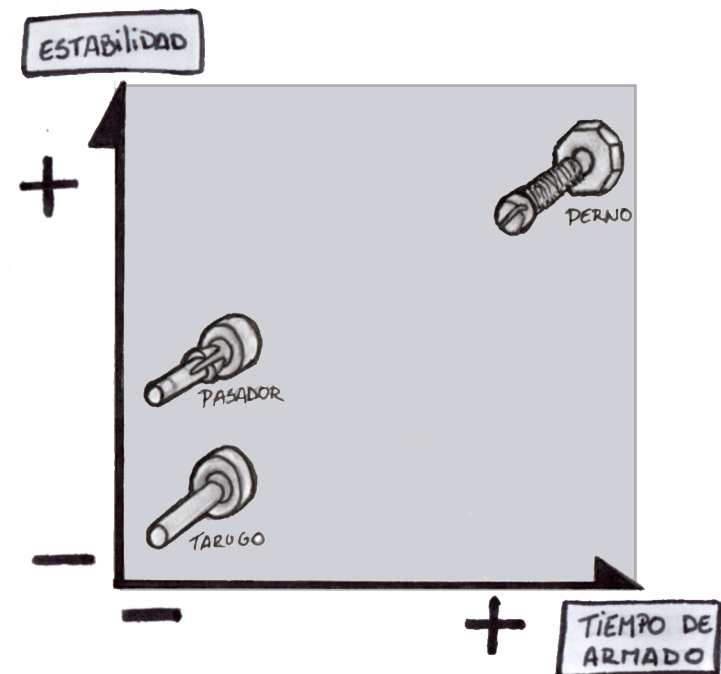


Imagen 75. Gráfico de estabilidad versus tiempo de armado de una unión.

Por consiguiente, la alternativa V1 elegida para la propuesta, utilizará fijación tipo pasador de plástico por ser un material con baja resistencia a la deformación, lo que disminuye la fuerza y los pasos necesarios para lograr la unión/desconexión de las piezas.

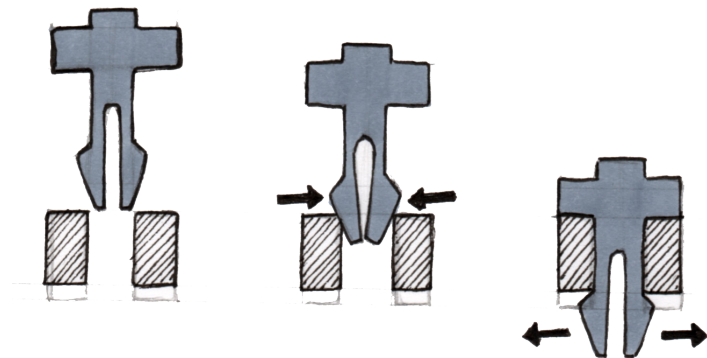


Imagen 76. La elasticidad propia de algunos polímeros como el Nylon, permitió generar una unión que funciona mediante deformación. Un macho con cabeza de diámetro exterior mayor al de la hembra, permite fijar ambos elementos una vez que este pasa por la zona de menor diámetro.

En relación al macho, la alternativa seleccionada lo incluía en el elemento mecánico, liberando la superficie de los elementos estructurales (varas y conectores), cuya función pasaba a ser netamente indicar los lugares en que se podía realizar la unión estructura/fijación mediante perforaciones con el mismo color del macho.

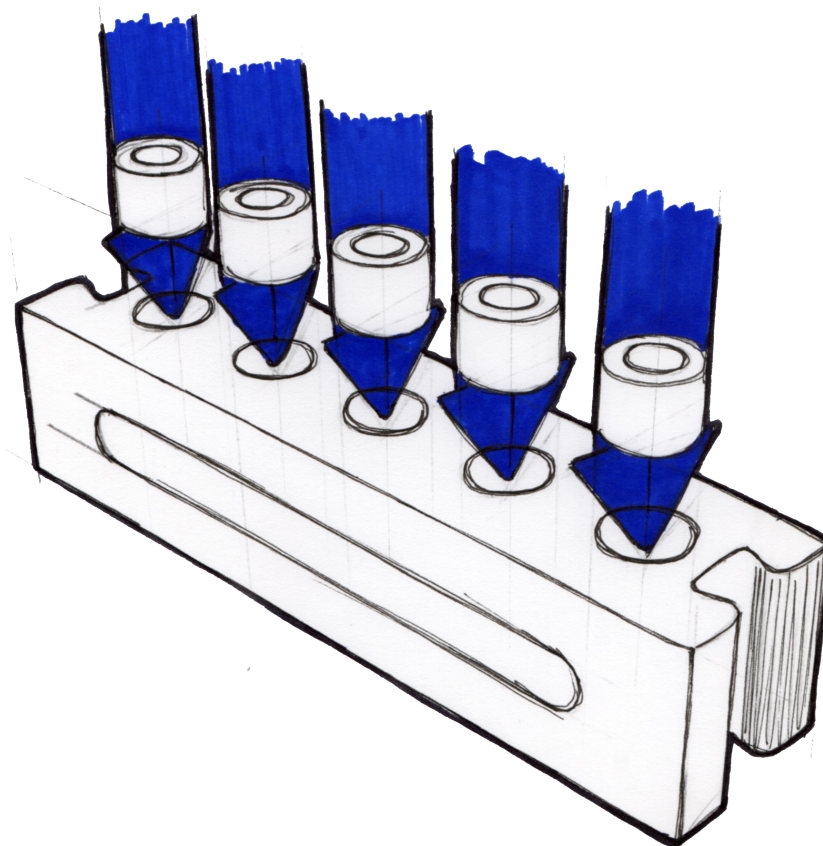


Imagen 77. La necesidad de incluir una hembra de plástico respondía en primer lugar a utilizar los mismos materiales en una misma unión con el fin de facilitar el reconocimiento y uso de estos elementos. En segundo lugar a disminuir el roce y sonido generado entre un elemento plástico y uno de madera.

ELEMENTOS MECÁNICOS

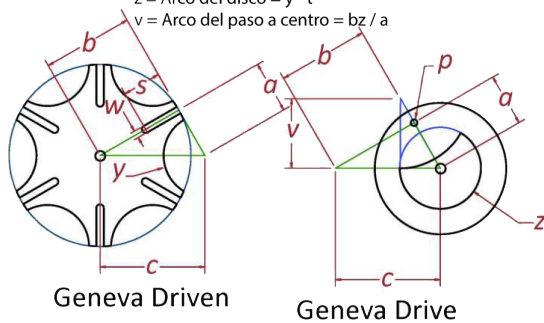
Cruz de Ginebra

De los mecanismos escogidos la cruz de ginebra es el único que regula el movimiento circular entre una pieza a otra, por eso su atractivo y a la vez su complejidad formal dada por dos elementos, a saber: la cruz conducida y la circunferencia conductora. Estos dos elementos están estrechamente relacionados a nivel geométrico, y al igual que en los engranajes posee una relación de transmisión condicionada por el tamaño de sus partes.

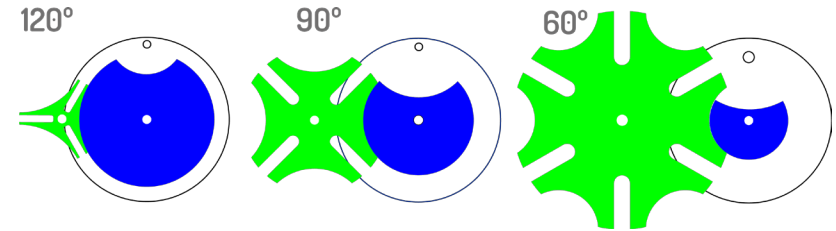
Formulas:

a = Distancia de la manivela
 n = Número de ranuras
 p = Diámetro del pin
 t = Tolerancia

c = Distancia centro/centro = $a / \sin(180/n)$
 b = Radio de de la rueda = $\sqrt{c^2 - a^2}$
 s = Largo de la ranura = $(a + b) - c$
 w = Ancho de la ranura = $p + t$
 y = Arco del paso = $a - (p \cdot 1.5)$
 z = Arco del disco = $y - t$
 v = Arco del paso a centro = bz / a



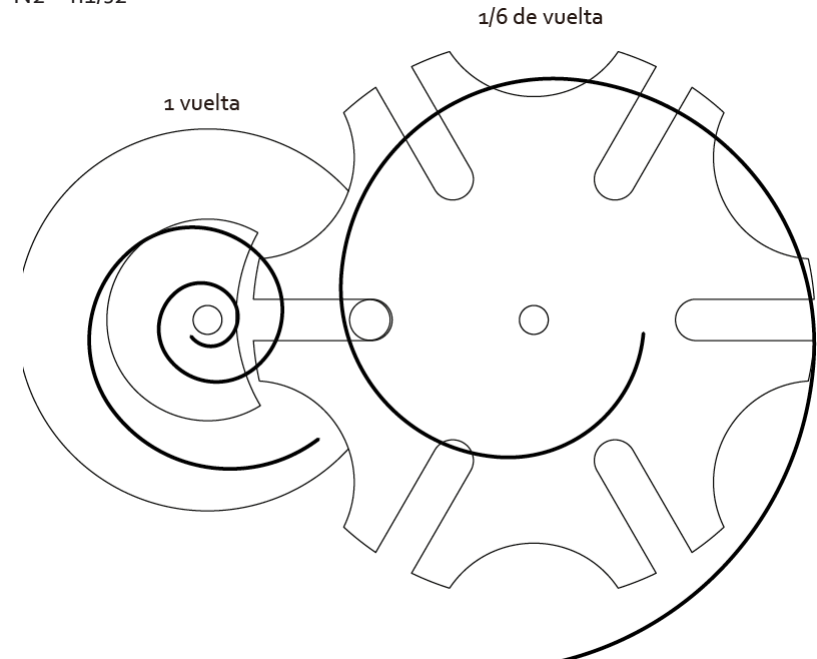
A diferencia de los engranajes la cruz de ginebra por sí sola no permite conectar varias piezas de la misma forma debido a que una de ellas siempre será conducida. En este sentido los engranajes tienen mayor libertad de conexión por sobre otros mecanismos, este fue uno de los criterios para elegirlos como mecanismos base del juguete.



En cuanto a la relación de transmisión, se pudo calcular a partir del número de vueltas y el número de slots o ranuras de la cruz.

Con n: Número de vueltas
 Con s: Número de ranuras

$$N_2 = n_1/s_2$$



Las poleas

A diferencia de los mecanismos mencionados, las poleas daban la posibilidad de conectar dos elementos distanciados físicamente uno de otro. Tanto en las máquinas como en los juguetes, cuando la carga a mover es significativa, la correa pierde su capacidad de transmitir y tiende a deslizarse sobre la llanta. Pese a que lo anterior se soluciona dentando la polea y la correa, esta última debe ser lo suficientemente ancha para mantenerse estable en un plano, esto exige que la llanta sea más ancha alterando el diseño laminar del juguete (ver imagen).

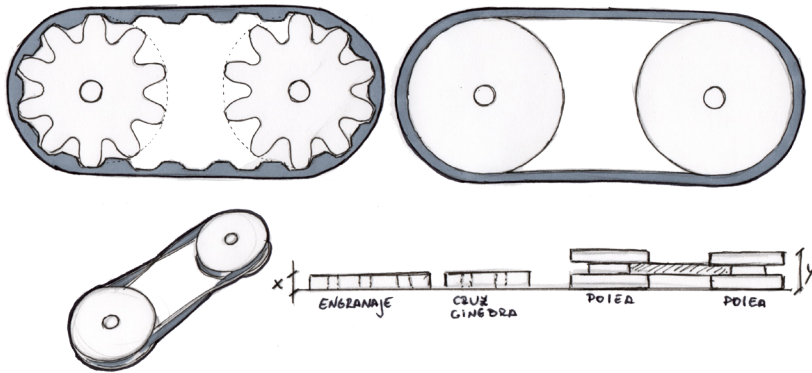


Imagen 78. Problemas asociados a la proyección de poleas

A partir de lo anterior se definió que al igual que la cruz de ginebra es un mecanismo necesario pero secundario que está limitado por el número de poleas a conectar, siendo lo ideal no conectar más de dos para no perder transmisión.

En cuanto a la relación de transmisión, se pudo calcular a partir del número de vueltas y el diámetro de la circunferencia.

Con n: Número de vueltas

Con d: Diámetro de la polea

$$d_1 \times n_2 = d_2 \times n_1$$

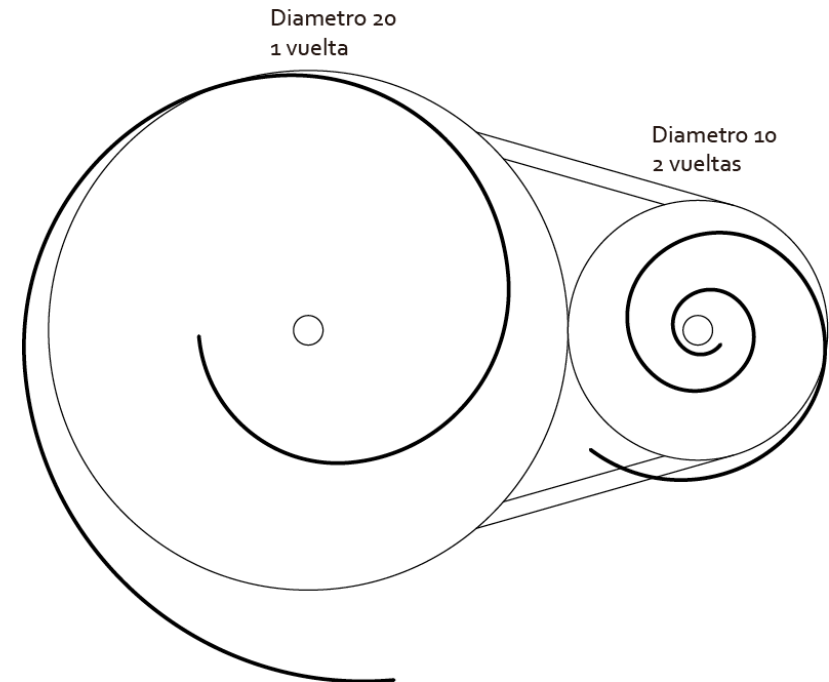


Imagen 79. Relación de transmisión en poleas

SISTEMA DE FIJACIÓN

La apilabilidad de elementos

Hasta el momento los mecanismos respondían a cabalidad con casi todas las interrelaciones de la forma menos con la coincidencia, situación en que ambas formas comparten un mismo centro quedando una por sobre la otra. La propuesta daba la posibilidad de apilar dos elementos cualquiera a través de un sistema mixto compuesto en primer lugar por el sistema de fijación tipo pasador que restringe el movimiento en el eje z y en segundo lugar por una fijación tipo chaveta de posición única que restringe el movimiento en los eje x e y.

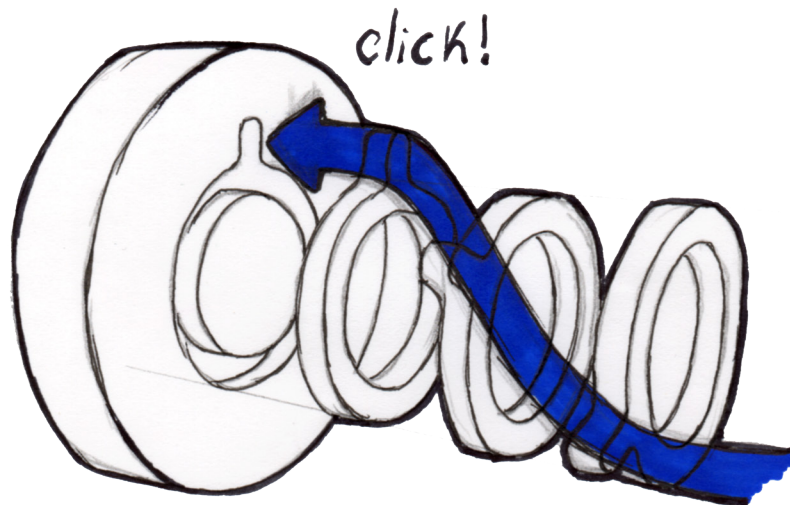


Imagen 8o. Detalle del modo de uso de la chaveta. El giro es necesario para que ambas formas coincidan.

Elementos de entrada/salida y su relación con el usuario.

Una vez superada la etapa de exploración en que el niño construía objetos sin un significado claro para los adultos es posible identificar ciertos elementos del mundo real que permiten aproximar el juguete a los objetos del mundo real. En este contexto, una bobina de hilo con un garfio en su extremo transforma un objeto en una maquina construida para levantar un "algo". De la misma forma un par de ruedas transforma el objeto construido en un vehículo. El importante destacar que el juguete como sistema abierto permite incorporar estos elementos de entrada/ salida y muchos más sin embargo su presencia no es necesaria para iniciarse en el mundo del movimiento y pertenecen más bien a una expansión o especialización del set básico del juguete.

Se observó que los mecanismos de entrada o salida facilitan el trabajo, pero no genera movimiento, pues su forma suele no engranar con ninguna otra siendo necesario anclarse a un mecanismo y a través de este ejercer movimiento. Esta relación en biología se denomina simbiosis, es decir, una relación en que ambas partes se ven beneficiadas. En el caso de una manivela, al ser anclada a un engranaje permite que este gire con mayor velocidad y fluidez mientras y a la vez esta utiliza el eje del engranaje para anclarse. Mismo caso para una bobina que permite subir o bajar objetos a través de una cuerda sin embargo necesita un objeto al cual anclarse y utilizar como eje de giro.

De esta forma, la propuesta incluye formas pensadas para facilitar el trabajo humano, en capítulos posteriores se evaluara su desempeño y las posibilidades que da durante el juego.

Como se aprecia en la imagen, la fijación descrita en "apilabilidad de elementos" satisface este requerimiento y da cuenta que la apilabilidad no responde sólo a unir mecanismos de trasmisión sino elementos de entrada o salida como los mencionados.

La Manivela.

Este elemento es fundamental en la medida que facilita el trabajo realizado por el usuario al multiplicar la fuerza ejercida. Esto se debe a que el momento de fuerza (M), es producto de la fuerza ejercida por el niño (F) y la distancia de esta fuerza al eje del objeto (brazo de fuerza o r), si la distancia es muy pequeña su asistencia será mínima mientras que si es muy larga la el momento de fuerza puede generar algún daño físico en el niño o condicionar el funcionamiento del juguete.

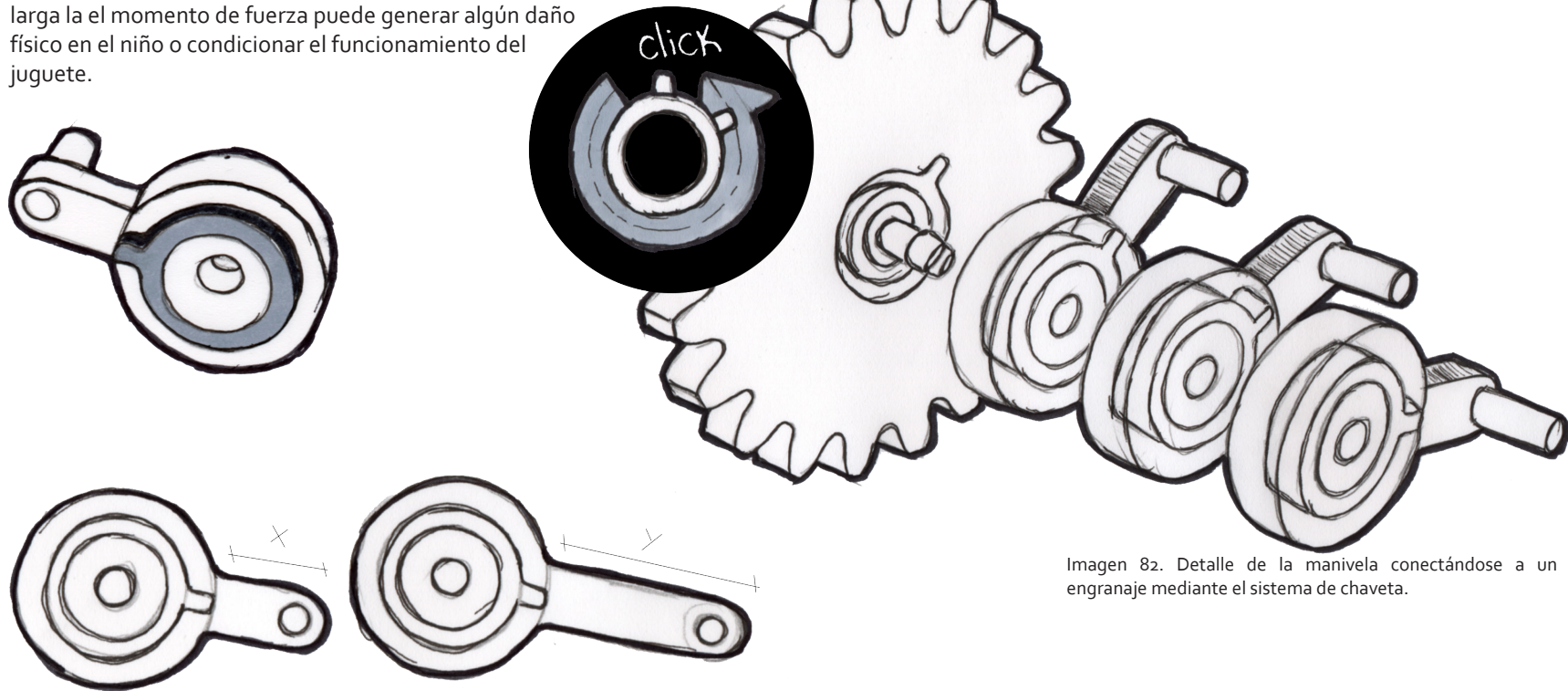


Imagen 81. El largo del brazo determina en gran medida la fuerza que puede ser aplicada sobre el juguete.

Imagen 82. Detalle de la manivela conectándose a un engranaje mediante el sistema de chaveta.

La bobina

La importancia de incluir este elemento en una versión más avanzada del juguete, radicaba en la posibilidad de acercar o alejar un elemento externo al juguete dándole un fin práctico al objeto construido. En este sentido la transmisión de movimiento podía ser utilizada para girar, levantar, alejar o acercar una pieza.

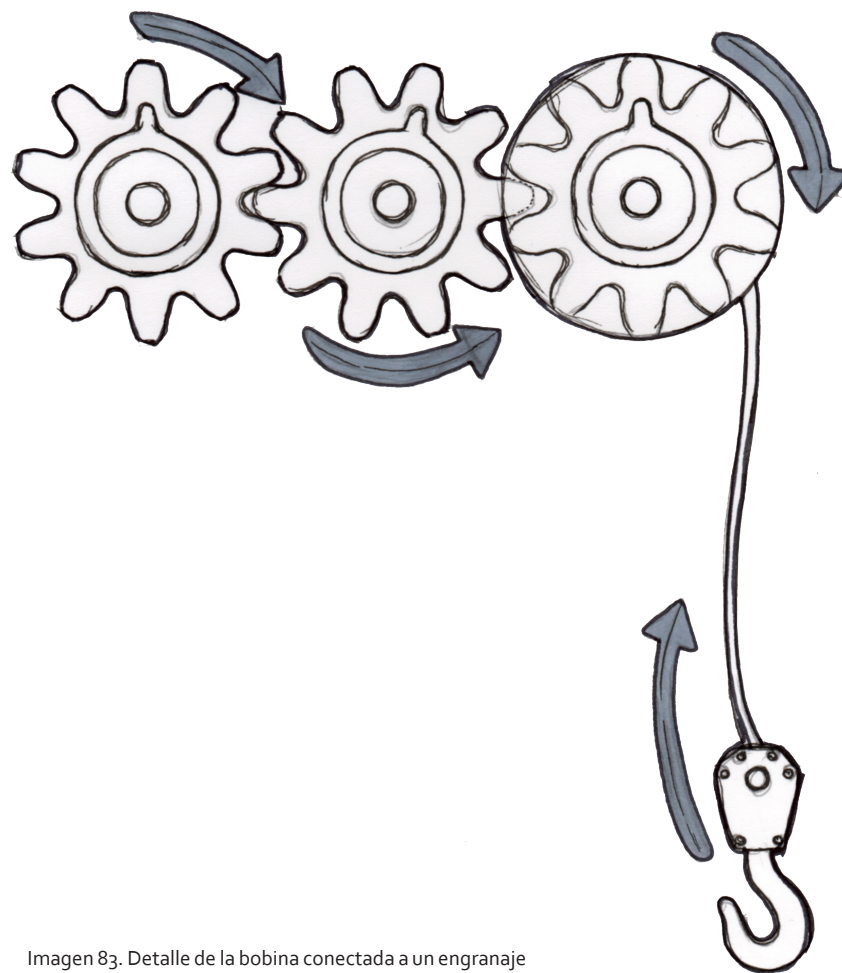
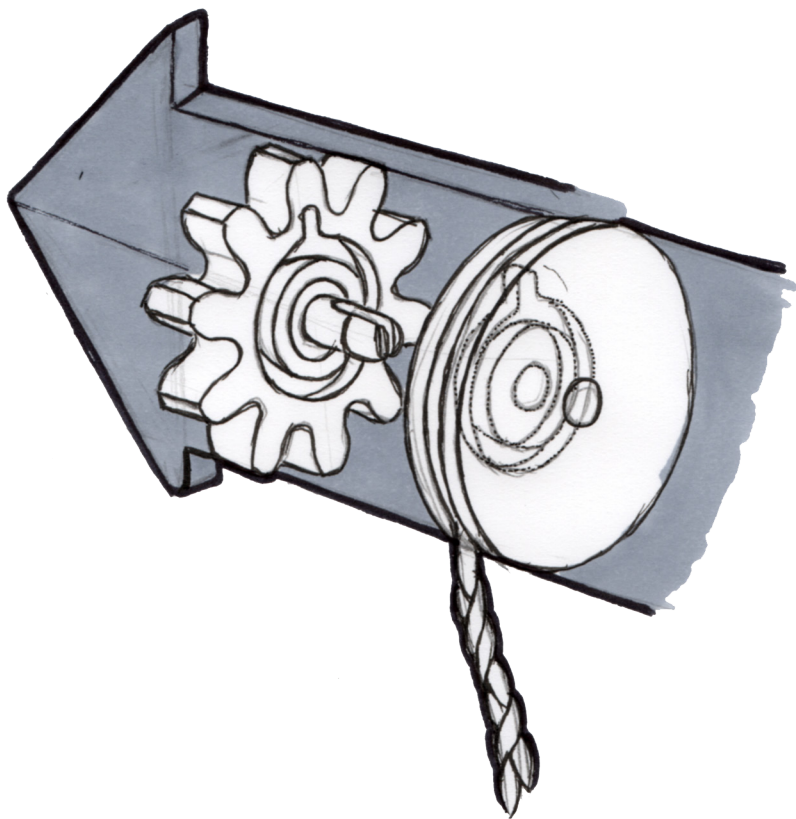


Imagen 83. Detalle de la bobina conectada a un engranaje y sus posibilidades como elemento de salida

Resultado

A modo de termino de capitulo se expone un modelo digital integral que permite ver desde el funcionamiento de las uniones estructurales hasta los mecanismos conjugados en una cadena cinética.

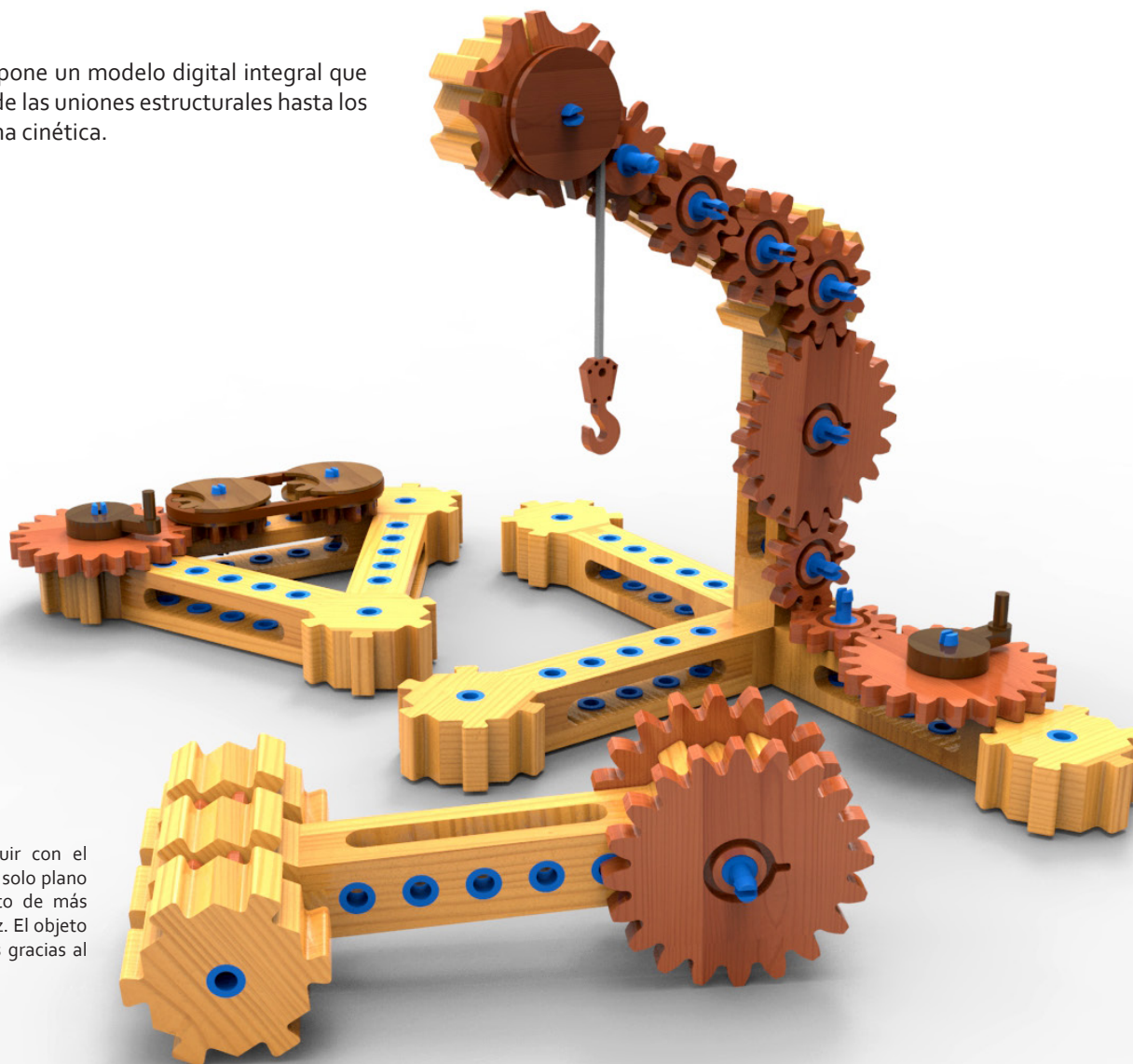


Imagen 84. Tres formas distintas de construir con el juguete IO. En el objeto del fondo se utiliza un solo plano de construcción de igual forma que el objeto de más adelante solo que este último está en el plano z. El objeto de en medio construye a partir de tres planos gracias al conector tridimensional pensado para ese fin.

V. FABRICACIÓN

El material como propuesta de valor

La construcción de los mecanismos

La construcción la fijación

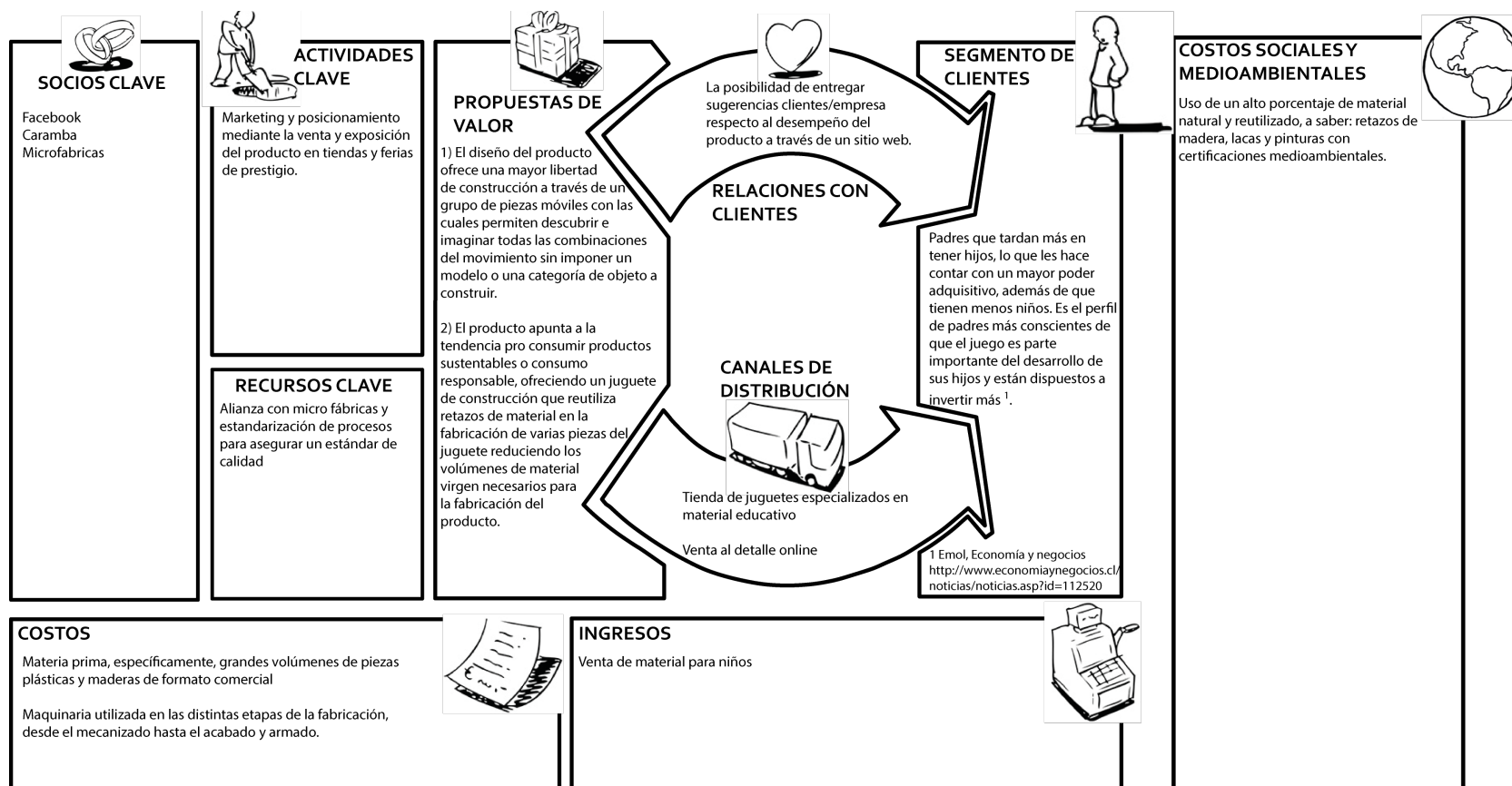
La construcción la estructura

Resultados

El material como propuesta de valor

Se entendió que el impacto de un producto es siempre mayor a su uso, detrás de él hay un ciclo de vida que muchas veces marca la diferencia entre un producto u otro. En este sentido y considerando las posibilidades de producir el juguete en series cortas, se optó por la madera natural como material base a utilizar. Sus características, ventajas y desventajas ya fueron tratadas en capítulos anteriores y solo queda señalar la abundancia de este material en el mercado nacional y la facilidad para adquirirla.

Si bien los formatos comerciales de los distintos tipos de madera están estandarizados, se observó que ciertas piezas del juguete por tener un tamaño pequeño (inferior a 50x50x10 mm) eran factibles de ser fabricadas a partir de retazos, esto entregaba la posibilidad de desarrollar un producto con un alto porcentaje de material reutilizado, desarrollando un producto con carácter ecológico. Este aspecto es desarrollado en el modelo canvas aplicado al proyecto.



Retazos de madera. Alianza con el sector secundario

Sin analizar el flujo que tienen los retazos de madera dentro del mercado nacional, parecía lógico adquirirlos en empresas productoras de madera, sin embargo en estos lugares los formatos comerciales están predeterminados para el sector de la construcción. Por tanto, la compra al detalle de un trozo de dimensiones menores implicaba el pago del formato comercial.

Por lo anterior se tornó complejo encontrar retazos de calidad en la medida que cualquier excedente de material quedaba en manos del comprador y no de la empresa productora. Siguiendo la lógica del comprador que adquirió más de lo que necesitaba, se llega a los carpinteros y las mueblerías, que a diferencia de las barracas, generan retazos que por una parte son demasiado pequeños para ser utilizados en mueblería y por otra demasiado nobles para ser utilizados como leña. Sin embargo, al no existir un intermediario que reutilice los “desechos” estos son almacenados en sacos sin ninguna clasificación previa con el fin de ser utilizados como leña.

Esquema. Obtención de los retazos

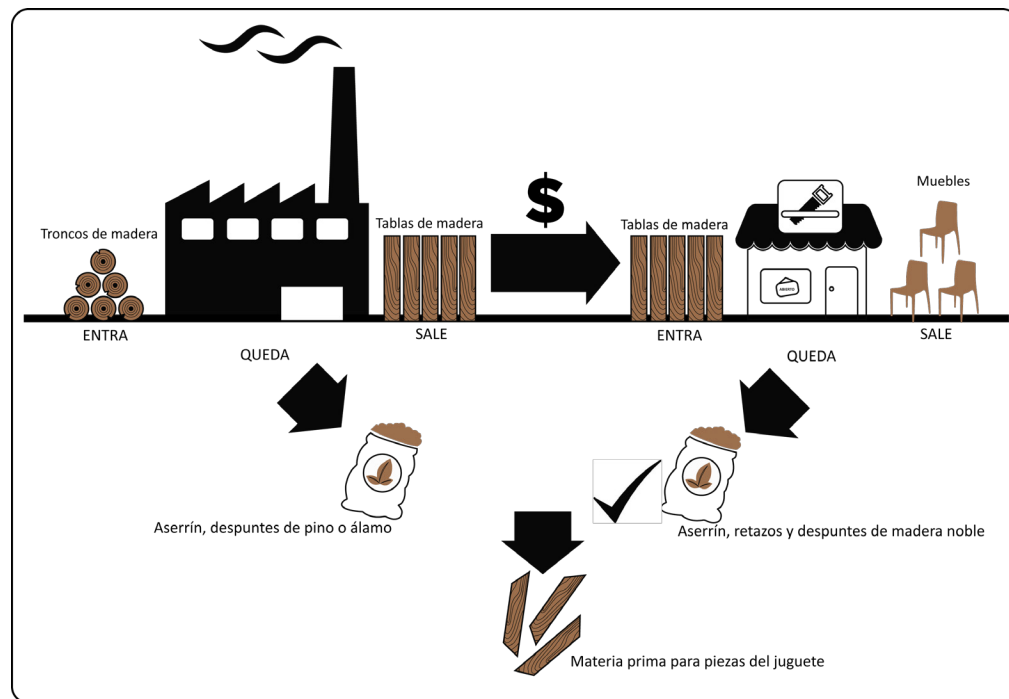


Imagen. Una de las mueblerías de Barrio Italia donde se utilizan maderas nobles y es común encontrar retazos de buena calidad.

La construcción de los mecanismos

Se consideraron las ventajas y desventajas de fabricar los mecanismos mediante corte láser o Router CNC, a saber: precio, velocidad, proceso, tolerancias y terminación. El diseño de las piezas implicaba trabajarlas por ambas caras, en Router CNC esto se traducía en voltear la pieza a mitad del proceso siendo pocos los proveedores dispuestos a esto ya sea por inexperiencia o por complejidad. En función de lo anterior se optó por el corte láser, esto implicó generar los mecanismos a partir de plano seriado, permitiendo aligerar el peso de las piezas en la medida que la capa media podía ser "ahuecada". La mayor desventaja del proceso fue que las piezas quedaban quemadas es su contorno siendo necesario lijarlas de forma manual e individual.

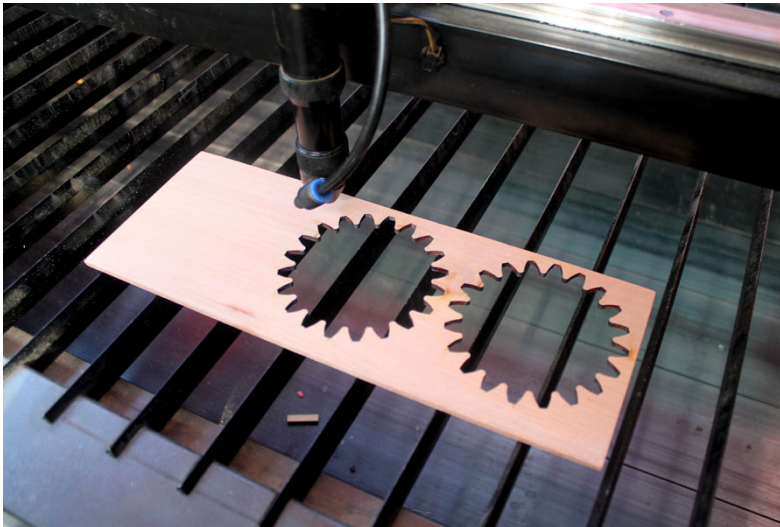


Imagen 85. Detalle del proceso. Desde el modelo CAD al corte láser.



Imagen. Detalle del proceso. Corte de tablas para la obtención de láminas de madera.



Imagen 86. A la izquierda las piezas en bruto y abajo el detalle de la pieza ahuecada.



La construcción de la fijación

Uno de los límites del proyecto era que las piezas plásticas complejas suelen ser fabricadas mediante inyección, proceso al cual no se tuvo acceso.

Con el fin de alcanzar un resultado visual y mecánicamente similar al real, se realizaron piezas por colada de polímero termoestable PU a partir de master de PLA fabricado mediante proceso de impresión 3d o deposición de polímero fundido.

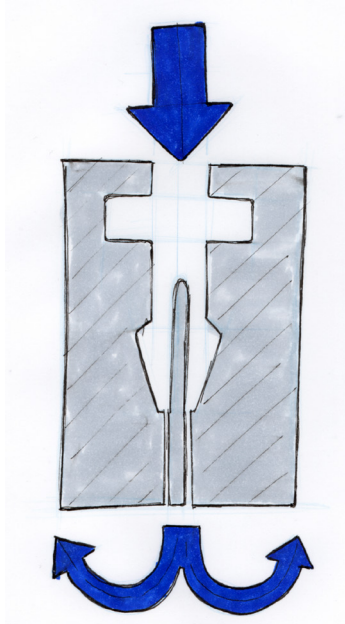


Imagen 87. Detalle de las salidas de aire del molde

Este proceso implicó la fabricación de moldes flexibles que permitieran retirar las piezas que en su diseño presentan puntos de retención. Por lo anterior y por el buen acabado se utilizó silicona de caucho de baja viscosidad para cubrir los sectores más complejos de la pieza.

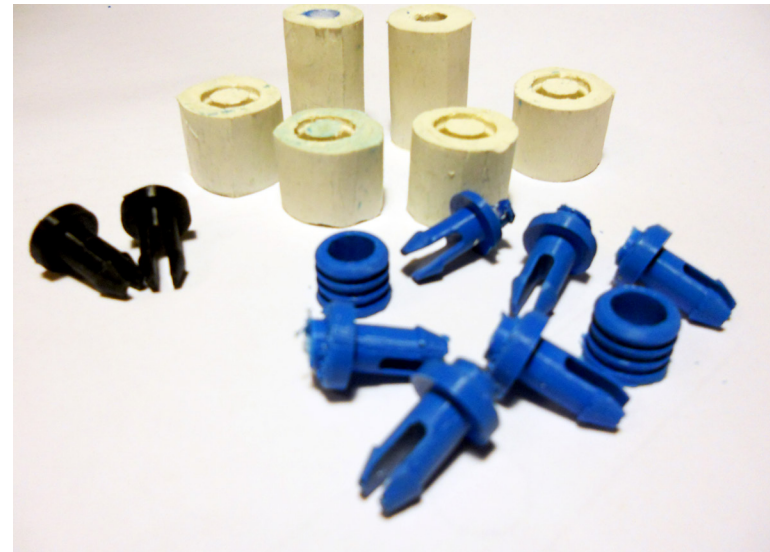


Imagen 88. A la izquierda los master sacados de la impresora 3d, atrás los moldes de silicona y a la derecha las copias en poliuretano teñido.

La construcción de la estructura

A diferencia de los mecanismos, las piezas estructurales eran de mayor tamaño, por tanto se tornó complejo utilizar retazos para fabricar las piezas de la estructura, a saber: vara, conector hexagonal y tridimensional siendo necesario comprar madera en formato comercial. El mañío fue la madera seleccionada por su relación precio calidad, que involucraba color neutral en relación a los utilizados en los mecanismos, densidad media adecuada para maquinado y carencia de nudos.

Considerando la opinión de Hernán López Saffie, expertos en la fabricación de juguetes, se observó que una pieza puede ser resuelta de muchas formas en función de las máquinas específicas que estén disponibles. Al respecto la vara puede ser resuelta en dos pasos mediante CNC o en tres mediante CNC y taladro múltiple, quedando como criterio de producción para versiones posteriores.

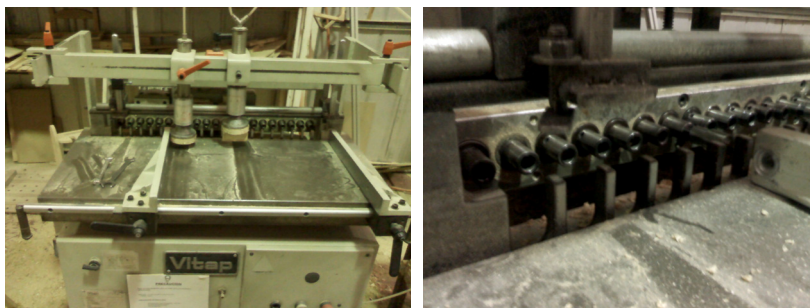


Imagen 8g. Detalle de la multiperforadora de la empresa Pudú.

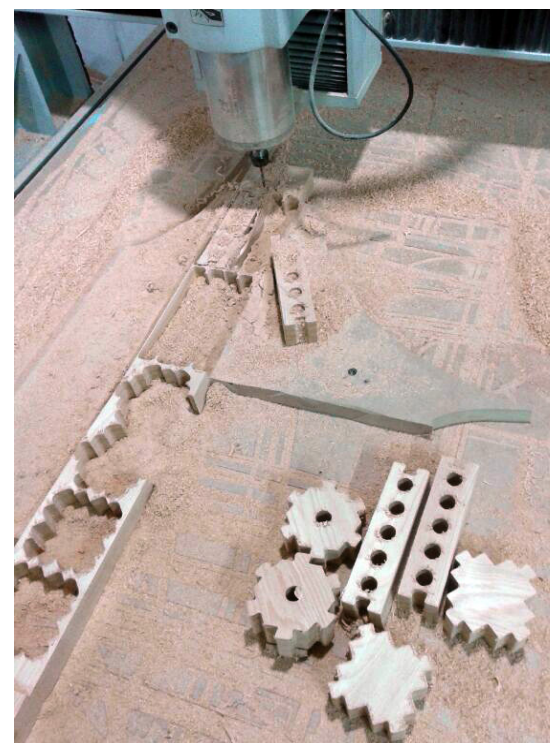


Imagen 9o. Detalle durante el frezado de las piezas estructurales

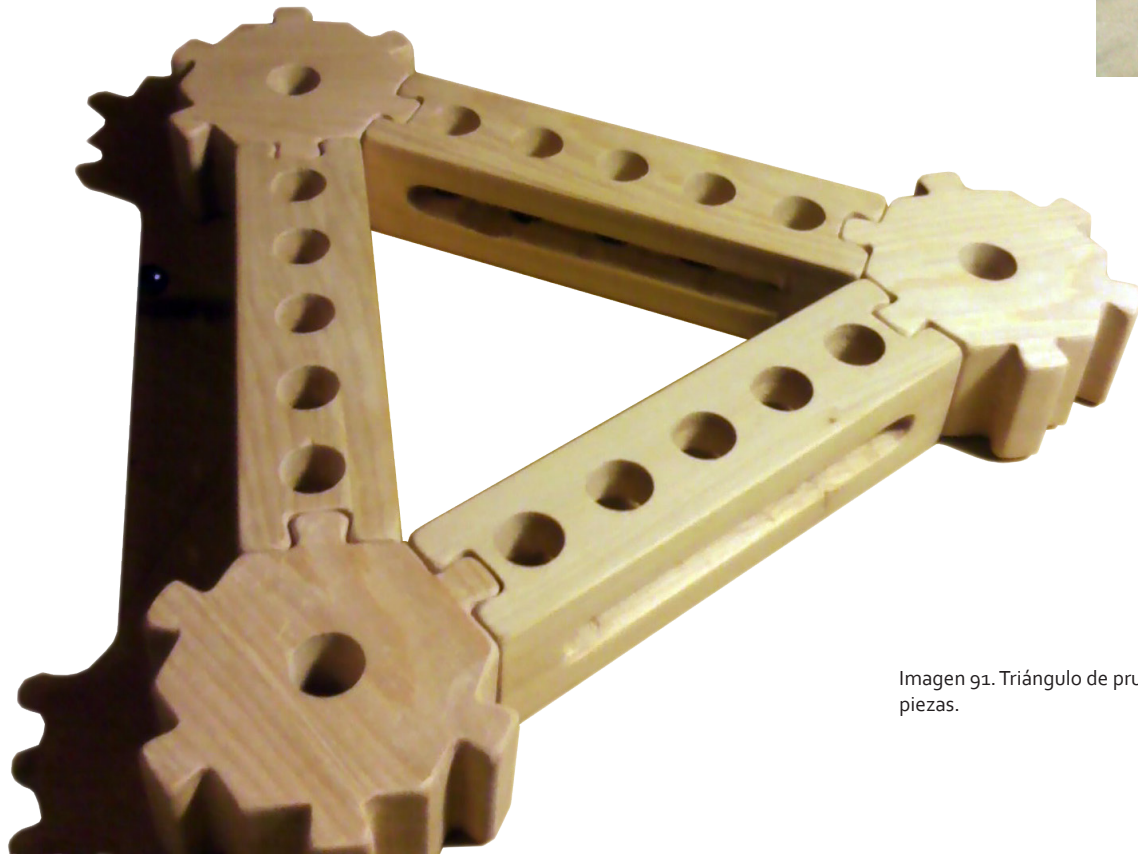


Imagen 91. Triángulo de prueba para verificar calce de piezas.



Imagen 92. Piezas después del trabajo de lijado

El matrimonio de piezas

El correcto anclaje de piezas dependía exclusivamente del control de las tolerancias generadas durante el proceso de fabricación de la estructura y las fijaciones. Dependiendo de la router se identifica la necesidad de adecuar el modelo digital a tolerancias, que van desde 0.3 a 0.6 mm, aspecto crucial no solo para el calce fijación/estructura, sino estructura/estructura.



Imagen 93. Piezas estructurales y de fijación unidas en un solo objeto.

La terminación

En esta etapa se realizaron modificaciones sobre la forma dirigidas netamente a mejorar aspectos de seguridad. Esto implicó desde el lijado de todas las aristas hasta el sellado de las piezas con laca certificada para el uso en objetos que estén en contacto con niños.



Imagen 94. Laca seleccionada a partir de criterios mencionados en el apartado de normas.

Resultados

A continuación se presentan imágenes de los resultados obtenidos tras el lacado de piezas, proceso que pone fin a la etapa de fabricación y permite la evaluación del juguete.

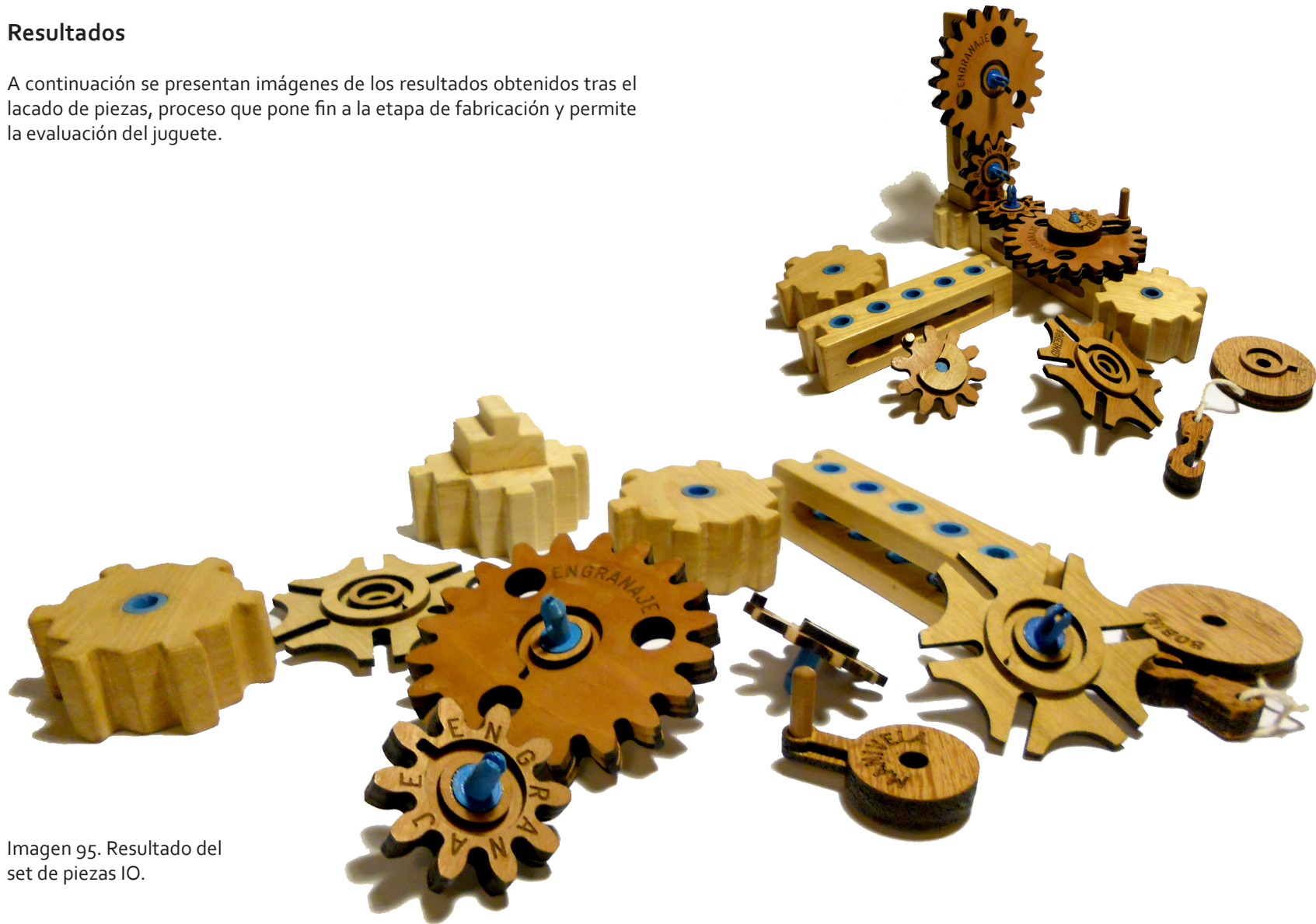


Imagen 95. Resultado del set de piezas IO.

VI. EVALUACIÓN

Evaluación del prototipo integral

Caso a caso

Resumen de los resultados

Evaluación del prototipo integral

Una vez terminada la fabricación del prototipo integral, se dió paso a las evaluaciones de campo con el fin de validar el juguete en contextos reales de uso.

Los parámetros de evaluación debían ser lo más amplios posibles, considerando en primer lugar que el juguete fue diseñado para niños de varias edades y en segundo lugar que los contextos de uso de un juguete son por naturaleza múltiples. A modo de resumen se presenta una tabla utilizada por Requena, M. (2003) para facilitar la clasificación de lo observado.

El prototipo integral permitió además comprobar la hipótesis planteada, la cual decía que, si el juguete utiliza mecanismos que transmiten el movimiento de la misma forma (circular/circular) el orden de las piezas podrá ser entendido por el usuario, pasando a una etapa de exploración y descubrimiento de combinaciones posibles.

El kit de prueba fue el equivalente al kit básico comercial, pensado para iniciar al niño en el juguete, constaba de: 3 varas, 3 conectores hexagonales, 2 engranajes grandes, 2 engranajes chicos, 1 manivela, en algunos casos se incluyó al final de la sesión de juegos, elementos como la cruz de ginebra o la bobina con el fin de identificar la aceptación que tenían estas piezas más específicas.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	
1.2. Sexo	
1.3. Edad	
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	
2.2. Papel que desempeña el adulto	
2.3. Número de participantes	
2.4. Actividad promovida en el niño	
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	
3. Juguete	
3.1. Nº de piezas	
3.2. Tiempo de uso	
3.3. Nivel de construcción alcanzado	

Caso a caso.

Sujeto 1

Alonso de 6 años de edad, desde un principio mostro interés por utilizar el juguete, logró identificar el orden general de las piezas y el sistema planteado para conectarlas. Una vez conectados los elementos estructurales sin presentar problemas, procedió a insertar y conectar engranajes sobre la estructura. En aproximadamente veinte minutos de juego, construyo 10 objetos distintos y en ningún caso la fijación fue una limitante, sino más bien un posibilitador de construcciones temporales que podían ser rápidamente modificadas.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	Alonso
1.2. Sexo	Masculino
1.3. Edad	6 años
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	Interior
2.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre
2.3. Número de participantes	Juego individual
2.4. Actividad promovida en el niño	Razonamiento lógico y relaciones espaciales
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	De conocimiento y resolución de conflictos
3. Juguete	
3.1. N° de piezas	Kit básico
3.2. Tiempo de uso	20 minutos
3.3. Nivel de construcción alcanzado	Encastre avanzado



Imagen 96. Pese a ser un juego libre, hacia el final de la sesión la educadora demostró la posibilidad de utilizar el juguete como herramienta para fortalecer conceptos como color, forma y significativo de cada pieza.

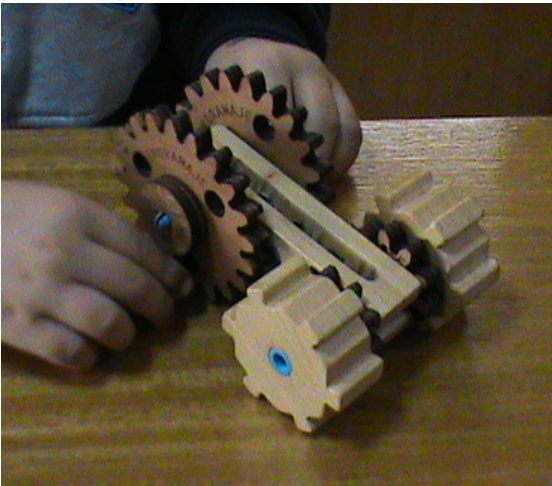


Imagen 97. Objeto construido a los ocho minutos de juego



Imagen 98. La función de la manivela fue entendida sin problemas, posicionándola sobre un engranaje el cual procedió a girar.

Sujeto 2

Tomás de 6 años de edad, utilizó el juguete de la forma más básica permitida por el diseño, el apilamiento, limitándose a poner un objeto encima del otro a modo de columna independiente de su forma, juntando varas, estructuras y conectores sin un sentido lógico. No se observó problemas con el modo de uso y fue necesario el apoyo del educador para reforzar conceptos como elementos estructurales y engranajes.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	Tomás
1.2. Sexo	Masculino
1.3. Edad	6 años
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	Interior
2.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre
2.3. Número de participantes	Juego individual
2.4. Actividad promovida en el niño	Razonamiento lógico y relaciones espaciales
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	De conocimiento y resolución de conflictos
3. Juguete	
3.1. N° de piezas	Kit básico
3.2. Tiempo de uso	10 minutos
3.3. Nivel de construcción alcanzado	Encastre simple



Imagen 99. Durante el juego, Tomás se limitó a utilizar sólo uno de los sistemas de fijación generando objetos verticales que no aprovechaban el movimiento.



Sujeto 3

Lucas de 6 años de edad, entendió de forma inmediata el modo de uso del juguete, sin embargo fue necesaria la ayuda de la educadora para conseguir la construcción que tenía en mente comenzó conectando tímidamente los engranajes sobre la estructura para luego utilizar el resto de las piezas. Se observó que en ocasiones el sujeto insertaba el mecanismo en una perforación demasiado alejada o cercana a otro elemento, debiendo deshacer la unión y reinsertando la pieza en otra perforación.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	Lucas
1.2. Sexo	Masculino
1.3. Edad	6 años
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	Interior
2.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre
2.3. Número de participantes	Juego individual
2.4. Actividad promovida en el niño	Razonamiento lógico y relaciones espaciales
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	De conocimiento y resolución de conflictos
3. Juguete	
3.1. N° de piezas	Kit básico
3.2. Tiempo de uso	10 minutos
3.3. Nivel de construcción alcanzado	Apilamiento



Imagen 100. Unión tipo de dos engranajes de igual forma sobre una vara.



Imagen 101. Construcción de un objeto con giro independiente de la estructura a través de un engranaje utilizado como eje.

Sujeto 4

Vicente de 6 años de edad, demostró un interés por el juguete que se veía reflejado en su sonrisa cada vez que descubría algo. Con ayuda de la educadora entendió el concepto de manivela poniéndola sin problemas sobre un engranaje. Con Vicente se evidenció que al momento de fijar un mecanismo a la estructura no siempre se insertaba en la perforación deseada ya que esta queda oculta por debajo de la pieza manipulada. Esta situación se ve compensada por la facilidad de reacomodar una pieza insertándola sin problema en la siguiente perforación de la vara.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	Vicente
1.2. Sexo	Masculino
1.3. Edad	6 años
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	Interior
2.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre
2.3. Número de participantes	Juego individual
2.4. Actividad promovida en el niño	Razonamiento lógico y relaciones espaciales
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	De conocimiento y resolución de conflictos
3. Juguete	
3.1. N° de piezas	Kit básico
3.2. Tiempo de uso	10 minutos
3.3. Nivel de construcción alcanzado	Encastre avanzado

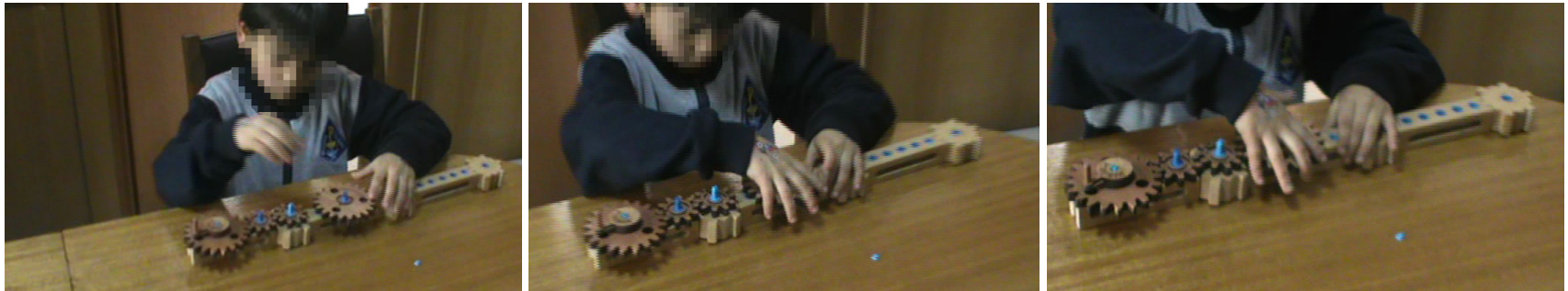


Imagen 102. Ensayo y error durante el juego, las piezas dan la posibilidad de hacer o deshacer la unión en una o dos acciones según el niño.

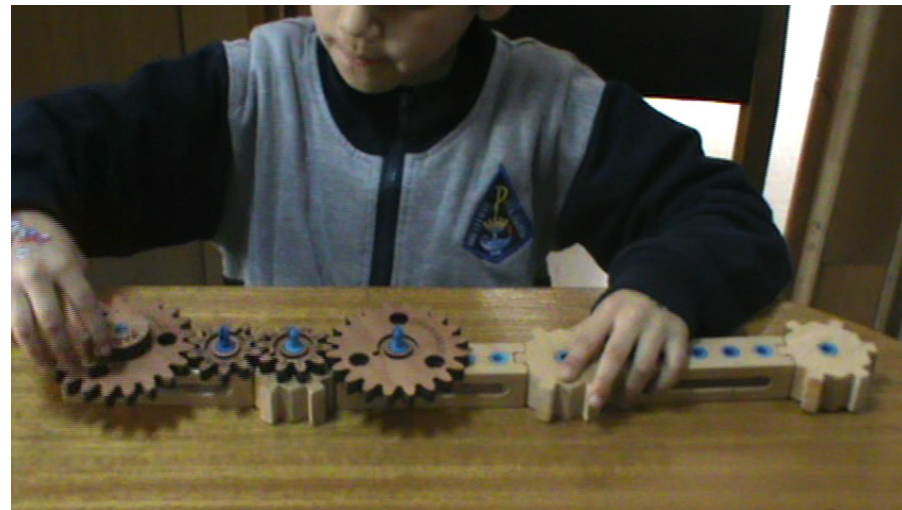


Imagen 103. Construcción estructural lineal con tren de engranajes simples. Independiente del número de piezas utilizadas se requiere de dos manos, con una se pone en marcha el juguete mientras con la otra se controlan desplazamientos indeseados.

Sujeto 5

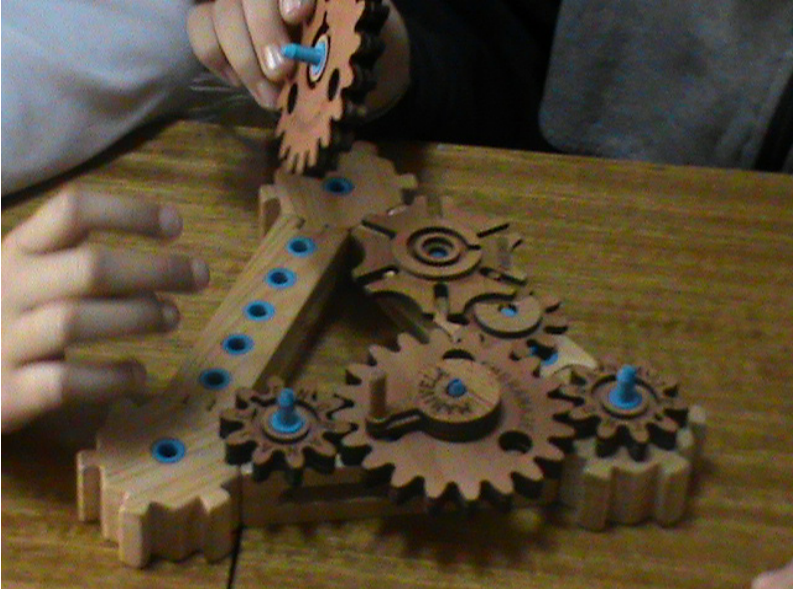
Se decidió probar el juguete con una pareja de niños para confirmar la posibilidad de usar un mismo juguete en contexto distinto de juego. Lucas y Josefa, ambos de 10 años de edad, comenzaron a construir de forma separada, pero el número de piezas era limitado y se vieron forzados a construir un mismo objeto. Identificaron inmediatamente como se conectaban los engranajes a la estructura y durante el resto del juego solo usaron este tipo de unión, descartando la posibilidad de conectar piezas estructurales, la educadora les explico de forma verbal como podían realizar la unión y ambos procedieron a utilizarla.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	Lucas y Josefa
1.2. Sexo	Masculino y femenino
1.3. Edad	10 años
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	Interior
2.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre
2.3. Número de participantes	Juego de pareja
2.4. Actividad promovida en el niño	Razonamiento lógico y relaciones espaciales
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	De conocimiento y resolución de conflictos
3. Juguete	
3.1. N° de piezas	Kit básico
3.2. Tiempo de uso	10 minutos
3.3. Nivel de construcción alcanzado	Encastre simple



Imagen 104. Detalle de la desconexión de las piezas estructurales, Lucas posiciona sus dedos cerca de las extremidades de las piezas para ejercer dos fuerzas opuestas necesarias para realizar la acción deseada.



Sujeto 6

Al igual que el caso 5 se buscó validar el juguete en un contexto distinto de uso, donde el niño se sintiese a gusto y confiado. Vicente, de 10 años de edad, utilizó el juguete en su casa, después de asistir al colegio. A diferencia de los casos anteriores se le indicó que tenía todo el tiempo que quisiera para jugar, el resultado fue más de una hora de juego y los resultados fueron completamente diferentes.

Vicente comprendió como se utilizaba cada pieza armando y desarmando con una velocidad mayor a medida que pasaba el tiempo. Hacia los 50 minutos se planteó el objetivo de construir un brazo que se moviera, es decir, hacer flexible una estructura que aparentemente parecía ser rígida, logrando el objeto que se ve en las fotos.

Tabla. Criterios de evaluación del juguete

Criterios	Descripción
1. Usuario	
1.1. Nombre	Vicente
1.2. Sexo	Masculino
1.3. Edad	10 años
2. Juego	
2.1. Espacio en que se realizan los juegos	Interior
2.2. Papel que desempeña el adulto	Juego libre
2.3. Número de participantes	Juego individual
2.4. Actividad promovida en el niño	Razonamiento lógico y relaciones espaciales
2.5. Según el momento en que se encuentra el grupo	De conocimiento y resolución de conflictos
3. Juguete	
3.1. N° de piezas	Kit básico
3.2. Tiempo de uso	1 hora 10 minutos
3.3. Nivel de construcción alcanzado	Encastre avanzado

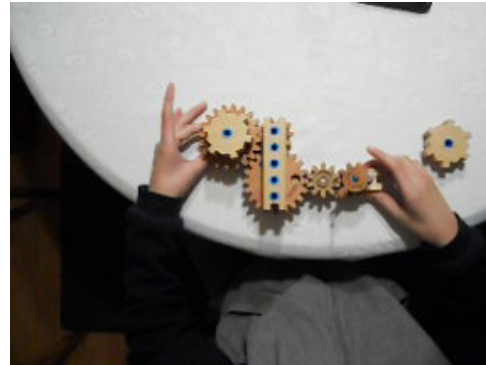


Imagen 105. Hacia el final del juego se consiguió crear una estructura flexible, utilizando tres niveles de construcción (estructura-mecanismos-estructura) en vez de dos (estructura-mecanismos) demostrando un manejo en el uso de las piezas llegando a intercambiar su función dentro del juguete.

Resumen de los resultados

El ensayo con usuario resultó útil para probar el juguete y evaluar el desempeño de las partes a nivel general y específico. A modo general los sujetos identificaron sin problema los sistemas de fijación tanto de la estructura como de los mecanismos, sin embargo, la fijación tipo pasador siempre fue “descubierta” primero, este fenómeno se puede deber a varios aspectos: el color azul de estas piezas destaca por sobre cualquier otro, son las únicas piezas con un material distinto, su forma cilíndrica es fácil de reconocer. En este sentido, tanto la educadora como la psicóloga del colegio avalaron la importancia del color al momento de distinguir una pieza de otra y lo atribuyeron como causa al fenómeno mencionado.

En relación al modo de uso se observó que en ocasiones el hecho de ubicar la fijación por debajo de los mecanismos obliga al niño a agacharse o posicionar la pieza en un agujero distinto al deseado. Este aspecto que pudiese ser crítico se resuelve gracias a la fijación, que al ser de fácil armado/ desarmado permite de reubicar rápidamente la pieza al lugar deseado.

Respecto a la posición del usuario, para evitar agacharse, algunos sujetos tomaban las piezas a unir y las ponían próximas a su cuerpo cambiando el área de juego y facilitando el armado de las piezas. Por lo tanto, las piezas permitían ser usadas de otro modo acomodándose a las necesidades y en este caso a la altura del usuario.

Finalmente, el modo de uso de los mecanismos fue el más difícil de identificar por los usuarios. En niños de 6 años, el trasfondo mecánico y el modo de uso de algunas piezas debía ser explicado por la educadora.

El engranaje, a diferencia de las demás piezas mecánicas no presentó problemas ya que puede ser conectada por cualquiera de sus dientes y es completamente simétrico y reversible, a diferencia de la rueda de ginebra, la manivela o la bobina que quedaron clasificadas como piezas difíciles de entender en instancias de juego libre .

VII. CONCLUSIONES

Conclusiones

El proyecto realizado contribuye al entendimiento de la forma en que el diseño, como disciplina, aporta a la implementación exitosa de un juguete. Esto fue refrendado por la evaluación positiva de la propuesta, efectuada por los usuarios objetivos, los niños, así como por un especialista en el diseño y fabricación nacional de juguetes.

El resultado anterior permite concluir que el juguete de montaje mecánico generado, logró incentivar a los usuarios, pudiéndose comprobar palmariamente que en el proceso de uso, se descubrían y generaban nuevas configuraciones mediante la conexión de distintos elementos.

Se pudo constatar que cuando el niño se enfrenta a un objeto desarmado, compuesto por diversas formas geométricas factibles de ser unidas, si bien influye la estimulación y la educación que el niño ha recibido, surge con mayor fuerza el interés por explorar y crear, y entonces como el diseñador se lo propuso, organiza las piezas y genera formas que le permiten comprender que las piezas no son objetos individuales sino partes de un sistema, que se activa, que se mueve y reacciona de acuerdo a su proposición.

Como se estableció en el capítulo “Análisis para el diseño” del presente estudio, los conceptos de orden y complejidad son fundamentales al momento de proyectar un sistema de piezas que puede ser lo suficientemente complejo como para no ser entendido por un niño de seis años o demasiado ordenado y predecible para satisfacer las inquietudes de un niño de diez. En este contexto se propuso un juguete que no necesitara de herramientas adicionales a la mano para conectar las piezas con el fin de facilitar el armado/desarmado de los objetos. Este objetivo fue evaluado exitosamente, demostrándose además, que en un periodo breve de interacción con el juguete el niño era capaz de generar múltiples objetos que no serían posibles si se hubiese utilizado una fijación más compleja que demandara más tiempo. Adicionalmente, esto permite concluir que las construcciones mentales del niño se modifican con mayor rapidez que las construcciones reales, y es labor del diseñador entregar un juguete lo suficientemente inteligente, como para equiparar esta realidad.

Se cumplieron con éxito los objetivos que buscaban permitir que los elementos mecánicos y estructurales del juguete pudiesen ser dispuestos en uno o dos planos, para aumentar la capacidad combinatoria del mismo. La evaluación permitió comprobar que, tanto la estructura como los mecanismos, son factibles de ser trabajados en más de un plano gracias a un conector específico que otorga esta posibilidad. Adicionalmente y por este motivo, se puede concluir que el sistema de construcción propuesto se basa en un principio de unión que permite su escalabilidad hacia modelos de mayor tamaño de piezas y complejidad. Este potencial de crecimiento no afectará el lenguaje o modo de uso de las piezas, solo la complejidad del juguete, orientándose a otros segmentos etarios de usuarios.

Generar un juguete de montaje mecánico que incentivara al usuario a descubrir y crear nuevas configuraciones mediante la conexión de distintos elementos fue un objetivo complejo de lograr, debido a que era necesario involucrar aspectos del diseño, de la psicología y de la mecánica que debían ser aunados armoniosamente en la propuesta. No obstante lo anterior, los antecedentes expuestos en el presente estudio constatan, a juicio del autor, que el propósito fue cumplido.

Tanto para el autor como para la disciplina, la presente investigación demuestra la transversalidad del diseño en proyectos tan específicos como el presentado, invitando a la reflexión sobre el aporte y el impacto que puede llegar a tener un objeto en la vida de las personas. Esto, no con el afán de subjetivar el proceso de diseño, sino más bien de humanizarlo y aceptar que más allá de la comprobación de los datos duros del proyecto, el conseguir que un niño juegue es un acto mágico y es el indicador máximo de que el producto no sólo funciona, sino que gusta.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

ALCALDE, J. (2001). Diseño del producto: El proceso de diseño. Valencia, España: UPD.

BURDEK, B. (1994). Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona, España: Gustavo Gili.

FORNARI, T. (1989). Las funciones de la forma. México: Tilde.

GLAZNER, M. (1981). International Journal of Early Childhood. Una clasificación de los juguetes. Países bajos: Springer.

HENDERSON, A. (1994). Hand Function in the Child: Foundations for Remediation. Estados Unidos: Mosby.

MAZZANTINI, M.G. (2004). Como hacer juguetes de madera. Argentina: Imaginador.

NORMAN, D. (1988). La psicología de los objetos cotidianos. Madrid, España: Nerea.

O'BRIAN, R. (1989). Máquinas. México: Offset.

REQUENA, M. (2003). Metodología del juego: la observación del juego. España: Secretaría General Técnica.

SANTIS, J. (2010). Juguetes 100 años de fabricación chilena. Chile. Ocho libros.

SARLÉ, P., ROSAS, R. (2005). Juegos de construcción y construcción del conocimiento. Argentina: Miño y Dávila.

SEXE, N. (2001). Diseño.com. Buenos Aires, Argentina: Paidós Ibérica.

WUCIUS, W. (1995). Fundamentos del diseño. Barcelona, España: Gustavo Gili.

PÁGINAS WEB

AGUAYO, I. (2008). Desarrollo cognitivo, motor y psicomotor en la infancia. Granada: Asociación profesores en el aula. [Versión electrónica].

ARIAS, L. (2012). Biomecánica y patrones funcionales de la mano. Revista Morfolia Vol.4.

BAEZA, R. (2002). Ubicuidad y Usabilidad en la Web. Recuperado el 11 de Junio de 2014 del sitio: < <http://users.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html> >

BARTHES, R. (1957). Mitologías. París, Francia: Editions du seuil. [Versión electrónica].

BRUNER, J. (1983). Juego, pensamiento y lenguaje. Buenos Aires. [Versión electrónica].

CANTÓN, A. (2008). Revista enfoques educativos. [Versión electrónica]. <http://www.enfoqueseducativos.es/enfoques/enfoques_16.pdf>

CHAURAND, R., PRADO, L., GONZÁLEZ, E. (2007). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. México: Universidad de Guadalajara.

ESCRIBANO, J. (2003). Estructuras y mecanismos. Madrid, España: Oxford University Press. [Versión electrónica].

FERNÁNDEZ, M. (2013). Crece demanda por juguetes clásicos y promedio de compras alcanza los \$30 mil. Emol. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, del sitio:<<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=112520>>

I.E.S VILLALBA HERVÁS. Elementos de máquinas y sistemas. Recuperado el 1 de Diciembre de 2013, del sitio: <http://aprendemostecnologia.org/category/ies-villalba-hervas>

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL JUGUETE. Tipos de juego según el sistema ESAR. Recuperado el 5 de Mayo de 2014, del sitio web del Instituto tecnológico del juguete: <<http://www.guiadeljuguete.com/2009/articulos/07-tipos-de-juego-segun-el-sistema-esar.php>>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2013).Tecnología: Bases curriculares. [Versión electrónica].

MUÑOZ, J. (Sin año). ¿Cuál es el Criterio de Certificación que utilizan las Industrias de Juguetes?. Recuperado el 10 de Noviembre de 2013, del sitio:http://www.cesmec.cl/cgi-ing/descarga_documento.cgi

NIELSEN, J. (2005). Ten Usability Heuristics. Recuperado en Junio 21, 2014 del sitio:
<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

OPAZO, T. (2010). Los jugueteros chilenos y su apuesta innovadora. Publimetro. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, del sitio: <<http://www.taniaopazo.cl/2010/10/los-jugueteros-chilenos-y-su-apuesta.html>>

PIAGET, J. (1994). Seis estudios de psicología. Editorial: Labor. [Versión electrónica].

RIVERO, N. (2010). Fundamentos de máquinas. Recuperado el 7 de Marzo de 2014, del sitio web:
<www.fundamentosdemaquinaswmn.blogspot.com>

S. GIL. Introducción a la Elasticidad. (sin país): UNSAM [Versión electrónica].

IX. ANEXOS

Anexo 1.

Con el fin de obtener retroalimentaciones respecto al proyecto se mantuvo conversaciones con Hernán López Saffie, Gerente General de Pudú, empresa productora de juguetes de madera hechos en Chile. A continuación una carta que resume su visión sobre el proyecto IO.



Anexo 2.

Se determinó que el trabajo con polímeros sería un límite del proyecto en la medida que, la mayoría solo pueden ser trabajados con máquinas industriales. El siguiente análisis demuestra que las piezas plásticas utilizadas en el proyecto soportan cargas superiores a 5 kg sin fatigarse y manteniéndose en la curva elástica siempre que se utilice nylon 6/6, específicamente, en zona elástica 44 (máximo esfuerzo de von Mises) < 82 MPa (límite elástico según inventor).

prueba pin 2.5 kg

Analyzed File:	analisis stress pin.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	30-06-2014, 23:29
Simulation Author:	Joaquin Bustos
Summary:	

Project Info (iProperties)

Summary

Author PIPEQUIN

Project

Part Number	analisis stress pin
Designer	PIPEQUIN
Cost	\$ 0,00
Date Created	25-06-2014

Status

Design Status WorkInProgress

Physical

Mass	0,000780956 kg
Area	762,234 mm ²
Volume	780,956 mm ³
Center of Gravity	x=3,31125 mm y=13,1784 mm z=-0,0000290254 mm

Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.

Simulation:1

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	30-06-2014, 23:28
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5

Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

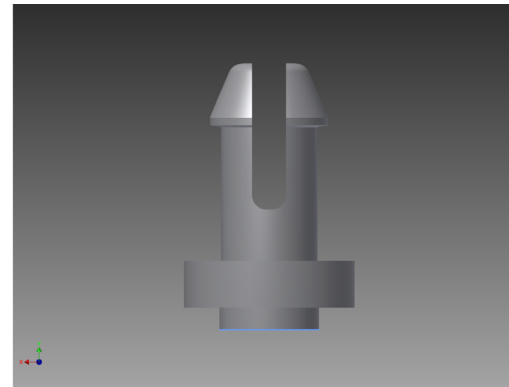
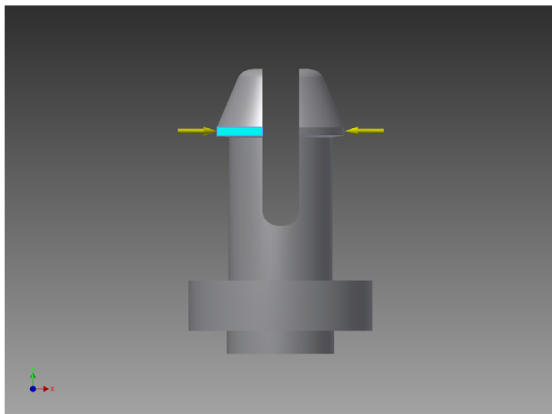
Name	Nylon-6/6	
General	Mass Density	1,13 g/cm ³
	Yield Strength	82,75 MPa
	Ultimate Tensile Strength	82,68 MPa
Stress	Young's Modulus	2,93 GPa
	Poisson's Ratio	0,35 ul
	Shear Modulus	0 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0,0000558 ul/c
	Thermal Conductivity	0,24 W/(m K)
	Specific Heat	1339,84 J/(kg c)
Part Name(s)	pin 2	

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	24,000 N
Vector X	23,989 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	-0,722 N

Selected Face(s)



Results

Reaction Force and Moment on Constraints

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	0,127714 N	0,00455614 N	0,00445193 N m	0,00188784 N m
		-0,00500116 N		0,00403146 N m
		0,127535 N		-0,000055747 N m

Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	780,951 mm ³	
Mass	0,000882474 kg	
Von Mises Stress	0,0172196 MPa	44,1505 MPa
1st Principal Stress	-8,77463 MPa	45,8 MPa
3rd Principal Stress	-49,9054 MPa	0,927862 MPa
Displacement	0 mm	0,552112 mm
Safety Factor	1,87427 ul	15 ul
Stress XX	-34,0498 MPa	5,63372 MPa
Stress XY	-17,5239 MPa	17,2969 MPa
Stress XZ	-5,04458 MPa	5,00945 MPa
Stress YY	-47,0168 MPa	45,5967 MPa
Stress YZ	-5,20362 MPa	5,11469 MPa
Stress ZZ	-10,557 MPa	5,07559 MPa
X Displacement	-0,549908 mm	0,550215 mm
Y Displacement	-0,0477678 mm	0,138054 mm
Z Displacement	-0,0116587 mm	0,0113003 mm
Equivalent Strain	0,0000052898 ul	0,0137686 ul
1st Principal Strain	0,00000360878 ul	0,0152153 ul
3rd Principal Strain	-0,0151341 ul	-0,00000369903 ul
Strain XX	-0,0103538 ul	0,00501005 ul
Strain XY	-0,00807416 ul	0,00796956 ul
Strain XZ	-0,00232429 ul	0,00230811 ul

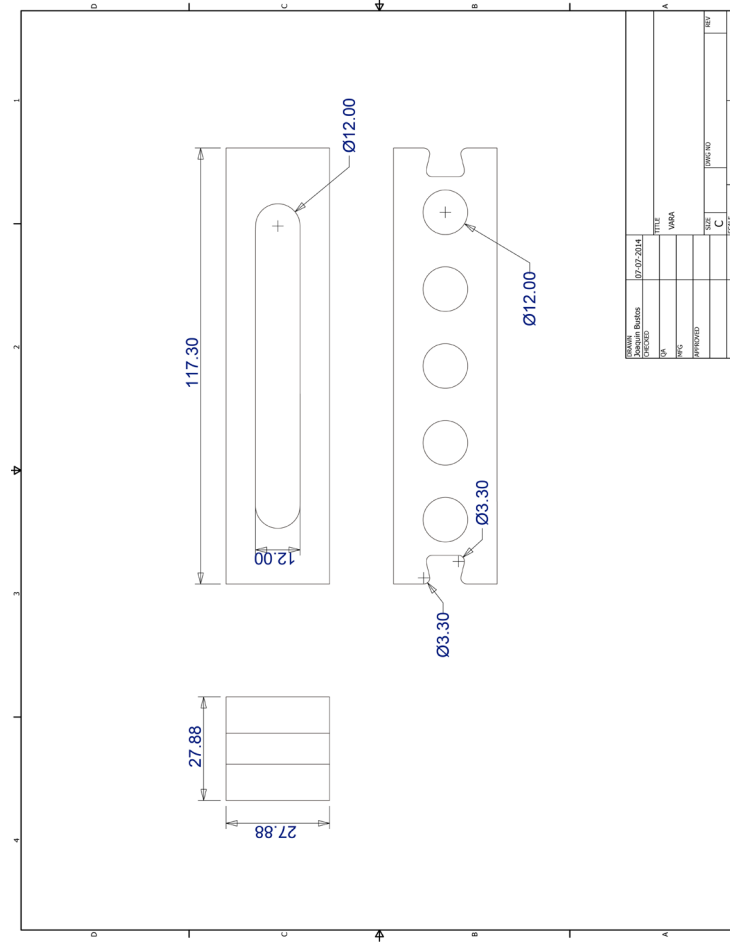
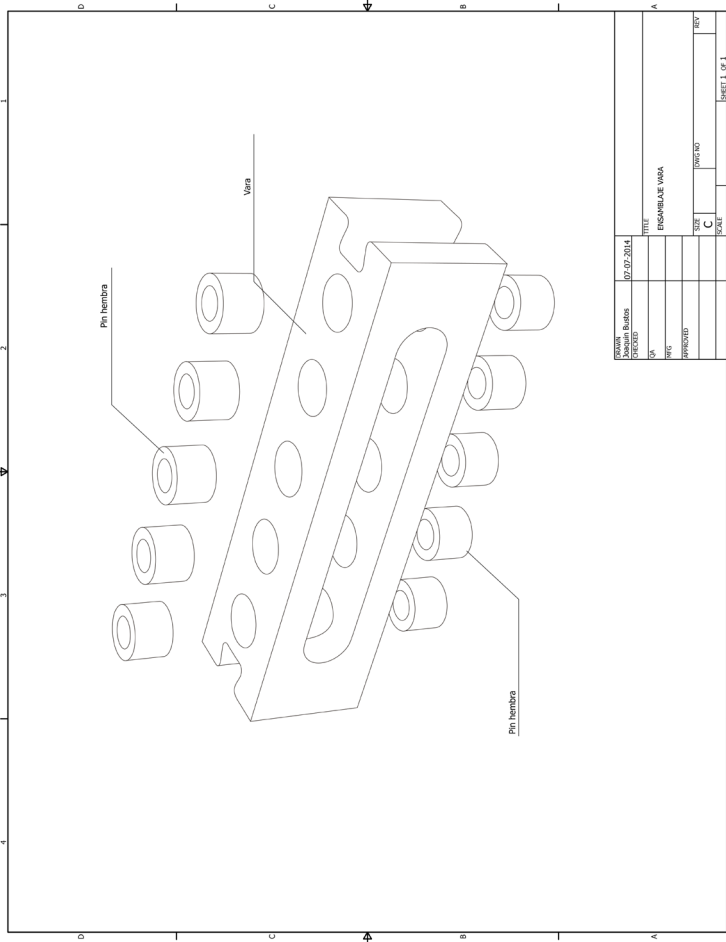
Anexo 3.

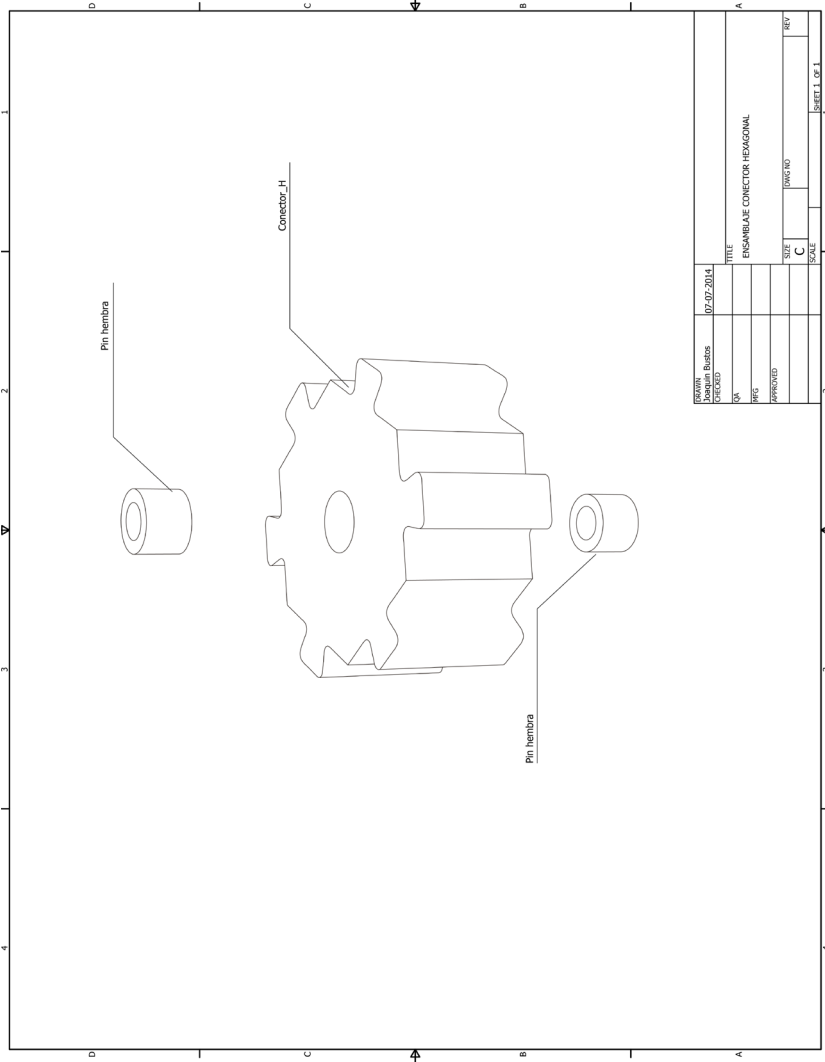
Para el autor, el logo simboliza el cierre de un proyecto, da cuenta del conocimiento que se tiene sobre lo construido y sintetiza en una imagen lo que se quiso realizar con el proyecto. En este contexto surge IO como una abstracción de icono utilizado en los switch de encendido/apagado de las maquinas haciendo alusión a la posibilidad de poner en marcha o encender la mente de los niños a través de un juguete.



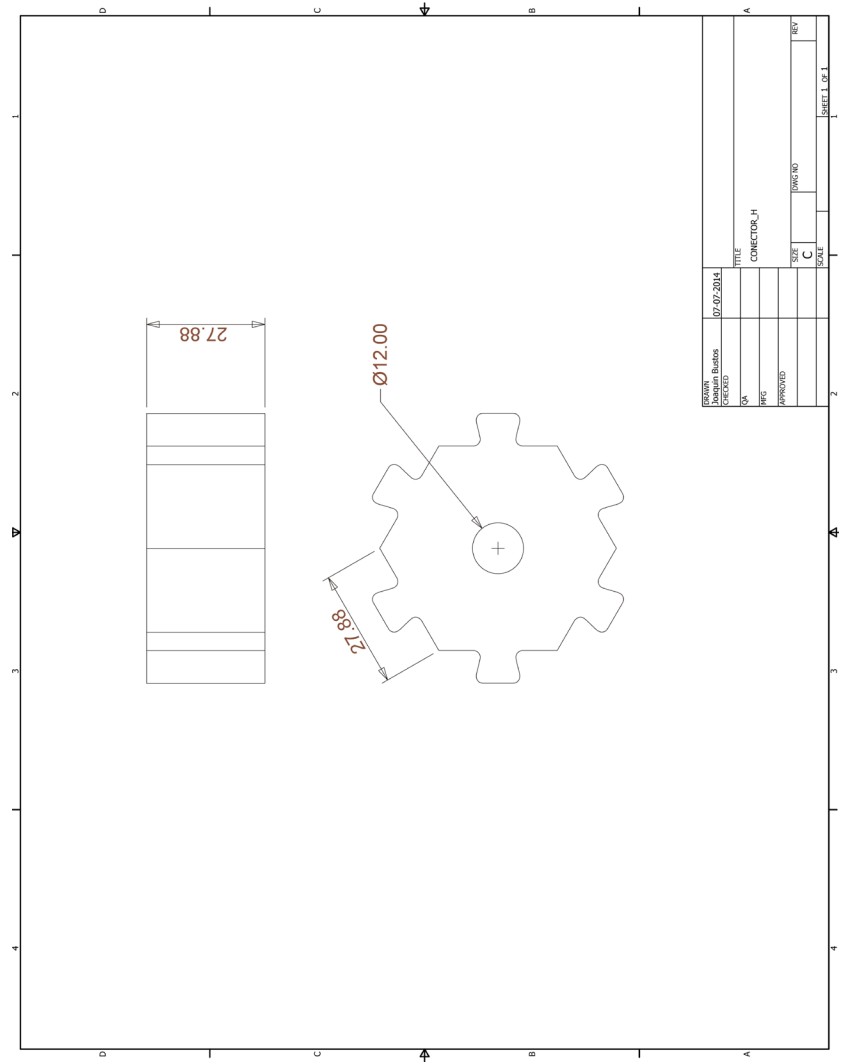
Anexo 4.

Con el fin de facilitar la lectura del presente documento, las planimetrías no fueron mostradas en el capítulo de construcción. A continuación las planimetrías y ensamblajes generales que facilitan la lectura de cada pieza del juguete IO.

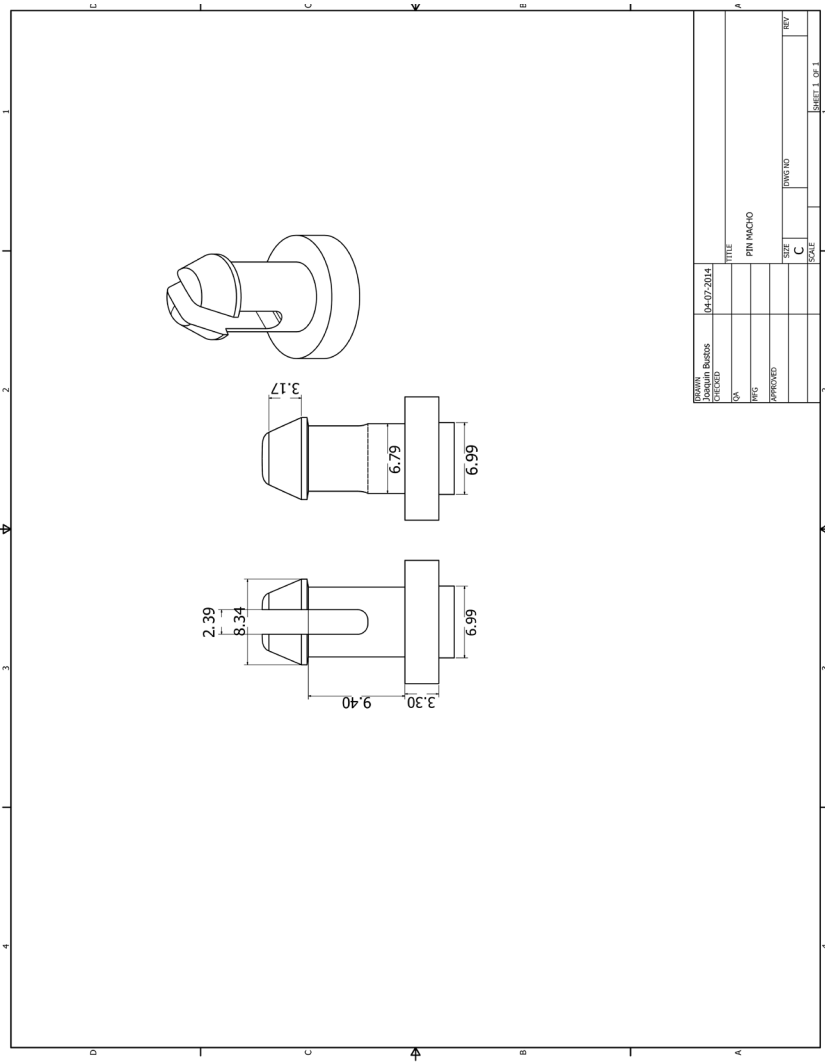
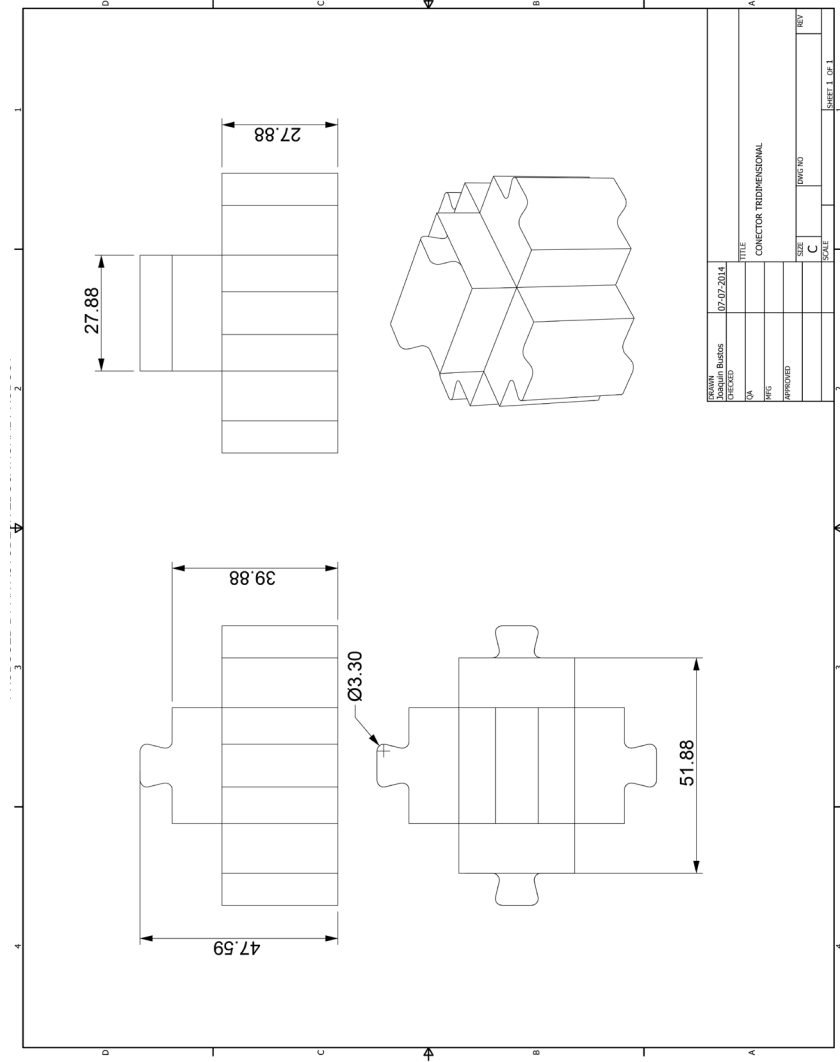


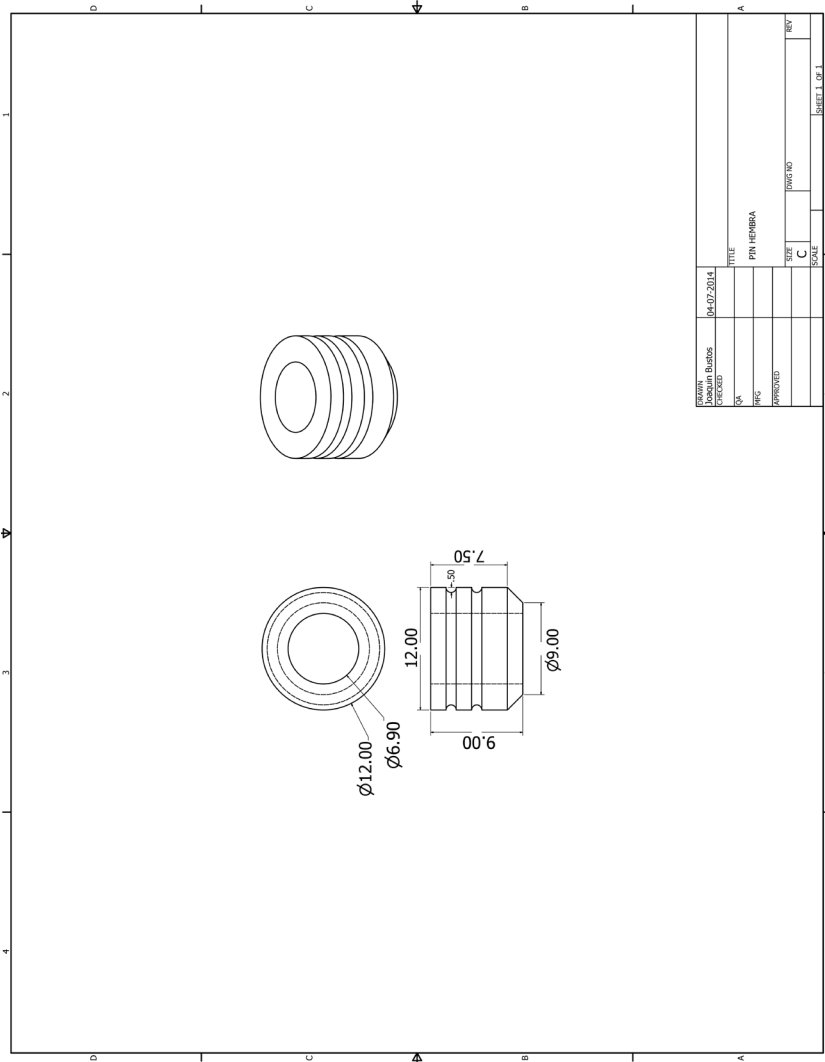


DESIGN	07.07.2014	2	SHEET 1 OF 1	
DESIGNED BY	Domènec Bados			
CHECKED BY	DA			
APPROVED BY				
TITLE	ENGAMBOLAE CONECTOR DIAGONAL			
SIZE	C			
SCALE				
DWG NO				
REF				

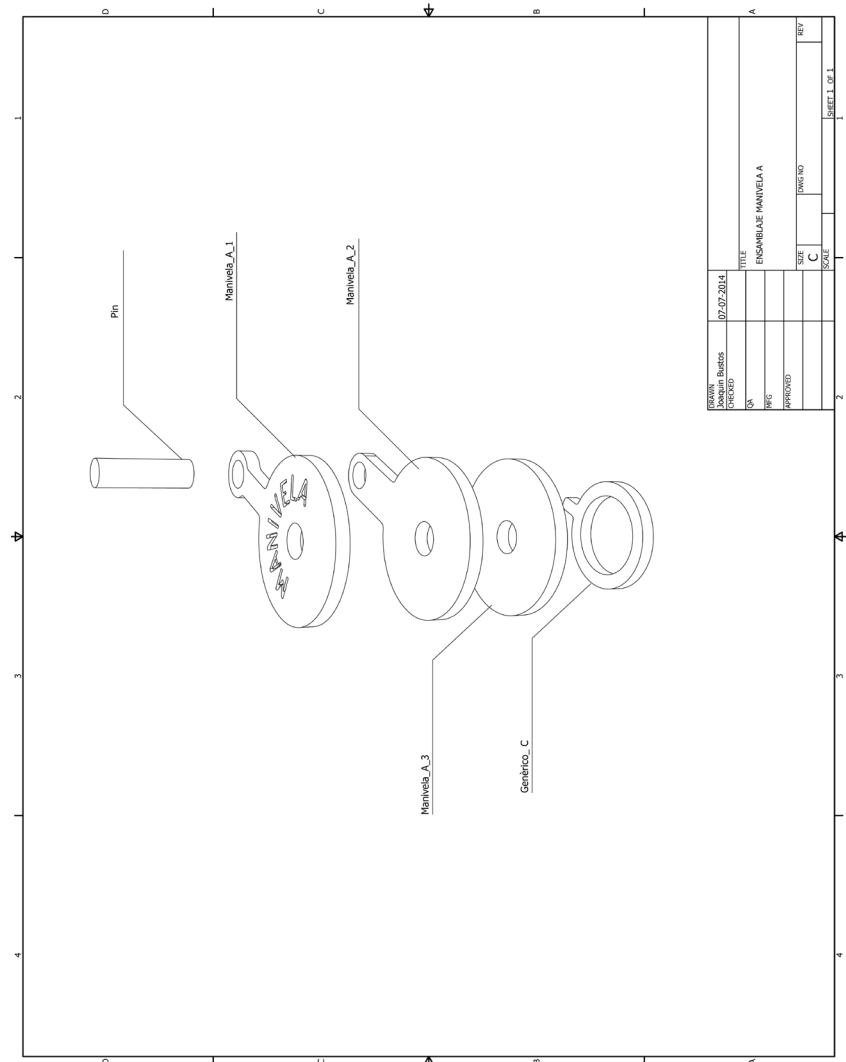


DESIGN	07.07.2014	2	SHEET 1 OF 1	
DESIGNED BY	Domènec Bados			
CHECKED BY	DA			
APPROVED BY				
TITLE	CONECTOR_H			
SIZE	C			
SCALE				
DWG NO				
REF				

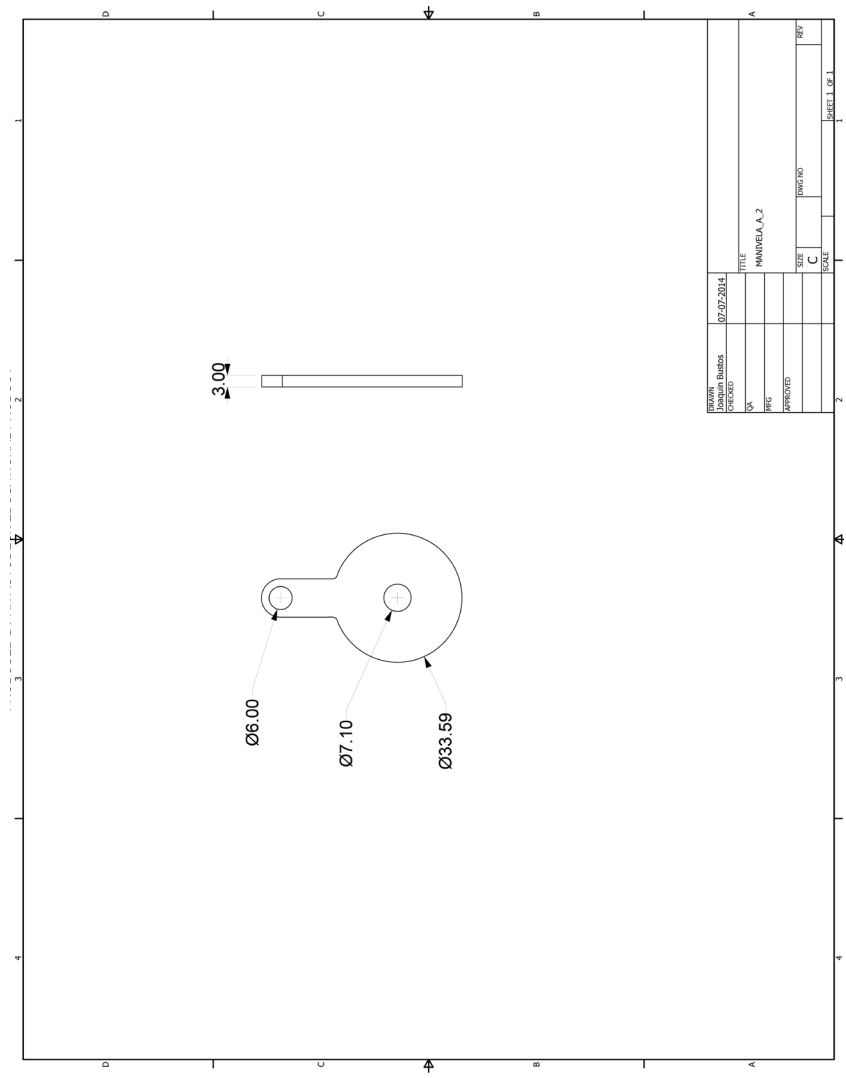
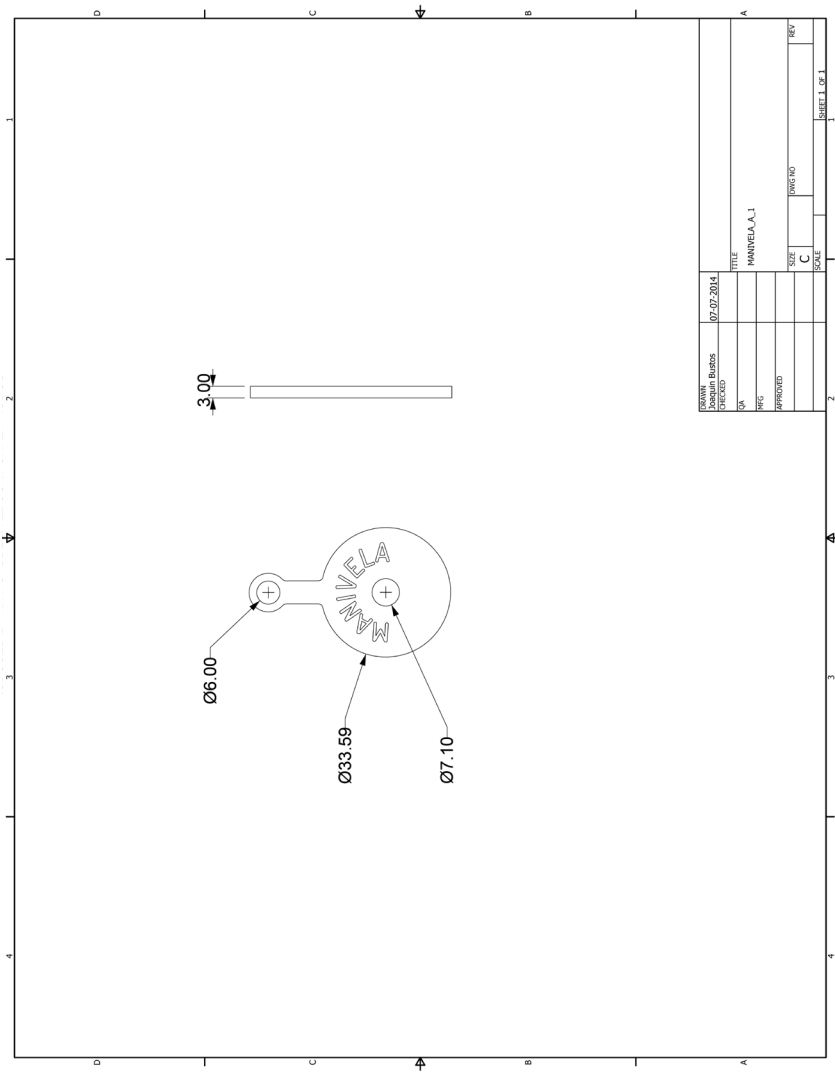


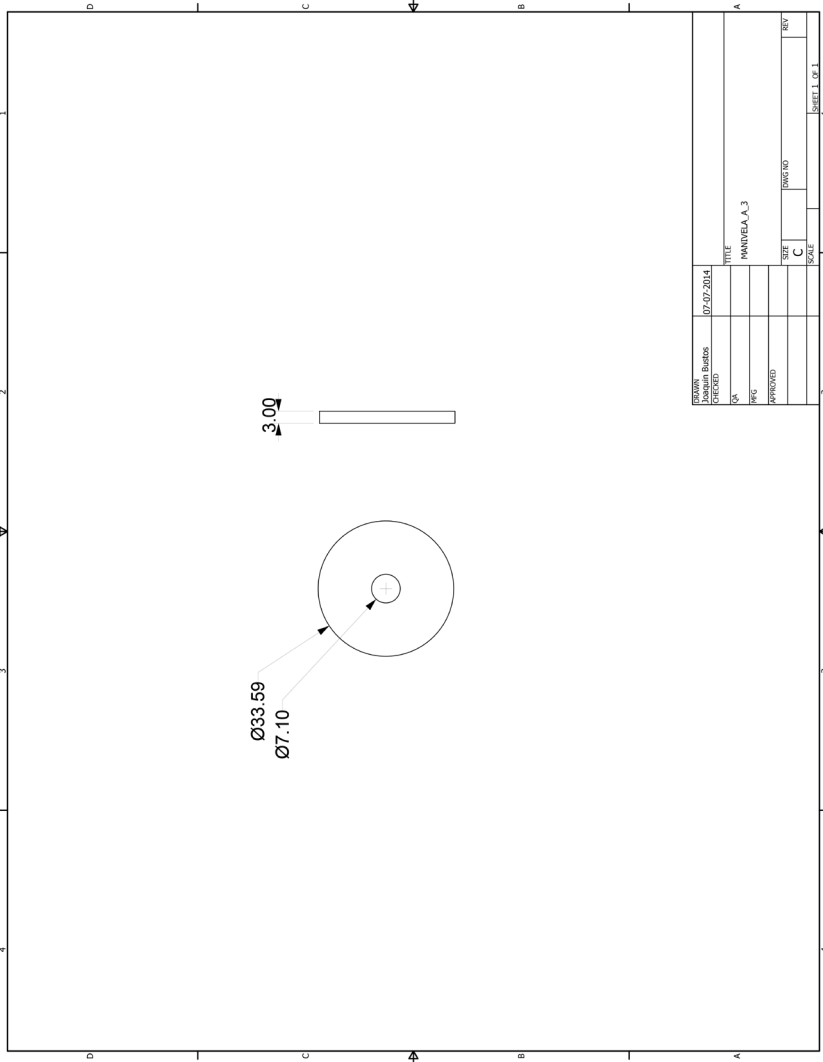


DESIGN	04.07.2014	TITLE	
DRAWN	Joquin Buatos	CHK	PN HEMBIA
CHECKED	QA	APPROVED	
DATE		SCALE	C
SHEET 1 OF 1			

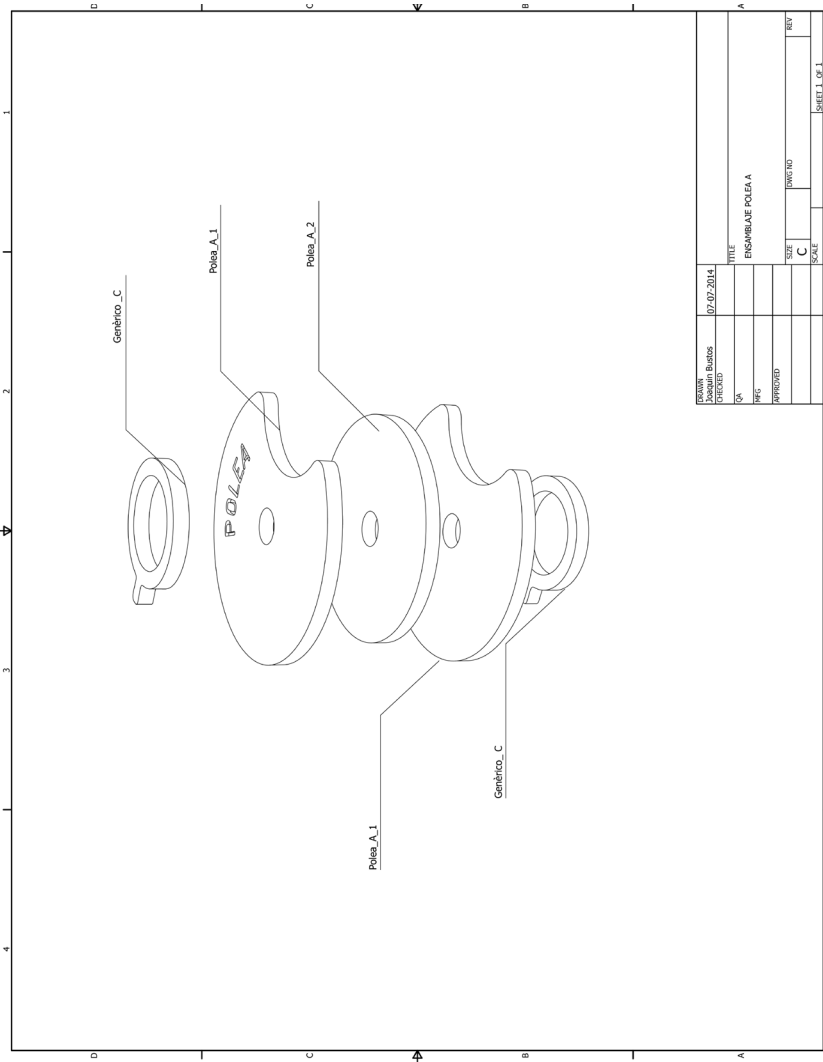


DESIGN	07.07.2014	TITLE	
DRAWN	Joquin Buatos	CHK	ENSAMBLAE MANIVELA A
CHECKED	QA	APPROVED	
DATE		SCALE	C
SHEET 1 OF 1			

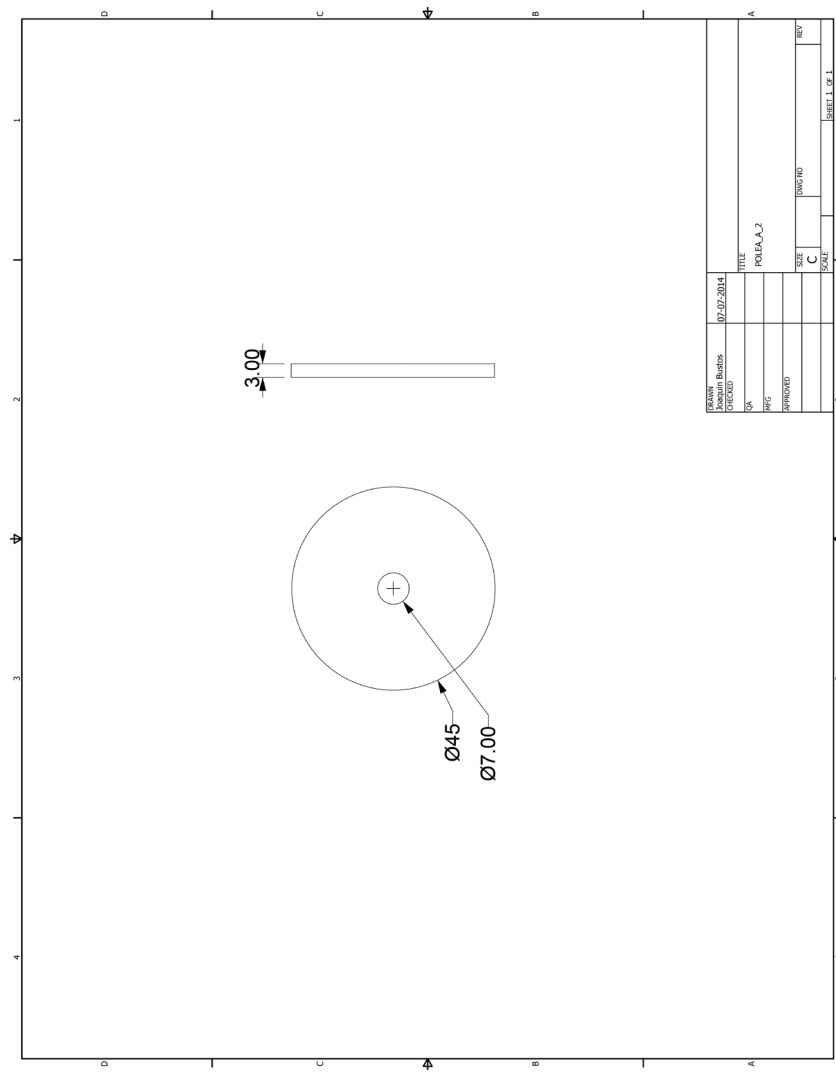
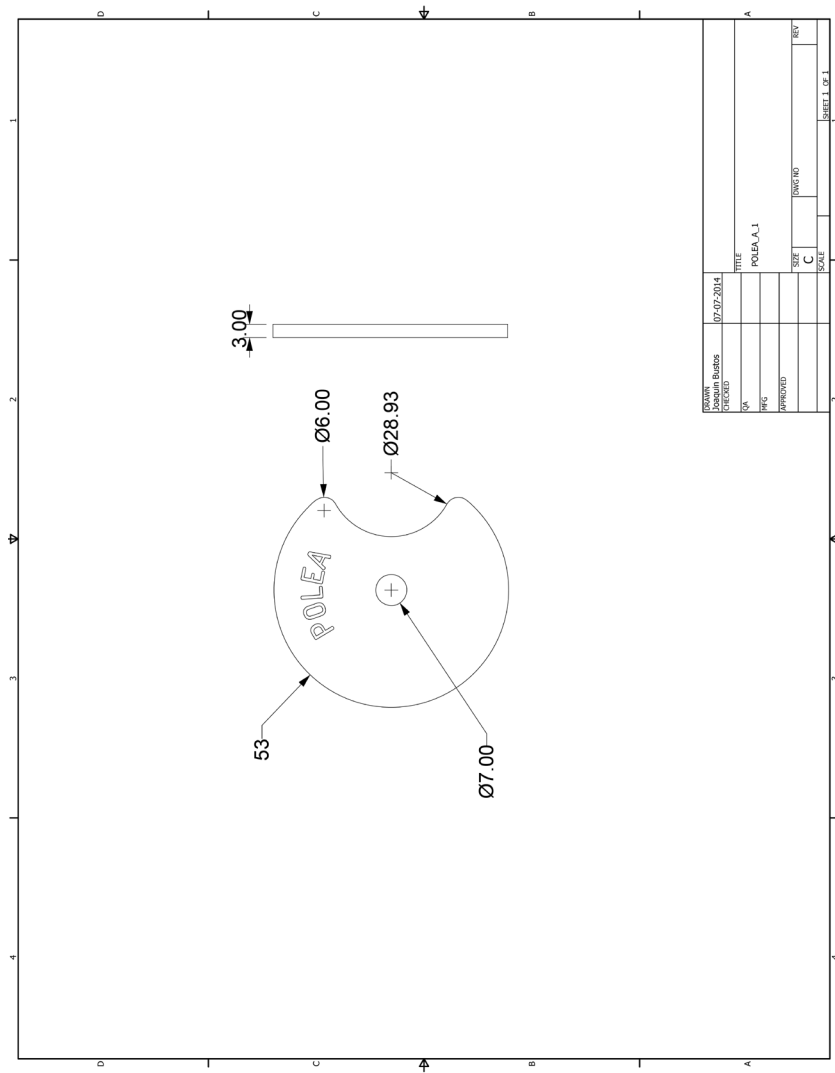


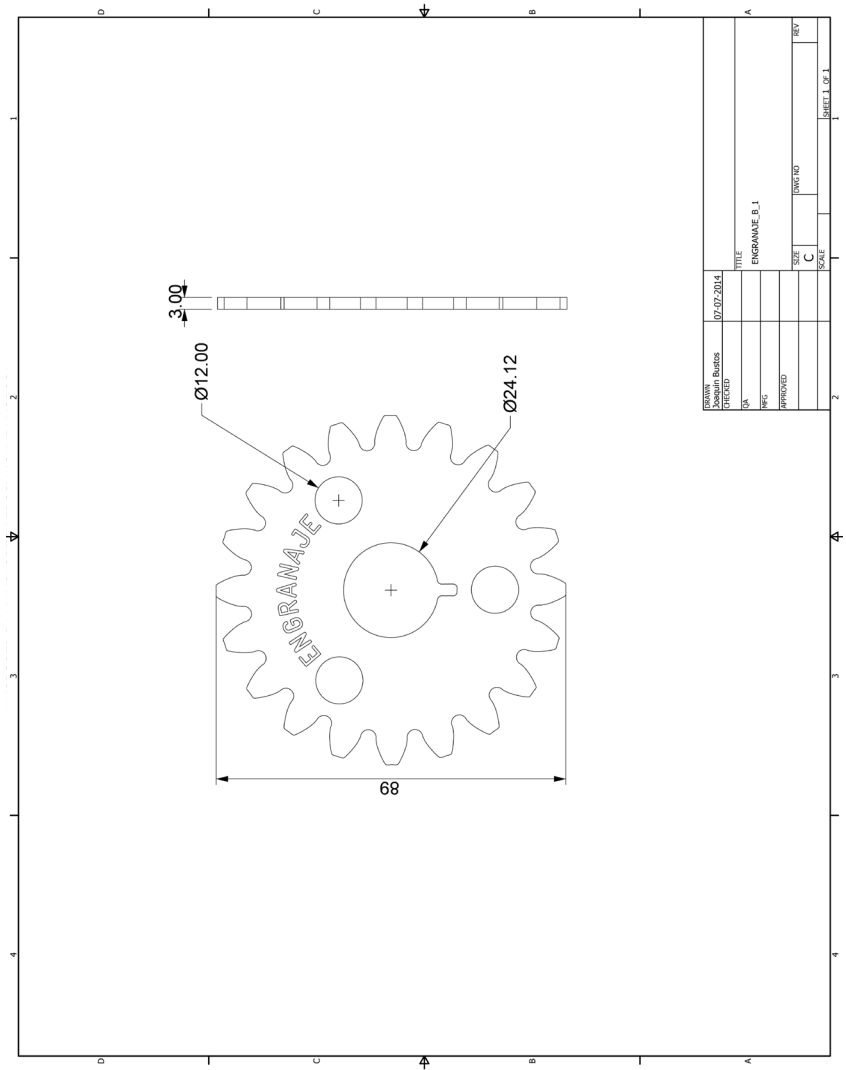
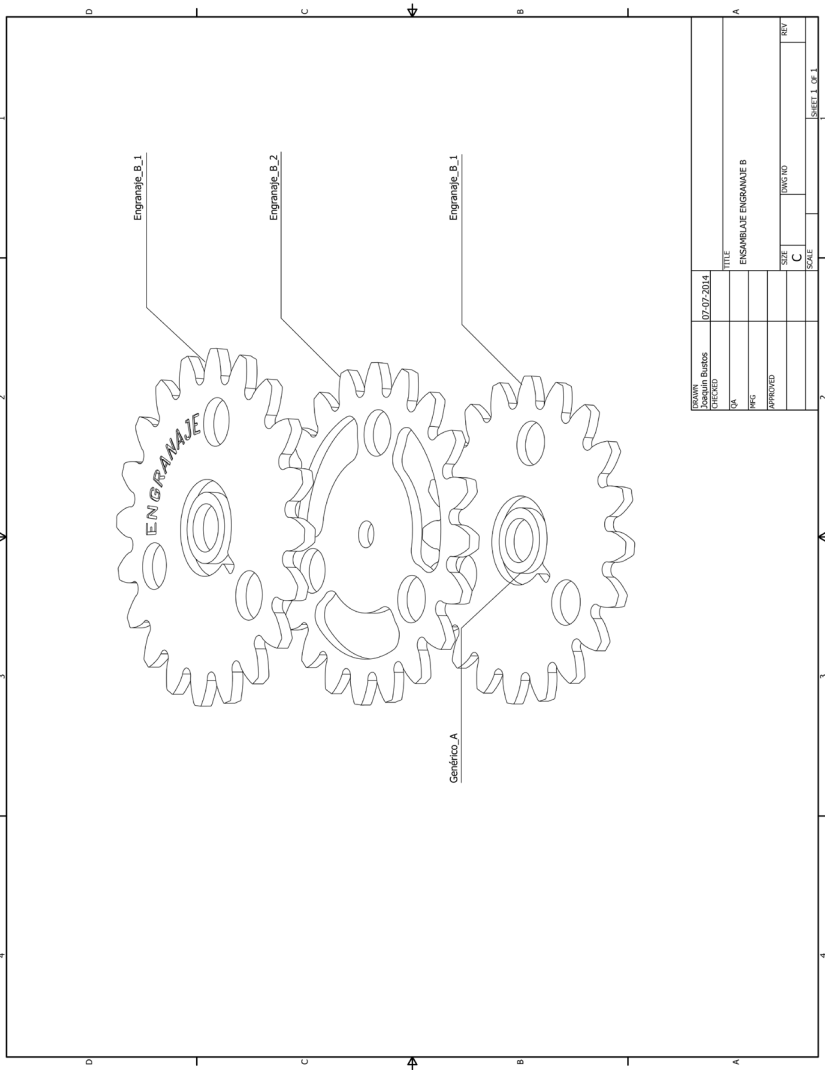


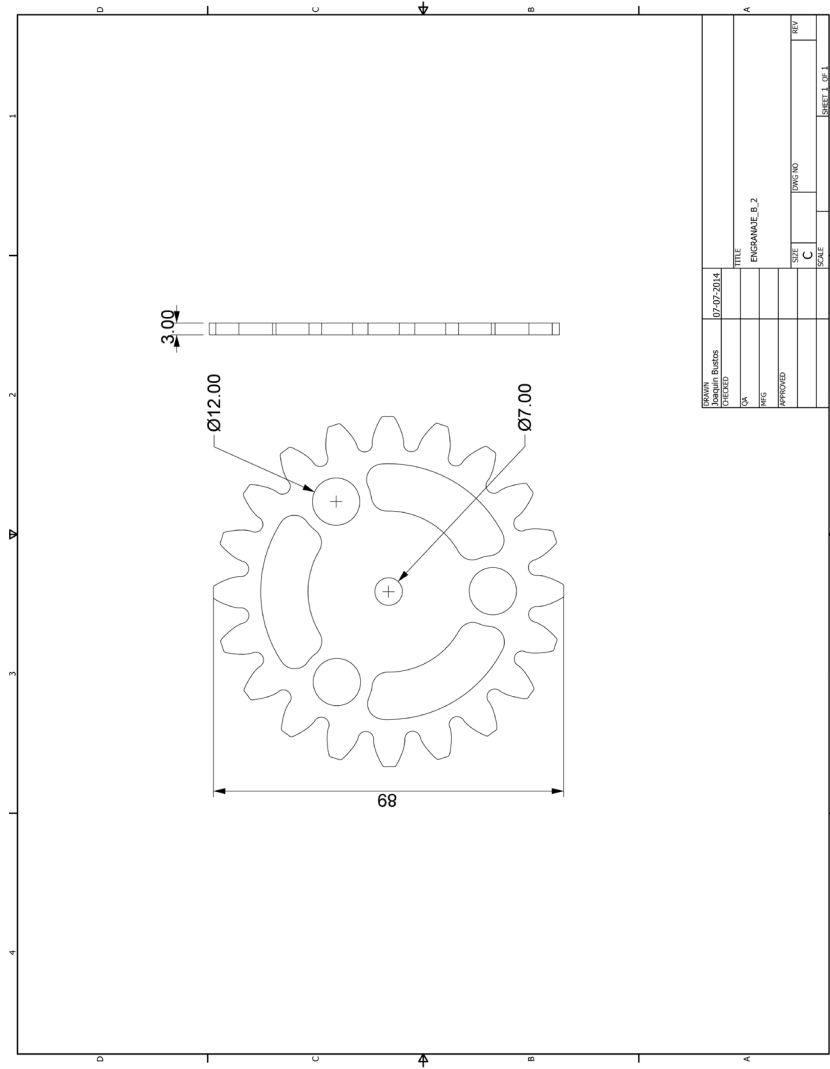
DESIGN	07.07.2014	TITLE	MANDRELA_A.3
DESIGNER	José Luis Buatores	DATE	
CHECKED	GA	APPROVED	
SCALE		SIZE	C
		SCALE	
		DRAWING	
		REV	
SHEET 1 OF 1			



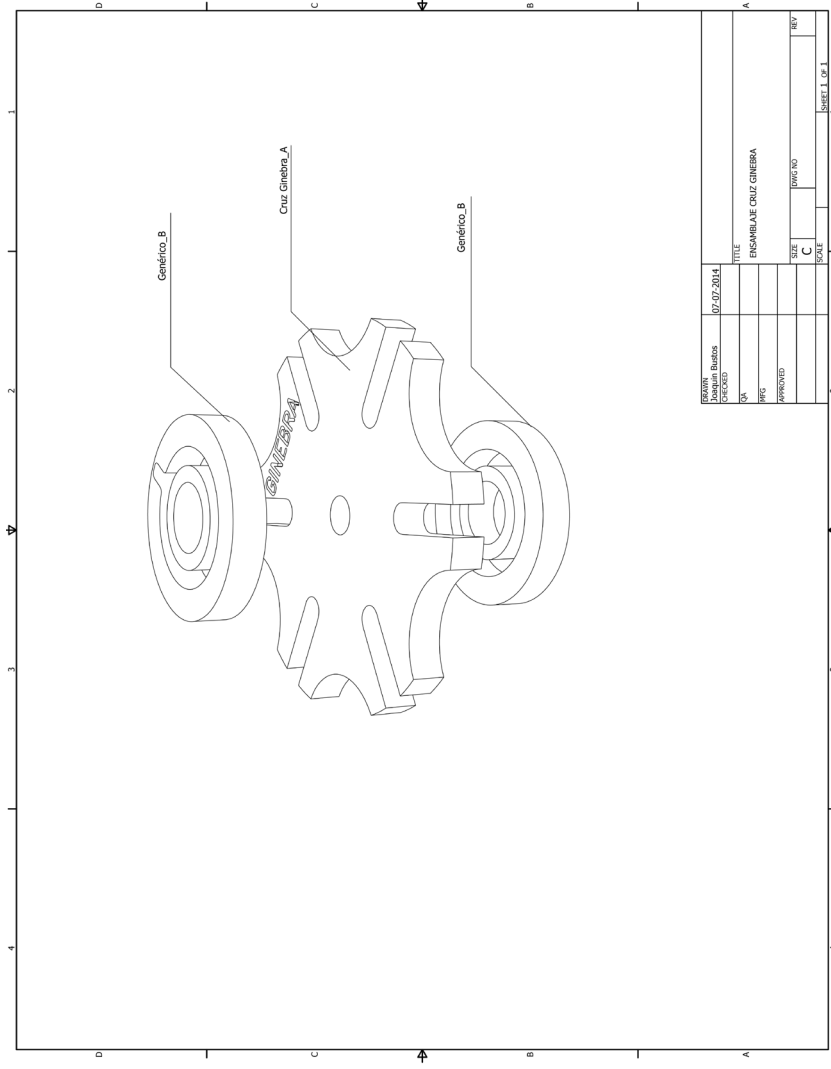
DESIGN	07.07.2014	TITLE	ENSAMBLAJE POLEA
DESIGNER	José Luis Buatores	DATE	
CHECKED	GA	APPROVED	
SCALE		SIZE	C
		SCALE	
		DRAWING	
		REV	
SHEET 1 OF 1			



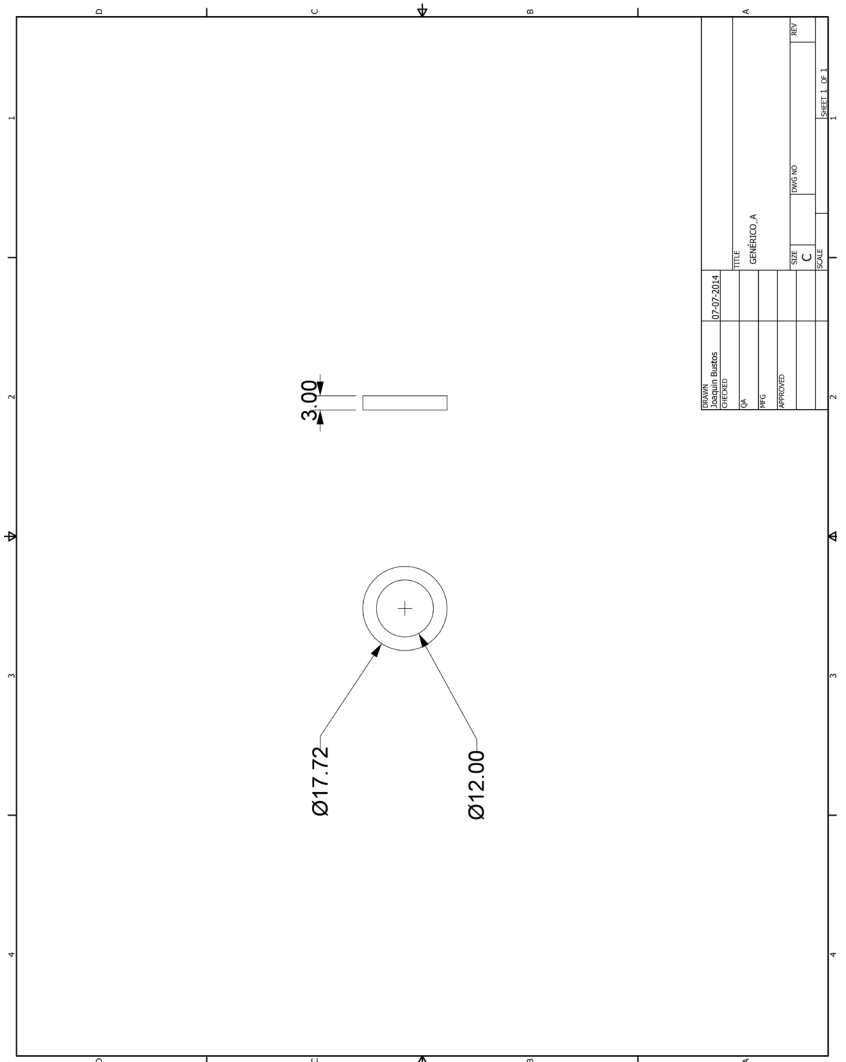
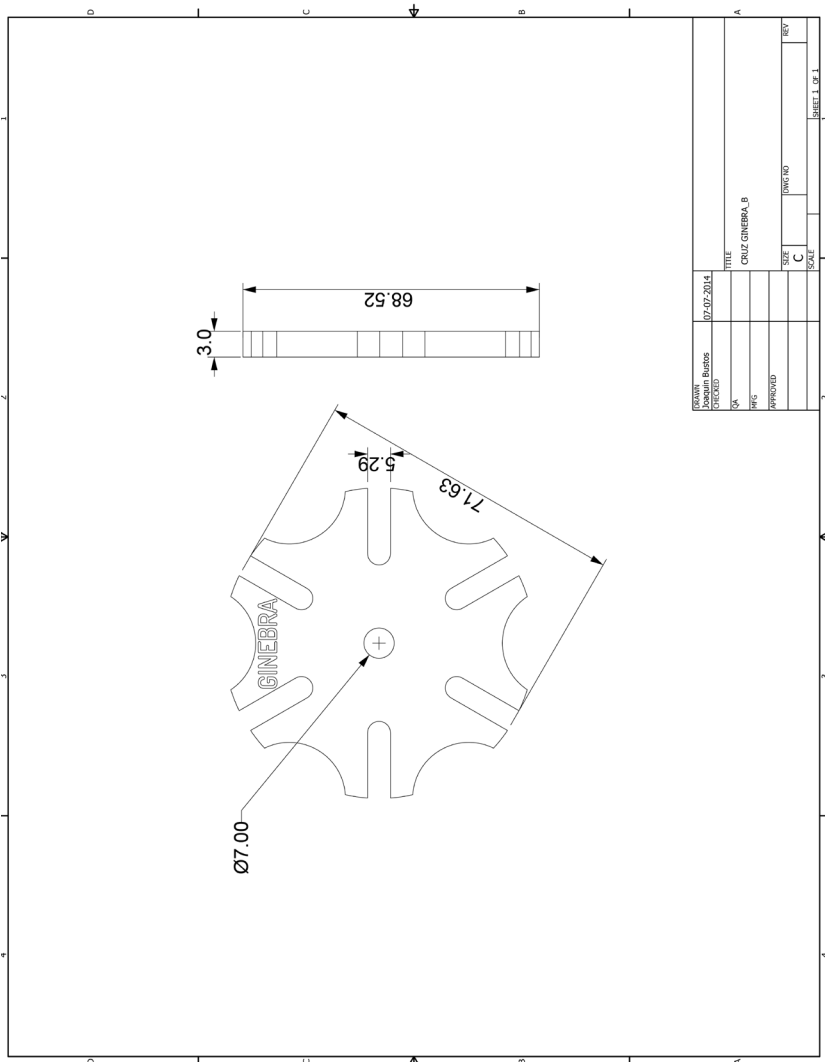


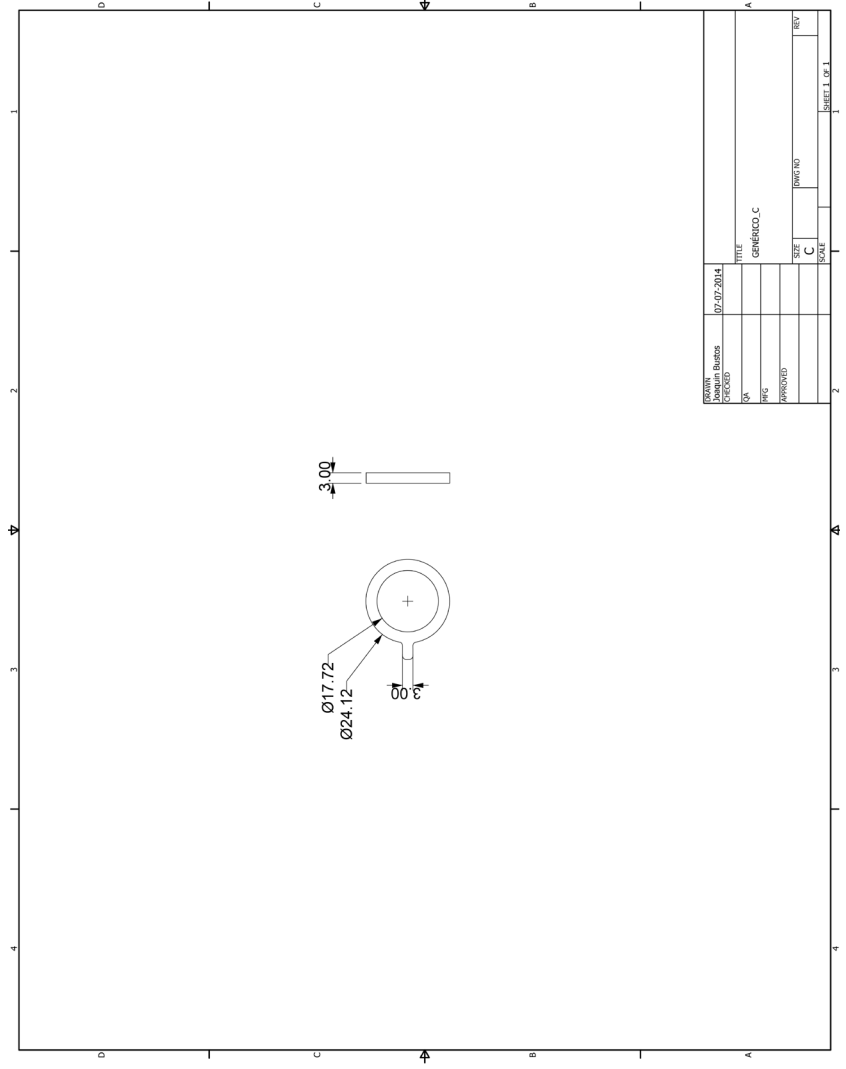
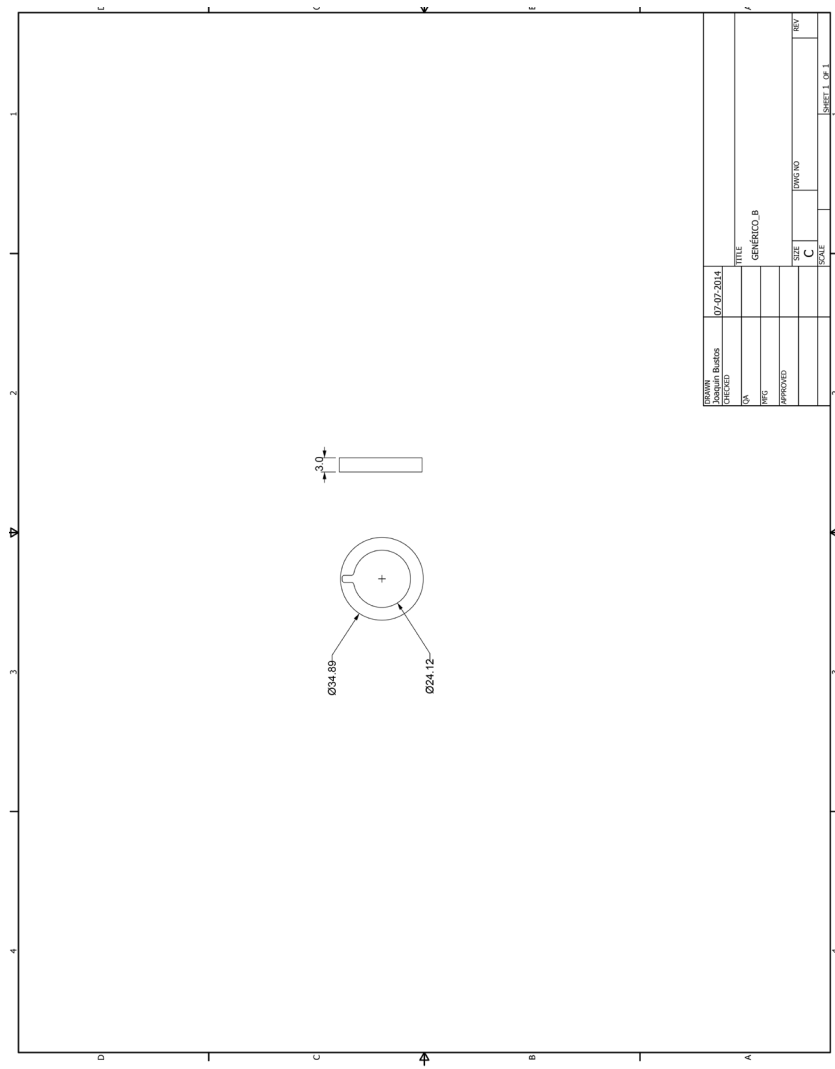


DESIGN	07.07.2014	DATE	1	REV
DESIGNED		TITLE	ENSAMBLAJE_B_2	
QA		APPROVED	SIZE	C
			SCALE	1:1
			SHEET 1 OF 1	



DESIGN	07.07.2014	DATE	1	REV
DESIGNED		TITLE	ENSAMBLAJE CRUZ GENERA	
QA		APPROVED	SIZE	C
			SCALE	1:1
			SHEET 1 OF 1	







UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE DISEÑO
MENCIÓN INDUSTRIAL