

**DISPOSITIVO PARA CONSERVACION DEL TONO MUSCULAR EN NIÑOS  
CON SINDROME DE DOWN**

**AUTOR**

**JENNIFER JOHANNA CEPEDA ORTIZ**

**JCEPEDA21@UAN.EDU.CO**

**DIRECTOR**

**JORGE ALEXANDER BARRIGA**

**JBARRIGA34@UAN.EDU.CO**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**FACULTAD DE ARTES**

**DISEÑO INDUSTRIAL**

**BOGOTA D.C.**

**2.022**

## TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	7
2. METODO GENERAL .....	9
2.1. PROBLEMA A SOLUCIONAR .....	9
2.2. JUSTIFICACIÓN .....	9
2.3. OBJETIVO.....	10
2.3.1 Objetivo general .....	10
2.3.2. Objetivos específicos.....	10
2.4. MARCO DE REFERENCIA .....	11
2.4.1. ¿QUÉ ES EL SÍNDROME DE DOWN? .....	11
2.4.2. CARACTERÍSTICAS .....	11
2.4.3. ¿QUÉ ES LA HIPOTONÍA? .....	11
2.4.4. SÍNDROME DE DOWN/HIPOTONÍA .....	11
2.4.5. REHABILITACIÓN .....	13
2.4.5.1. Terapia método rood .....	14
2.4.6. PRODUCTOS U OBJETOS .....	15
2.4.7. ¿QUE SON LAS TECNOLOGÍAS HAPTICAS? .....	18
2.4.8. TIPOS DE TECNOLOGÍAS HAPTICAS .....	19
2.4.8.1 Interfaz tipo táctil .....	19
2.4.8.2. interfaz tipo cenestésico .....	21
2.4.8.2. Interfaz táctil diseño.....	22
2.4.10. ERGONOMÍA DEL SÍNDROME DE DOWN .....	23
2.4. METODOLOGÍA .....	26

3.	DESARROLLO .....	26
3.1.	MODELO ERGONÓMICO .....	26
3.1.1.	Diseño funcional y constructivo .....	27
3.1.2.	Estudio de segmentos antropométricos .....	30
3.1.3.	Antropometría y dimensiones.....	31
3.1.4.	Clasificación de movimientos a evaluar.....	33
3.2.	ESTUDIO DE FORMA (COMUNICACIÓN, ESTÉTICO Y FUNCIONAL) .....	34
3.2.1.	Concepto.....	35
3.2.2.	5 WH .....	36
3.2.3.	REFERENTES.....	36
3.2.3.1.	Color y conceptos de diseño.....	36
3.2.3.2.	Análisis (Funcional, comunicativo y estético) .....	38
3.2.4.	Forma.....	38
3.2.4.1.	Alternativa #1 .....	40
3.2.4.1.1.	Geometría.....	41
3.2.4.2.	Alternativa #2 .....	42
3.2.4.2.1.	Color .....	44
3.2.4.2.2.	Tecnologías hapticas.....	45
3.2.4.3.	Alternativa #3 .....	46
3.2.4.3.1.	Conceptos de diseño .....	46
3.2.4.3.2.	Geometría.....	48
3.2.4.3.3.	Color .....	49
3.2.4.3.4.	Tecnologías hapticas (método rood).....	50

3.2.5. 5 WH (CONCLUSIONES).....	51
3.3 MODELO FINAL .....	52
3.3.1. Render .....	52
3.3.2. Manual de instrucciones (fisioterapeuta) .....	53
3.3.3. Prototipo de baja fidelidad .....	53
3.3.4. Tecnología haptica .....	55
4. CONCLUSIONES .....	57
5. RECOMENDACIÓN.....	58
6. REFERENCIAS .....	58
7. TERMINOLOGÍA BÁSICA.....	62
8. ANEXOS.....	64

## Lista De Figuras

Figura 1.....	12
Figura 2.....	15
Figura 3.....	16
Figura 4.....	18
Figura 5.....	20
Figura 6.....	21
Figura 7.....	22
Figura 8.....	23
Figura 9.....	25
Figura 10.....	26
Figura 11.....	27
Figura 12.....	28
Figura 13.....	29
Figura 14.....	30
Figura 15.....	31
Figura 16.....	32
Figura 17.....	33
Figura 18.....	34

Figura 19.....	35
Figura 20.....	36
Figura 21.....	37
Figura 22.....	38
Figura 23.....	39
Figura 24.....	40
Figura 25.....	41
Figura 26.....	42
Figura 27.....	42
Figura 28.....	44
Figura 29.....	45
Figura 30.....	46
Figura 31.....	46
Figura 32.....	48
Figura 33.....	49
Figura 34.....	51
Figura 35.....	52
Figura 36.....	53
Figura 37.....	54

Figura 38.....	55
Figura 39.....	56
Figura 40.....	56

## 1. RESUMEN

El presente documento presenta el proyecto de grado el cual se toman en consideración diferentes ítems para llegar a una posible solución a un problema descrita en la siguiente pregunta (¿Cómo desde el diseño industrial podemos contribuir disminuyendo el impacto negativo que con lleva la hipotonía en la rehabilitación pediátrica de miembros superiores en niños con síndrome de Down?)

Contemplando los diferentes alcances que se pueden tener en este trabajo se desarrolla una investigación, síntesis, construcción de normativas, requerimientos y determinantes, referentes, construcción estética, comunicativa y funcional para dar lugar a una propuesta. A partir de los datos encontrados en diferentes revistas, diagramas y libros, se tuvo resultados consistentes que dieron lugar a un proceso sustancioso.

El producto a desarrollar es un dispositivo terapéutico el cual dará lugar a conservar el tono muscular de los miembros superiores, consta de 6 extraterrestres los cuales vendrán a ayudarlos para que sus terapias sean más divertidas y lúdicas, estas se extenderán en un tapete grande el cual tendrá 4 niveles que el niño debe completar para así terminar con su respectiva terapia, serán 6 amigos que estarán acompañándolos los cuales tendrán diferentes objetivos en los músculos de los niños.

*Palabras claves: Síndrome de Down, conservación, hipotonía, miembros superiores.*

## **ABSTRACT**

This document presents the project to a degree in which different elements are taken into account to reach a possible solution to a problem described in the following question (how from industrial design can we contribute to reducing the negative impact that hypotonia in pediatric rehabilitation of upper limbs in children with down syndrome?).

Contemplating the different scopes may have in this work, an investigation is carried out, synthesis, construction of regulations, requirements and determinants, referents, aesthetic, communicative and functional construction to make a proposal. From the data found in different magazines, diagrams and books, results were obtained consistent that gave rise to a substantive process.

The product to be developed is a therapeutic device which will lead to preserve the tone muscles of the upper limbs, consists of 6 aliens which they will come to help them to make their therapies more fun and playful, these will spread out in a large mat which will have 4 levels that the child must complete in order to finish with their respective therapy, there will be 6 friends who will be accompanying them who will have different targets on children's muscles.

*Keywords:* Syndrome down's, conservation, hypotonia, members superior.

## **2. METODO GENERAL**

### **2.1. Problema a solucionar**

¿Cómo desde el diseño industrial podemos contribuir disminuyendo el impacto negativo que conlleva la hipotonía en la rehabilitación pediátrica de miembros superiores en niños con síndrome de Down?

### **2.2. Justificación**

El síndrome de Down es un trastorno genético el cual se genera una división celular que produce una adición al cromosoma 21, las características más comunes es su apariencia física, su discapacidad intelectual y retrasos en su desarrollo, además se pueden generar diferentes enfermedades como del corazón, tiroides e hipotonía.

Enfatizando en una sola enfermedad llamada la hipotonía el cual se presenta comúnmente por un cromosoma extra, esto ocasiona el bajo tono muscular el cual puede retrasar el desarrollo psicomotor y postural del niño, ya que no tendrá fuerza para realizar diferentes actividades como gatear, ponerse de pie, sentarse y caminar, cabe resaltar que en la mayoría de los casos el tono muscular no se puede mejorar lo que realizan las fisioterapeutas es mantener estático el tono estimulándolos con diferentes terapias como: el método rood, musicoterapia, cinesiterapia, técnica bobath, hidroterapia etc.

La intervención temprana es esencial tanto de las terapias como de sus respetivos conocimientos, con esto ellos desde su niñez generan aprendizajes y movimientos adecuados, por esta razón desde las prácticas de diseño industrial se busca desarrollar un

dispositivo que a través de tecnologías hápticas puedan servir para la conservación del tono muscular en niños con SD, teniendo en cuenta la ergonomía antropométrica y las necesidades especiales. El objeto se genera a través de diferentes actores disciplinarios cada uno con conocimientos específicos en sus áreas, como lo son fisioterapia donde nos ayudará con un tratamiento físico-mental, ingeniería profesión técnica donde se tendrá en cuenta la estructuración numérica de los mecanismos, por último, el diseño industrial que desde lo funcional genera la terapia, en lo estético produce la forma y en lo comunicativo su interacción con el objeto/niño.

## **2.3. Objetivo**

### **2.3.1 Objetivo general**

Generar un dispositivo terapéutico, para la conservación del tono muscular en miembros superiores de niños con síndrome de Down.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

Desarrollar bases de un modelo ergonómico basado en información de fuentes indirectas, el cual da una recopilación, un análisis con diferentes diagramas, para su utilización en la propuesta final.

Elaborar una herramienta metodológica sobre el estudio de forma mediante diagramación y síntesis de los aspectos de función, estética y comunicación.).

Desarrollar una representación del dispositivo el cual estará modelado en 3d, prototipado a escala, con el fin de comunicar la propuesta.

## **2.4. Marco de referencia**

### **2.4.1. ¿Qué es el síndrome de Down?**

Síndrome de Down es un trastorno genético donde se puede presenciar la copia extra de un cromosoma, esto ocasiona unas características físicas y mentales que se pueden contemplar en las diferentes personas que lo padecen, las causas de la provocación de este trastorno no se conoce con exactitud, por otro lado con la realización de estudios se dio a conocer diferentes enfermedades que pueden padecer como la hipotonía, sistema digestivo endocrino, tiroides y corazón debido a que el organismo genera excedente en proteínas.

### **2.4.2. Características**

El síndrome lleva consigo diferentes tipos de rasgos biológicos y físicos, generalmente se puede presenciar en la cabeza y el cuello una microcefalia o cuello corto, en su cara los ojos son almendrados, nariz pequeña, boca pequeña y profusión lingual, las orejas son pequeñas con ausencia del lóbulo. Por otro lado, en las demás partes sus manos suelen ser los huesos pequeños y cuadrados, en la parte de los genitales el pene es de menor tamaño igual que el volumen de sus testículos. (Lopez, s.f.)

### **2.4.3. ¿Qué es la hipotonía?**

La hipotonía es conocida como un bajo tono muscular, esto quiere decir que el niño tiene músculos débiles, suele ocasionar malas posturas y se le hace difícil al niño a la hora de realizar actividades como gatear, pararse, sentarse etc.

### **2.4.4. Síndrome de Down/Hipotonía**

Según Florez J (2004) la hipotonía en el síndrome de Down puede que al nacer se vea con bajo tono muscular pero a medida que va creciendo mejora, pero siempre y cuando se tenga una evaluación a temprana edad. El SD tiene diferentes patologías entre ellas como

anteriormente se había nombrado es la hipotonía que afecta a los niños en sus posturas, esto se desarrolla en todo el cuerpo, pero puede tener un bajo tono muscular en la parte superior de su cuerpo, ya que al tomarlos de los brazos cuando son pequeños se sienten blandos. Algunos casos puede que ser mayor en sus piernas, esto depende de la persona y de la posición que obtuve en su niñez, ya que la adoptan en su adultez si esto no se corrige a tiempo.

Las terapias tratadas son especialmente para las habilidades motrices del niño que se enfocan en gatear, levantarse, sentarse, arrastrarse etc. La fisioterapeuta ejecuta entre una de las muchas terapias el método rood que es un sistema de cepillar, vibraciones, presiones en la parte de los músculos y por supuesto manipulación de ellos. Se enseña al niño a tomar posturas correctas a medida que se vaya generando la practica con los profesionales y seguimiento en su casa se puede ver un grado de avance mínimo pero sustancial. (Florez, 2004)

A continuación, se muestra lo anterior en una representación gráfica.

**Figura 1.**

*Descripción de las diferentes clases de Hipotonía.*



*Nota:* Representación gráfica del contexto de la hipotonía y como las terapias ayudan a mantener el tono muscular. Fuente: Elaboración propia. (2021)

#### 2.4.5. Rehabilitación

La rehabilitación pediátrica es un tratamiento que se da a los niños para el mejorar sus habilidades motrices, para alcanzar funciones independientes y así promover la participación en el colegio, hogar y aire libre, por esta razón desde muy temprana edad se prefiere que los niños y niñas gateen primero antes de dar sus primeros pasos, ya que pueden no tener un buen desarrollo lógico de sus partes, es decir él bebe tiene que estar preparado para desplazarse por el suelo, luego que hayan realizado esta actividad empezaran a darse cuenta que los brazos les servirán para trepar y así quedar en posición vertical ya lo siguiente seria el movimiento de sus pies.

Los niños con síndrome de Down y los que no padecen esta enfermedad tienden a tener unas diferencias en su desarrollo según el artículo de una revista, donde se ha realizado investigaciones al respecto afirman que los niños con SD tienen mayor capacidad de relacionarse con los demás, debido a que a temprana edad les gusta observar, realizar gestos y sonreír, esto que quiere decir que “para la mayoría de los **bebés con síndrome de Down el desarrollo social** es un punto fuerte y no se retrasan mucho en la sonrisa y la interacción

social, mientras que el progreso motor y el aprendizaje del lenguaje se retrasan más.” Buckley et al. (s.f) y Down21 et al. (2008)., por otro lado el crecimiento de ellos no es el mismo que otros niños, ya que a medida que avanza el tiempo no crecen con normalidad aún no se sabe con ciencia exacta el problema pero se hacen diferentes relaciones que pueden ser las causantes de estos como:

“a) la hormona de crecimiento, b) o ser propia de la trisomía por el desorden que produce el exceso de presencia de genes, que alteran los procesos de desarrollo de las diferentes proteínas, y c) por aquellas patologías asociadas, como son (i) las cardiopatías congénitas, (ii) el hipotiroidismo, (iii) la enfermedad celíaca, (iv) el síndrome de apneas obstructivas del sueño, el cual puede pasar desapercibido y producir hipoxia (baja concentración de oxígeno en sangre) o despertares frecuentes, no permitiendo una buena acción del ya alterado efecto de la hormona de crecimiento y (v) problemas en la nutrición que se pueden producir durante los primeros años de vida por alteración en la incorporación de alimentos, por una mala masticación o por trastornos deglutorios entre otros.” (Buckley et al., s.f; down21 et al., 2011)

Por los anteriores problemas en la rehabilitación se generan desde pequeños diferentes terapias tanto en la casa como en los centros de rehabilitación, ya que al niño le pueden generar secuelas por los procedimientos que le realizan los médicos como: la revisión, exámenes, entre otros,

#### **2.4.5.1. Terapia método rood**

El método rood es una terapia utilizada para la estimulación de los músculos sensorio motores, los cuales se observa que el sistema nervioso central no parece normal, este método se efectúa utilizando un cepillo, golpeteo rápido, vibraciones, estimulación con

frio y estiramiento muscular. Cabe resaltar que se debe utilizar antes y después del trabajo pesado, ya que así facilita la actividad de los músculos y su respectiva relajación, continuando cada uno se utiliza con varias repeticiones e intensidades para trabajar e aliviar el musculo. (Fernández R. 2017)

#### 2.4.6. Productos u objetos

El mundo con las nuevas mentes se va a creando diferentes juegos o máquinas para mejorar cada vez la rehabilitación de los niños, como podemos notar hoy en día existen diferentes aparatos electrónicos o superficiales que le sirven a los terapeutas mejorar las articulaciones del cuerpo.

González L. (2019) realizó unos análisis de los juegos que hoy en día son utilizados para los niños con retraso mental específicamente la rehabilitación neurológica, con esto se mencionan diferentes juegos como los comerciales, los exergames, realidad virtual, exoesqueletos y aplicaciones móviles, en el presente documento aparecen diferentes tablas donde se representan los video juegos.

#### Figura 2.

*Distintas aplicaciones de las videoconsolas comerciales para la neurorrehabilitación*

WII	PLAYSTATION	KINECT
Wii Sports	Move Fitness	Kinesthesia
Wii Fit con Wii Balance Board	Get fit with Mel B	Kinect Adventure
Boccia-Fit		Your Shape
KAT-3000		
EVREST		

*Nota:* Los diferentes juegos encontrados en el mercado se utilizan con fines terapéuticos para esta población. *Fuente:* Nuevas tecnologías en la rehabilitación neurológica

**Figura 3.**

*Ejemplos de exergames.*

JUEGO	CONSOLA	EDAD	EJERCICIO
ACTIVE 2	Playstation Wii Xbox Kinect	A partir de 3 años	Programa de 70 ejercicios
DANCE CENTRAL	Xbox Kinect	A partir de 12 años	Movimientos coreógrafos
KINECT ADVENTURES	Xbox Kinect	A partir de 2 años	Mini juegos cooperativos (saltar, agacharse, esquivar obstáculos)
KINECT SPORTS	Xbox Kinect	A partir de 3 años	Simulación de deportes, controlar el juego a través de gestos
MICHAEL PHELPS	Xbox Kinect	A partir de 3 años	Simulación de natación
MICOACH	Xbox Kinect	A partir de 3 años	Entrenamiento con atletas
MYSELF DEFENSE COACH	Xbox Kinect	A partir de 12 años	30 técnicas de defensa corporal y tonificación del cuerpo
YOUR SHAPE	Xbox Kinect	A partir de 3 años	Tonificación muscular, trabajo parte específica del cuerpo

*Nota:* los juegos más utilizados se ven reflejados en la tabla, los cuales ayudan al fortalecimiento de sus músculos. Fuente: Nuevas tecnologías en la rehabilitación neurológica pediátrica. Pag 12. (2019)

Principalmente los videojuegos que se pueden observar en la tabla 1 y 2 por lo general son pensados para personas sin ninguna enfermedad, pero los terapeutas han sabido utilizar estas herramientas para beneficios de sus pacientes, ya que estas estimulan la actividad física, los sentidos y motricidad. (Gonzalez,2019)

Las diferentes consolas que se encuentran es el Wii, que es un aparato que consta del comando controles y un detector que plasma los movimientos en la consola por lo general los controles son inalámbricos donde el videojuego detecta los movimientos del paciente que se desarrollan como actividades yoga, aerobio y estiramientos, por otro lado tenemos el PlayStation que son utilizados con el Eye y el move que es una cámara de última generación que da el reconocimiento de los gestos del usuario, el Microsoft Kinect es una cámara que crea un mapa en 3d que registra el movimiento del cuerpo además de un reconocimiento fácil y de voz, y por último el exergames que mediante actividad física los usuarios tendrán que realizar diferentes logros mediante movimientos bastantes exigentes. (Gonzalez,2019) La realidad virtual también tiende a utilizarse ya que esto maneja las sesiones atractivas y genera adaptabilidad al paciente o usuarios donde se muestra bastante una terapia visual auditiva y háptica que ayudara al aprendizaje y a los cambios que se puedan generar en su ambiente. (Gonzalez,2019)

Las herramientas siguen avanzando y entre ellas están los exoesqueletos que se utilizan para la rehabilitación de los miembros superiores e inferiores donde se estimulan dando un aprendizaje neuronal, a través de unas repeticiones que van a generar estimulación cerebral al paciente o usuario. (González, 2019)

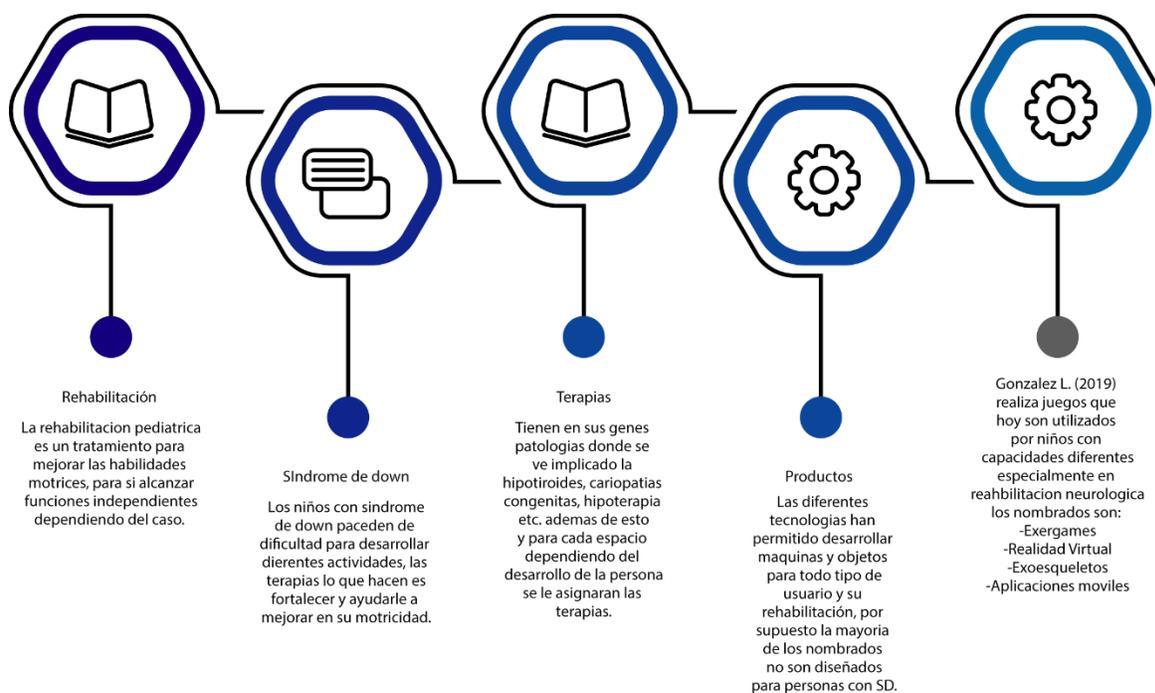
Principalmente el estudio que se realizó consta de diferentes robots que se utilizan para la rehabilitación pediátrica de los niños, donde cada robot imita los ejercicios que debe desarrollar el niño así esta terapia será más proactiva, además tendrá un incentivo que será el robot donde cada vez que realice un ejercicio tendrá una mayor respuesta como baile, canto, luces, mensajes etc. (Bailey et al., 2007)

Las conclusiones del estudio dieron la evidencia de que en el área de pediatría la aplicación de plataformas robóticas es de gran ayuda para los profesionales y pacientes, porque en gran medida los niños y adultos percibimos todo por nuestros sentidos así tener un dispositivo que estimule esto, hará que el niño realice sus terapias sin dificultad.

A continuación, se muestra lo anterior en una representación gráfica.

**Figura 4.**

*Descripción de los diferentes conceptos relacionados a la rehabilitación.*



Fuente: Elaboración propia (2021)

#### 2.4.7. ¿que son las Tecnologías hápticas?

La tecnología es la aplicación de diferentes técnicas como la ciencia donde estas se incorporan en diferentes mecanismos que hoy conocemos, por otro lado, háptica se conoce como la designación táctica donde se efectúa principalmente el tacto que refiere a la

exclusión de sensación no visual y auditiva, por consiguiente, se puede decir que las tecnologías hápticas son interfaces que mediante las interacciones con el sentido del tacto puede emerger diferentes estímulos sensoriales.

#### **2.4.8. Tipos de tecnologías hápticas**

##### **2.4.8.1 Interfaz tipo táctil**

El Interfaz de tipo táctil es conocido como un dispositivo que estimula los receptores nerviosos del tacto, que interactúan con la piel, donde las personas que lo utilizan sienten la temperatura, rugosidad, forma y textura a través de pantallas táctiles.

(perez et al, 2016)

De acuerdo con el texto estas sensaciones son hormigueo o pueden llegar a golpes dolorosos, por lo general se estimula más la yema de los dedos, para tener una mayor precisión en los estímulos, esto también se puede incorporar para las personas con discapacidad visual, que incorporan el braille. Por otro lado, se ha generado una lámina de cerámica piezoeléctrica, donde sea muy concurrida la calle o sitio esto puede generar electricidad al lugar, así generamos una energía renovable. (Perez et al., 2016)

La siguiente tabla se puede visualizar diferentes tecnologías además de su respectiva descripción y la sensación que ofrece.

**Figura 5.**

*Descripción de las tecnologías comunes táctiles.*

TABLA 2. RESUMEN DE LAS TECNOLOGÍAS COMUNES PARA IH TÁCTILES		
Tecnología	Descripción	Sensación
Electrostático (Xu et al., 2011)	Capacitor con aislante de Polimida, formado por los fluidos conductores del dedo que actúan como una placa y un electrodo externo que actúa como la otra placa.	Fricción, reproduce fuerzas de corte en la piel
Electrocutáneos (Kajimoto et al., 2004; Sato y Tachi, 2010)	Se hace electroestimulación sobre la piel para activar las terminaciones nerviosas.	Presión y vibración suave
Vibro-táctil	Motor DC con masa excéntrica sujeta al eje de giro (Yang, 2013). Actuador Lineal de Resonancia ( <i>Linear Resonator Actuator, LRA</i> ) (Wang, 2014). Actuador Lineal de Resonancia de Impacto ( <i>Linear Impact Resonator Actuator, LIRA</i> ) (Pyo et al., 2015)	Vibración por pulso o sostenida
Vibro-resonancia (Kyung y Kwon, 2008)	Vibro-resonador piezoeléctrico de barras paralelas	Vibración con gama de frecuencias de resonancia
Sistema de despliegue de temperatura desplazada (DTSS) (Ferre et al., 2008)	Calefactor puesto en un dedal	Cambios de temperatura
Presión Neumática	Pistón neumático sujeto a la mano	Contacto en el dedo de una superficie o patrón en ella
Solenoides	Pistón electromagnético	Presión al sujetar

Exoesqueleto para múltiples dedos	Armazón que conecta un actuador de presión en cada dedo	Fuerza de agarre, presión, peso sostenido
Presión directa en el dedo	Correa o placa que se ajusta o relaja en la punta del dedo mediante uno o varios motores DC	Presión de contacto sostenida, gradual, vibración, curvatura, borde
Polímero Electro Activo ( <i>Electro Active Polymer, EAP</i> ) (Bolzmacher et al., 2004; Runyan y Blazie, 2010; Pei et al., 2009)	Material polimérico químicamente modificado para que un estímulo físico lo active, dado por un alto voltaje aplicado	Presión por abultamiento superficial, textura rugosa, patrones en superficie
Agujas de presión	Conjunto de agujas movidas por campo electromagnético que simulan presión y patrones para sistema Braille Agujas movidas por Alambre con memoria de Forma ( <i>Shape Memory Alloy, SMA</i> ) (Kontarinis et al., 1995).	Presión sostenida, pulsos suaves
Térmicos	Se basa en una placa de Peltier que controla la temperatura que la interfaz transfiere a la piel.	Calentamiento en una zona reducida de la piel
Cerámico piezoeléctrico (Poupyrev et al., 2002)	Lámina mono o multicapa de cerámico piezoeléctrico que oscila por voltaje aplicado.	Vibración sostenida o por pulsaciones
Fluido reológico (Song et al., 2003)	Fluido que modifica su viscosidad mediante la aplicación de un campo eléctrico o magnético.	Rigidez

*Nota:* las diferentes tecnologías que se encuentran tienen diferentes sensaciones en el cuerpo humano, por esta razón se tienen en cuenta para el resultado final. Fuente:

Interfaces Hápticas: sistemas cenestésicos vs. Sistemas táctiles. Pag 18-19.

(2016)

### 2.4.8.2. interfaz tipo cenestésico

El interfaz tipo cenestésico es el que se alimenta de diferentes fuerzas, es decir mediante movimientos y cambios de fuerza que ejerce el usuario con el ambiente virtual genera diferentes sensaciones en los brazos, manos, hombros recreando al objeto esto es utilizado en procesos de rehabilitación con dispositivos hápticos - cinestésicos tipo robot. Por ejemplo, un resumen de estas aplicaciones.

#### Figura 6.

*Descripción de tecnologías de tipo cenestésico*

<b>TABLA 1. RESUMEN DE LAS TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LAS IH CINESTÉSICAS</b>		
<b>Tecnología</b>	<b>Mecanismo actuador</b>	<b>Zona de contacto</b>
Neumático	Pistón	Apoyado directo a las extremidades
Hidráulico	Pistón	Apoyado directo a las extremidades
Eléctrico	Motor DC conectado directamente o por cables y poleas	Brazo, muñeca-manos o dedos
Magnético	Elemento en levitación por el principio de Lorentz	Mano, dedos

Fuente: Interfaces Hápticas: sistemas cenestésicos vs. Sistemas táctiles. Pag 16. (2016)

A continuación, se muestra lo anterior en una representación gráfica.

**Figura 7.**

*Grafica descriptiva de las tecnologías hapticas*



Fuente: Elaboración propia (2021)

#### **2.4.8.2. Interfaz táctil diseño**

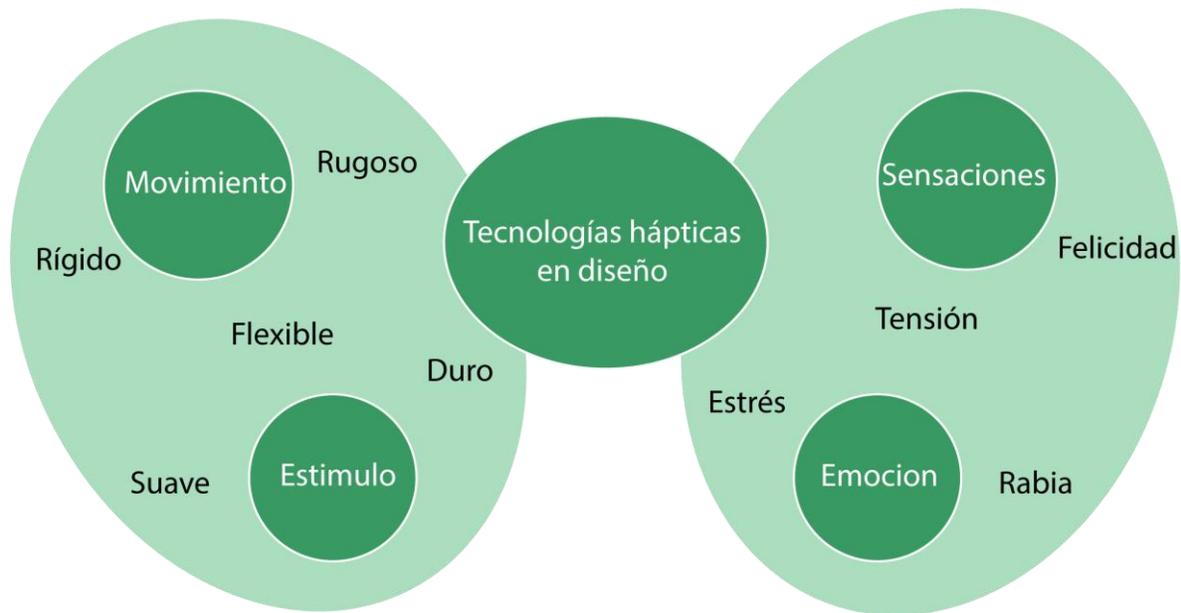
Le ergonomía haptica se percibe a través del tacto, con esto se puede generar diferentes conocimientos, como su tamaño, la forma, dureza, peso, temperatura etc. Los estímulos son generalmente táctiles por esta razón se utilizarían sensores cutáneos o cenestésicos para ejecutar los objetos mecánicos motores, esto con la finalidad de tener movimiento controlados.

La información que proporciona lo táctil al cerebro son receptores mecánicos de nuestros tendones, músculos y articulaciones, las cuales tienen diferentes marcos de referencia como la exploración de diferentes objetos con patrones de formas geométricas o una serie de movimientos que generan organización espacial. Los diferentes estímulos se

toman desde todos los sentidos, pero en este caso es lo táctil que predomina, ya que dependiendo de las sensaciones que tengan al tocar diferentes cosas son las que dará lugar a una mejor experiencia usuario / objeto, esto también incluiría las texturas y funciones indicativas, las cuales estarán presentes, para su respectiva función, comunicación y estética.

### **Figura 8.**

*Datos relevantes acerca de las tecnologías hápticas sobre la comunicación y funcionalidad del producto.*



*Nota:* El diseño realiza diferentes estimulaciones sensoriales especialmente en el tacto, se introducen texturas que generan diferentes sensaciones emocionales, las cuales también harían parte de las tecnologías hápticas. Fuente: Elaboración propia (2022).

#### **2.4.10. Ergonomía del síndrome de Down**

Los niños con SD adoptan tener posturas incorrectas en su crecimiento, a causa de la hipotonía muscular, escaso equilibrio, talla más baja y hiperlaxitud ligamentosa, esto hace

que el niño le cause más esfuerzo mantenerse erguido, necesite apoyo, se cansen pronto, por esta razón el niño opta por colocar los brazos en la mesa, doblar la columna, abrir sus piernas y acostarse en ellas etc. (Alarcón, s.f.)

Los estudios que se han realizado para tener más valores de referencia acerca de la anatomía del niño hacen relato del peso, estatura, talla y circunferencia cefálica, teniendo estos datos se da a comparar con valores de niños que no tienen la enfermedad, además que se realiza la encuesta a niños de 2 meses a 12 años.

La investigación muestra que significativamente se tuvo en cuenta enfermedades con factores ambientales y no ambientales como lo son la cardiopatía congénita que puede ser leve o grave, así mismo se dieron los diferentes resultados las niñas con SD miden 1.5 o 3 cm menos, la velocidad de crecimiento disminuyó 20% hasta los dos años (5% entre 3-10 años en las niñas y 10% entre los 3-12 años en los varones), de acuerdo al peso y talla de mujeres o varones con SD tienden a tener un rápido crecimiento fenómeno que puede conducir al sobrepeso que aumenta desde los 36 meses de vida y aumenta en la adolescencia. (Anónimo. 2007)

Habitualmente teniendo los datos anteriores conllevan a que los brazos y piernas en relación con la longitud de su tronco sea menor, esto puede ocasionar que él bebe no pueda apoyar sus manos frontalmente en el suelo, también es difícil sostenerse cuando se cae de lado, ya que es caerá primero antes de poder apoyarse con las manos, al trepar el sofá, escaleras, bajar o subir se le dificultad por sus piernas más cortas, para tratar esto los padres en ocasiones optan por esperar a que el niño crezca y se pueda corregir o también equipos que se adecuen a las medidas del niño que es mucho mejor ya que se estimula también la capacidad motriz. (Patricia C, 2013)

Por su cromosoma adicional algunos tienen hipotonía que es la tensión que permanece en el músculo cuando está relajado y se controla a través del cerebro, además un aumento de flexibilidad en las articulaciones o laxitud ligamentosa que puede ocasionarle lesiones por esto se evita levantar al niño de los brazos ya que puede descolarse los hombros y por último una reducción de fuerza donde se puede mejorar con la práctica y repeticiones de movimientos por ejemplo al niño levantar sus brazos y piernas cuando se encuentran boca arriba u otro también puede ser impulsado su cuerpo hacia adelante cuando se arrastra en el suelo. (Patricia C, 2013)

A continuación, se muestra lo anterior en una representación gráfica.

### Figura 9.

*Explicación corta acerca de ergonomía a utilizar.*

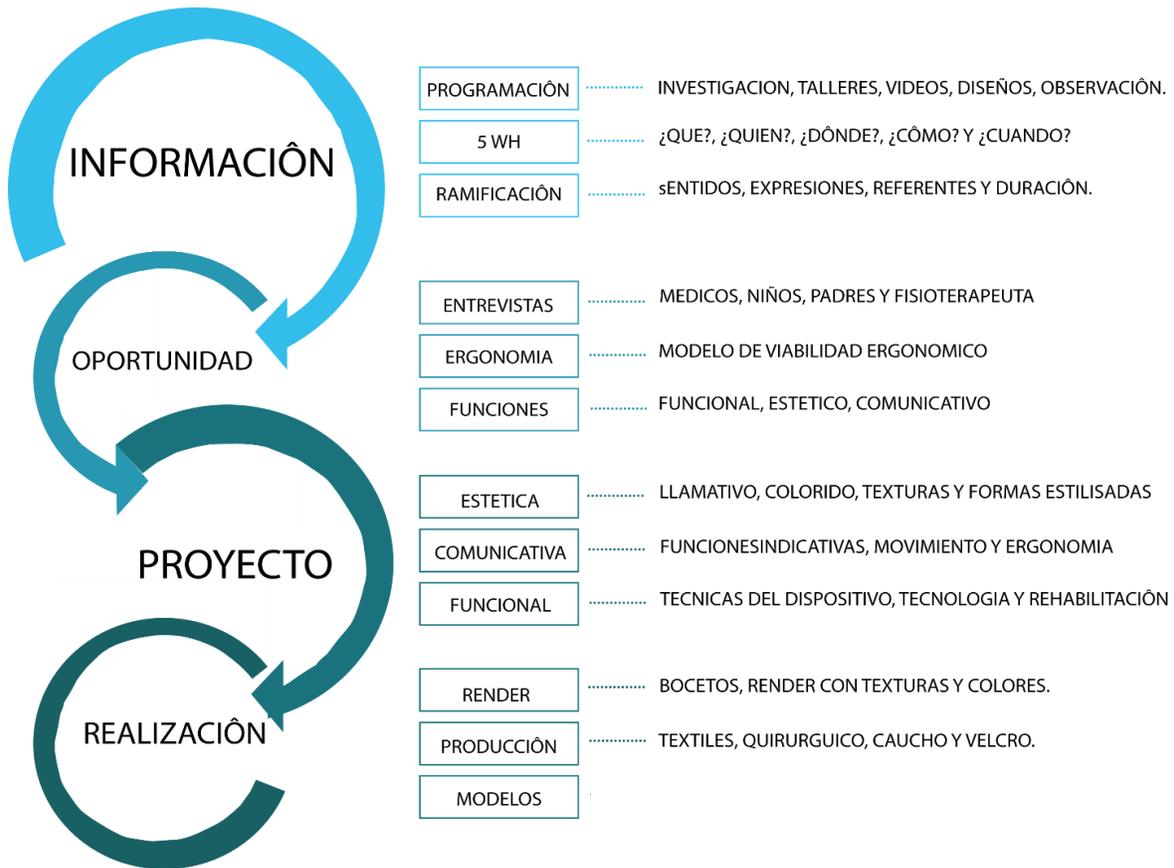


Fuente. Elaboración propia. (2021)

## 2.4. Metodología

**Figura 10**

*Diagrama de metodología*



Nota: Los diferentes datos encontrados se toman en cuenta en cada decisión de diseño

Fuente: Elaboración propia (2022)

## 3. DESARROLLO

### 3.1. Modelo ergonómico

De acuerdo al primer objetivo específico (Desarrollar bases de un modelo ergonómico basado en información de fuentes indirectas, el cual da una recopilación, un

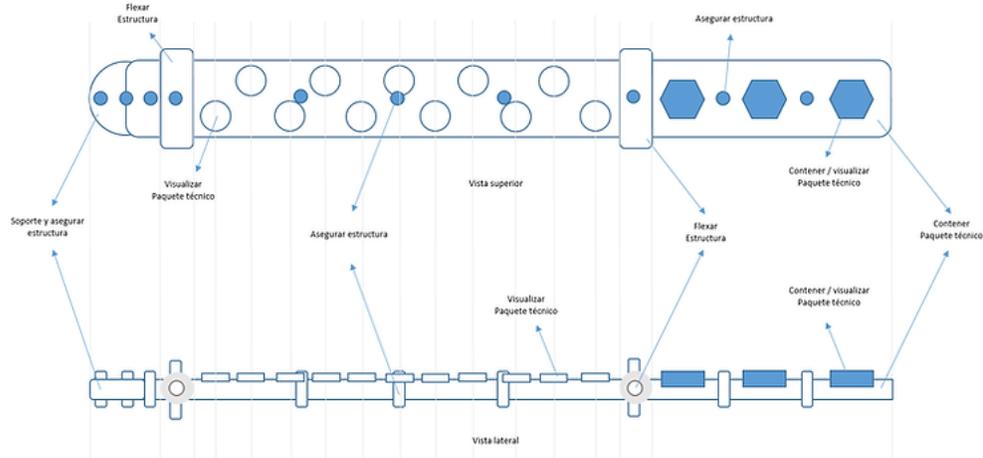
análisis con diferentes diagramas, para su utilización en la propuesta final). Se tomaron en cuenta diferentes ítems que se fueron desarrollando a medida que iba avanzando el proyecto como lo son propuesta constructiva, estudio y medidas antropométricas, posturas, movimientos y ejercicios terapéuticos de la población.

### 3.1.1. Diseño funcional y constructivo

La elaboración principal se dio a través de una propuesta sobre las relaciones parte y componentes, de este modo se muestra una idea base la cual está diseñada en función con los ejercicios y su respectiva funcionalidad al movimiento del brazo del niño.

**Figura 11.**

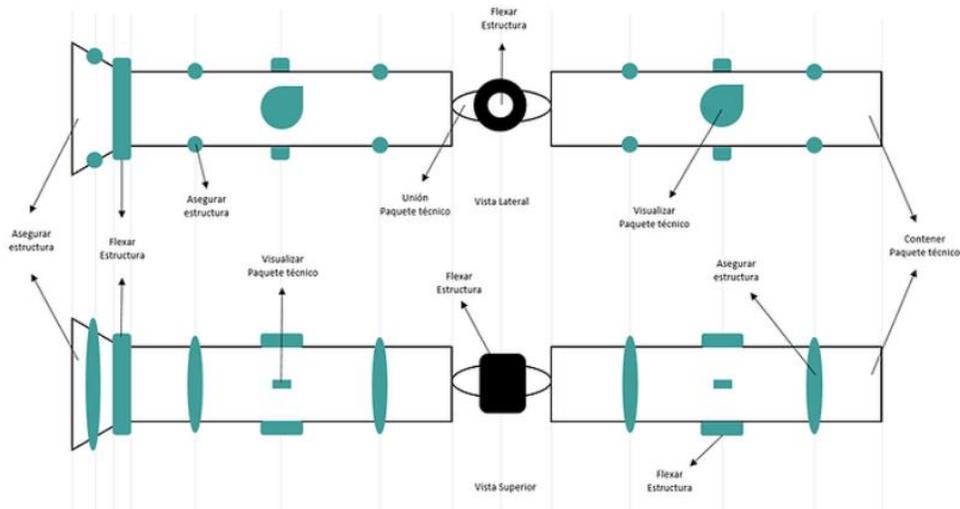
*Propuesta constructiva 1*



*Nota:* la respectiva representación gráfica es un cilindro el cual iba colocado en el brazo del niño para efectuar los ejercicios. Fuente: Elaboración propia (2021)

**Figura 12.**

*Propuesta constructiva 2*

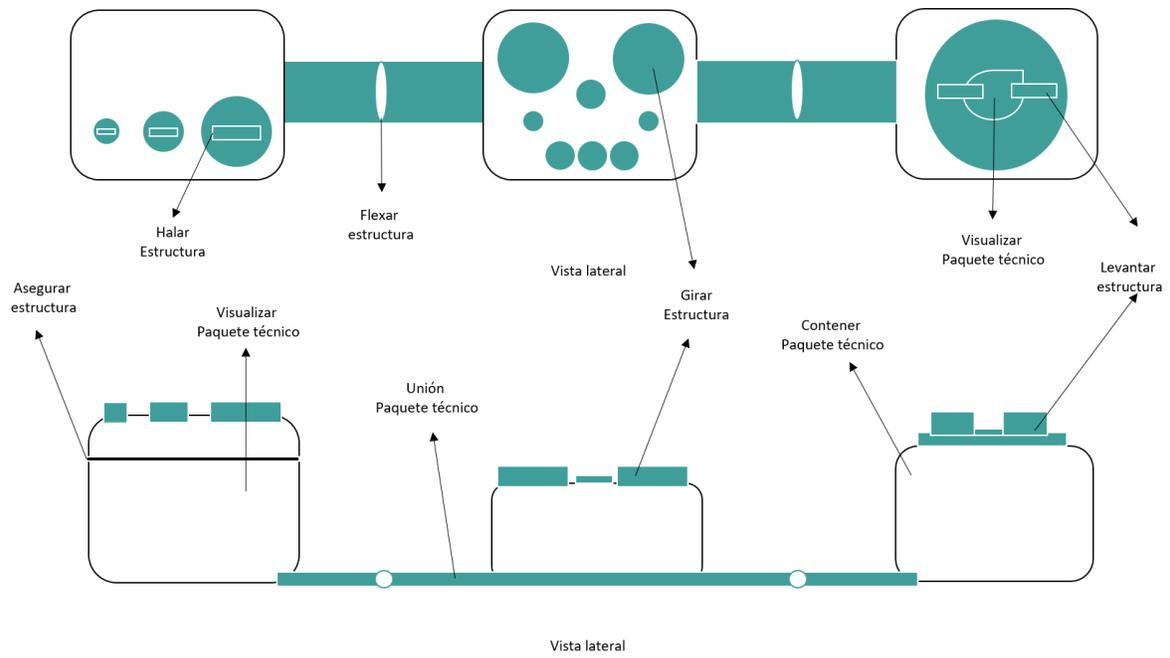


*Nota:* El movimiento del codo no se podría hacer con facilidad por esta razón se optó por realizar una segunda propuesta para mejorar su funcionalidad. Fuente: Elaboración propia (2021).

Las diferentes figuras geométricas se separaron en función y comunicación, ejercicios dependiendo del movimiento abducción, aducción, flexión, extensión, pronación y supinación, las cuales se dividen en movimientos mecánicos para dar lugar a la comunicación formas orgánicas, así tener partes y componentes.

**Figura 13.**

*Propuesta constructiva 3*



*Nota:* la modificación de las diferentes figuras geométricas básicas da otra idea totalmente diferente. Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.1.2. Estudio de segmentos antropométricos

**Figura 14.**

*Comprobación con muñeco de trapo las respectivas posturas del niño.*

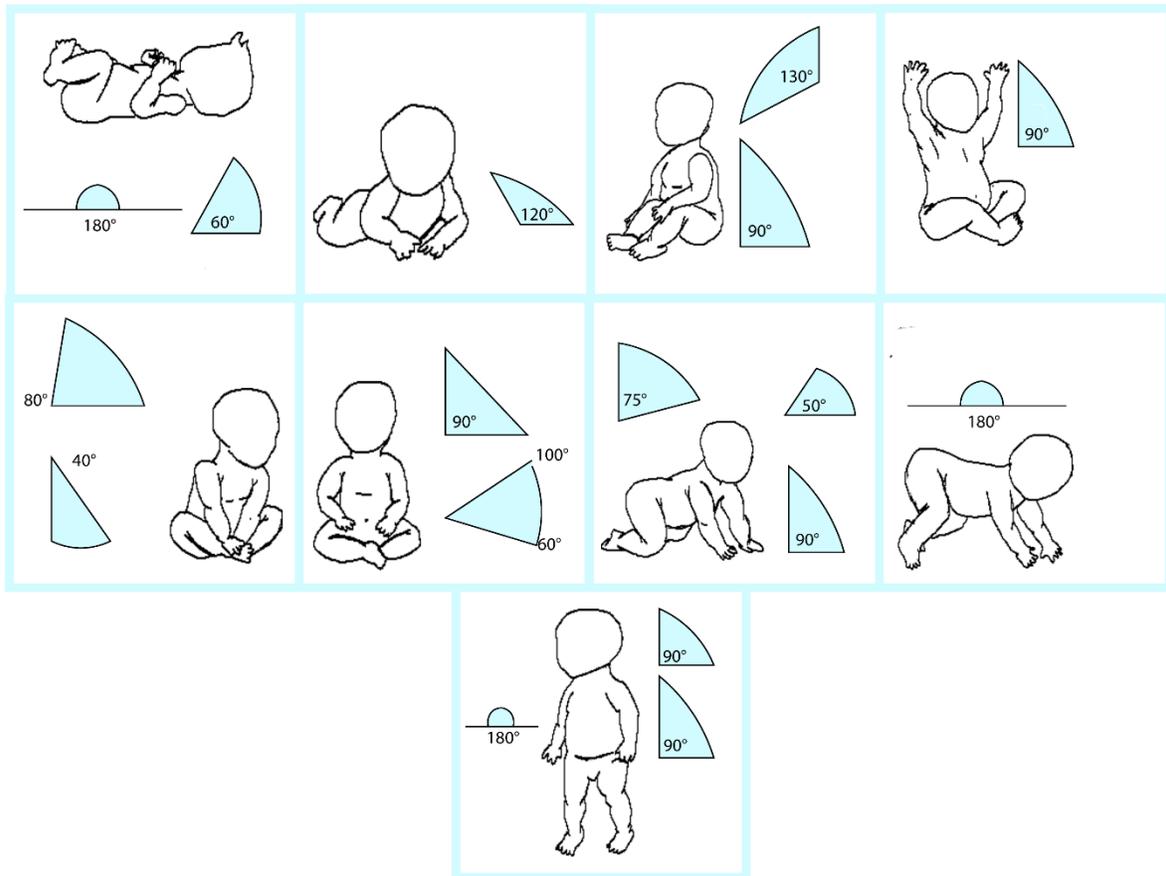


*Nota.* La investigación mostraba que se tenían malas posturas al realizar los ejercicios en niños con hipotonía, se realizó con una comprobación con un muñeco de trapo el cual fue fundamental para las respectivas conclusiones. Fuente: Elaboración propia. (2021)

Principalmente se realizaron diferentes pruebas y posturas que optan los niños con un muñeco de trapo que por el material en que esta hecho se siente hipotónico.

**Figura 15.**

*Movimientos del niño con sus respectivos ángulos.*



Fuente: (Elaboración propia. (2021)

Con lo observado se investigó las diferentes posturas que debe tener un niño a la hora de sentarse, gatear y caminar, en la figura 17 como se puede observar se muestra los ángulos correctos de la postura del niño además de una imagen con su respectivo ejemplo.

### **3.1.3. Antropometría y dimensiones**

Las medidas antropométricas están dadas desde un estudio llamado medidas corporales y craneofaciales para definir criterios de variación fenotípica en el síndrome de Down Medellín (1998), en este documento hacen las mediciones antropométricas directas

en niños de 5 años con y sin SD, por otro lado encontramos un documento donde realizan un producto para niños con síndrome de down entre 1 a 4 años llamado objetos recreativos que contribuyen en el desarrollo psicomotor, el cual nos muestra diferentes medidas tomadas en la edad de 1, 2, 3 y 4 años, por consecuente se realiza una comparación con dichas medidas esto para tener una idea clara acerca de su peso estatura altura de sus extremidades.

**Figura 16.**

*Medidas antropométricas de niños entre 2 a 4 años*

MEDIDAS	MEDELLÍN	ECUADOR
Peso	16,71	15,9
Estatura	97,34	97,2
Altura codo		57,6
Altura rodilla		24,8
Altura hombro		73,5
Longitud miembro inferior	49,99	
Longitud hombro-codo	19,02	
Longitud codo-muñeca	15,82	
Altura oído		84,3
Longitud oreja	46,35	

*Nota:* las medidas son un acercamiento de acuerdo a información encontrada por internet.

Fuente: Elaboración propia (2022)

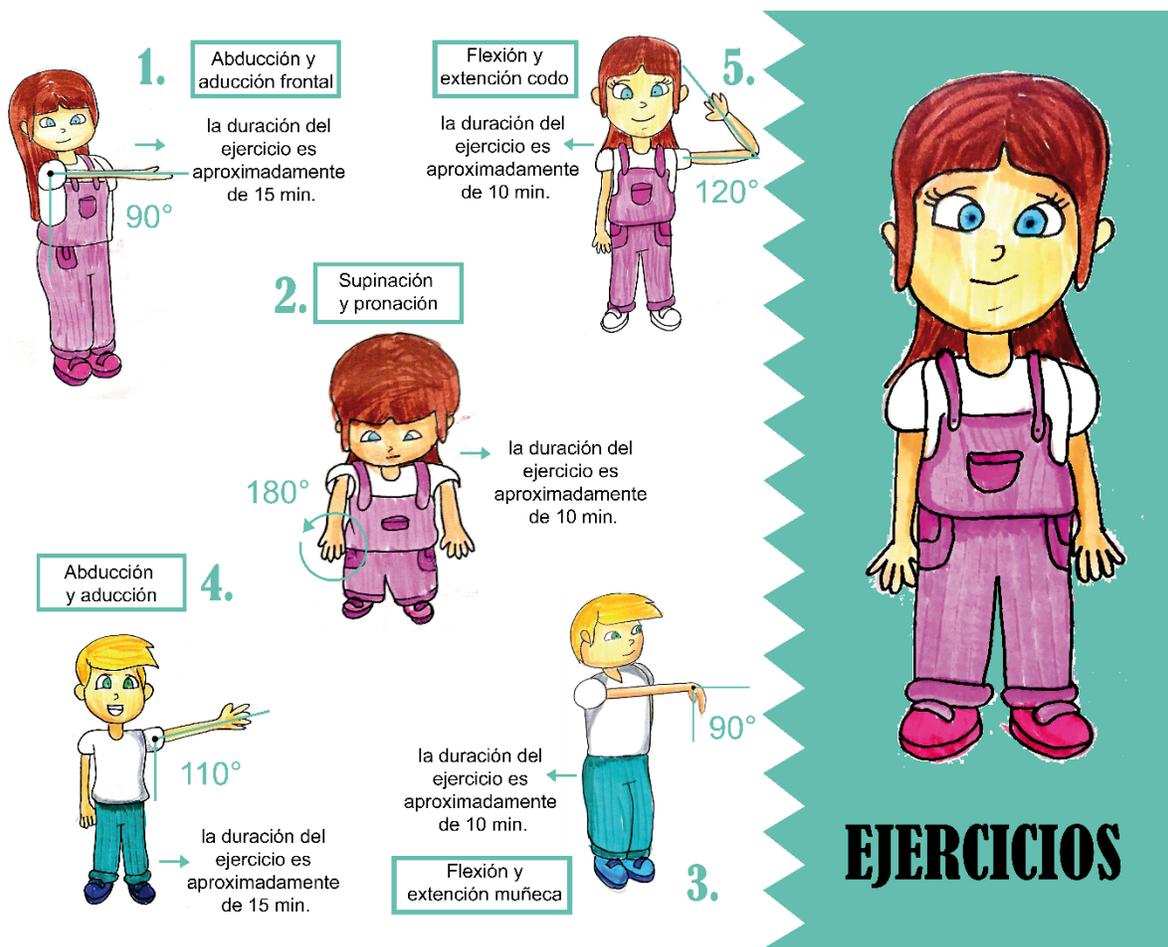
Los documentos tuvieron bastante similitud respecto a sus medidas, aunque son diferentes países se ve reflejado que no cambia drásticamente las dimensiones, esto se tomó en cuenta para la realización del producto final.

### 3.1.4. Clasificación de movimientos a evaluar

Existen bastantes movimientos en cada parte de nuestro brazo, se realiza una determinada entrevista con la fisioterapeuta para abordar las respectivas terapias que se le realizan, los ejercicios, por supuesto las diferentes series y repeticiones que pueden desarrollar.

**Figura 17.**

*Ejercicios base para niños con síndrome de Down*



*Nota:* los ejercicios presentados se muestran con su respectiva representación gráfica, duración aproximada de los ejercicios y ángulos. Fuente: Elaboración propia (2022).

## Figura 18.

### *Entrevista con la fisioterapeuta*



Nota: El proyecto se les presenta a 2 fisioterapeutas una graduada de la universidad manuela Beltrán y su colega en proceso de terminar la carrera. Fuente: Elaboración propia (2022).

Los diferentes datos que dieron en las entrevistas se dio un gran apoyo para comprender las dinámicas del espacio, la integración con el niño, los materiales y las maquinas que se utilizan para desarrollar la terapia.

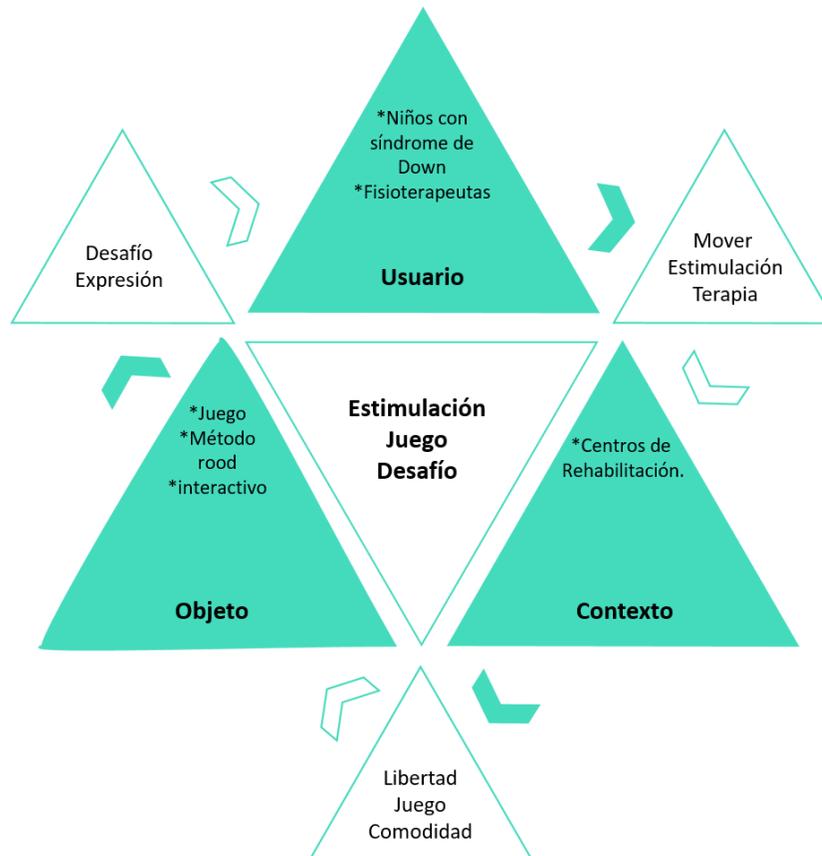
### **3.2. Estudio de forma (comunicación, estético y funcional)**

Recordando el segundo objetivo específico (Elaborar una herramienta metodológica sobre el estudio de forma mediante diagramación y síntesis de los aspectos de función, estética y comunicación.) se presenta diferentes factores a tener en cuenta que se realizaron en la propuesta, para la toma de decisiones, en conjunto con los fisioterapeutas y niños.

### 3.2.1. Concepto

**Figura 19.**

*Representación del concepto.*



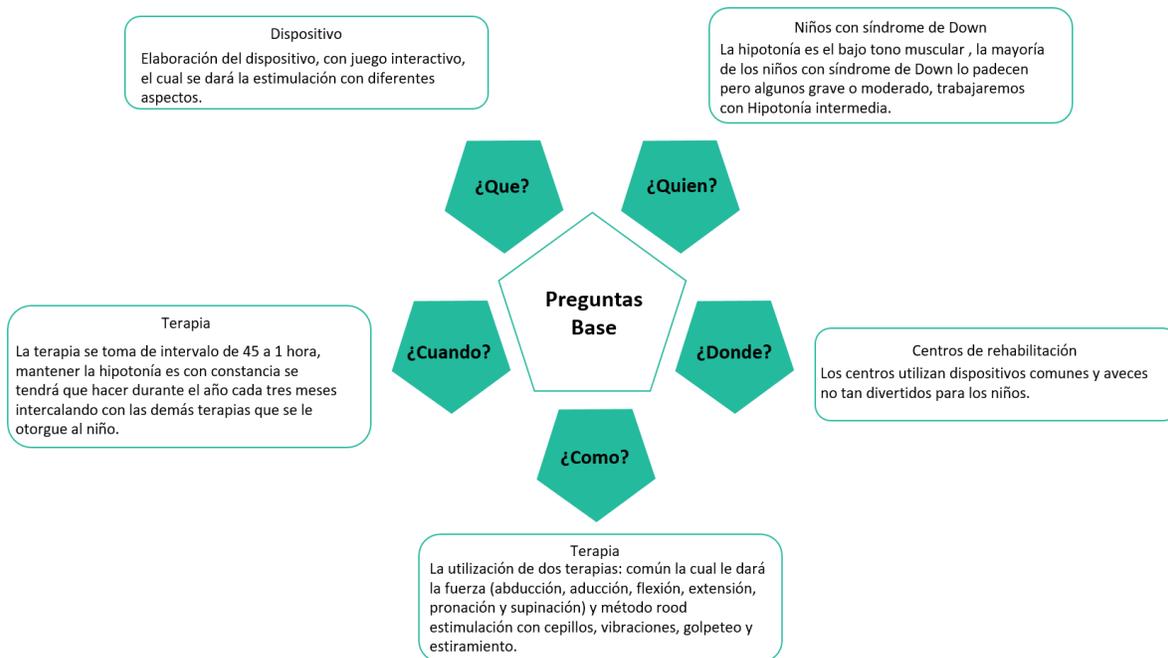
*Nota:* Se construye a partir de diferentes aspectos básicos del proyecto. Elaboración propia (2022)

La representación muestra los aspectos básicos del proyecto, donde se toma en cuenta el objeto, contexto y usuario a partir de esto se sacan similitudes entre cada una y por consiguiente se determina que debe tener el dispositivo que es la estimulación, juego y desafío.

### 3.2.2. 5 WH

**Figura 20.**

*Grafica de las 5 preguntas base para la representación del proyecto*



*Nota:* Las preguntas toman en consideración cada factor de la exposición del usuario, contexto y temática. Elaboración propia (2022)

Las preguntas dan un acercamiento efectivo al concepto, acerca del usuario, contexto y objeto, el desarrollo de cada fase representa una descripción ampliada sobre que se desea ver en el modelo final, además de su finalidad.

### 3.2.3. Referentes

#### 3.2.3.1. Color y conceptos de diseño

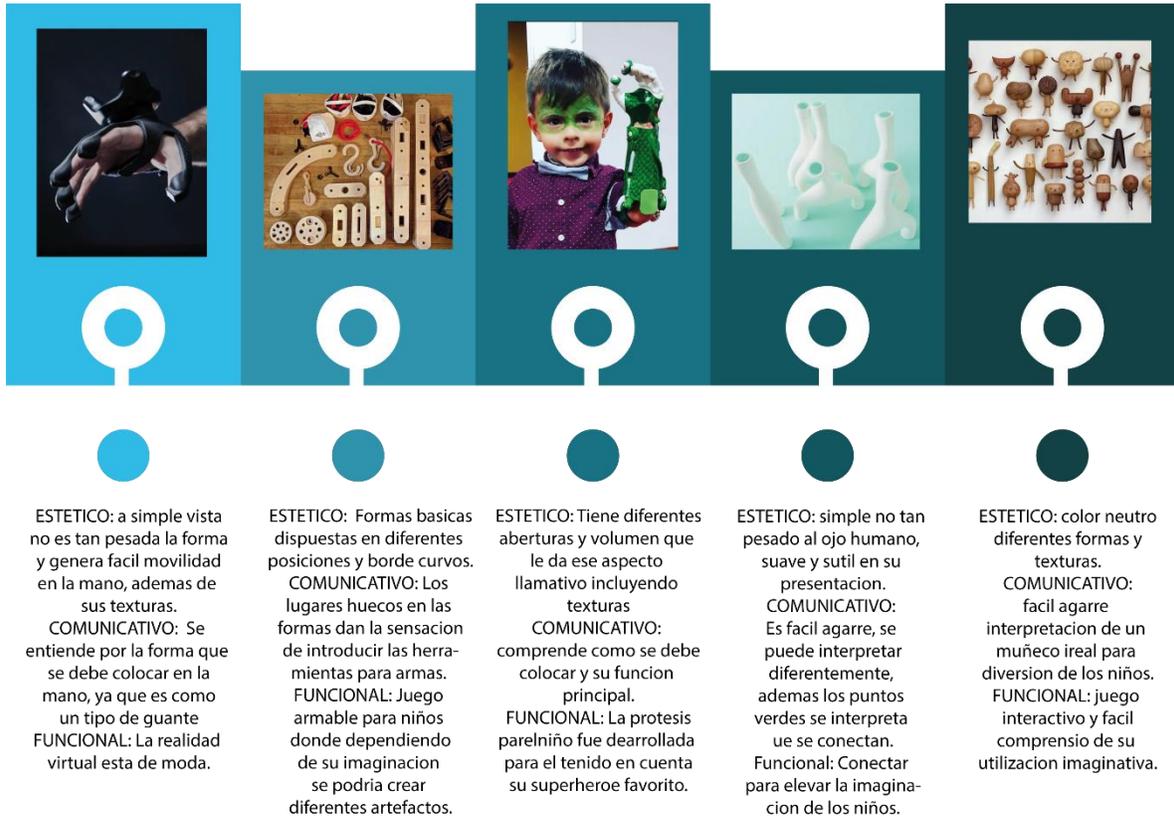
Las diferentes imágenes vistas en el moodboard, los cuales tienen varias formas orgánicas y diferentes conceptos de diseño que en la mayoría se repiten como la simetría,



### 3.2.3.2. Análisis (Funcional, comunicativo y estético)

Figura 22.

#### Análisis de referentes



Fuente: Elaboración propia (2022).

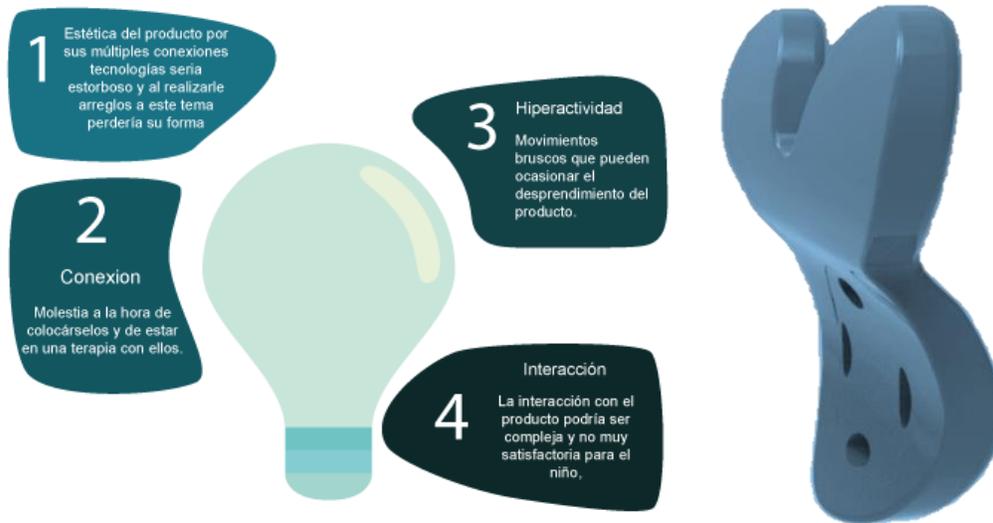
### 3.2.4. Forma

La construcción de la propuesta constructiva 1 se toma de referencia para desarrollar un modelo adherido al brazo del niño con el cual estarían involucradas las tecnologías hapticas de interfaz táctil, con esto se toma de referencia diferentes prótesis o siluetas de brazos que cumplen la función de entretener al televidente, con los datos encontrados se realizó un acercamiento más funcional y no práctico, al realizar una investigación y poder hablar con los expertos se cambió el diseño principal a uno buscando

comodidad y fácil manejo por parte de los niños, por esta razón en la figura 22, mostraremos los diferentes cambios y su utilidad a la hora de realizarlo.

### Figura 23

*Cambio de diseño funcional, comunicativo y estético.*



Nota: La imagen representa por que se realizaron los diferentes cambios y al lado una representación del modelo en 3d de la idea. Fuente: Elaboracion propia (2022)

Los datos se reencontraron con las comprobaciones de formas, tamaños y colores que se les presenta a 5 niños, 3 con SD y dos sin SD, los cuales se muestra que prefieren los objetos mas grandes, respecto al color escogieron el azul y el verde colores llamativos y respecto a la forma preferian las formas mas circulares como lo veran en la figura 23.

## Figura 24.

### *Comprobaciones con figuras geometricas*



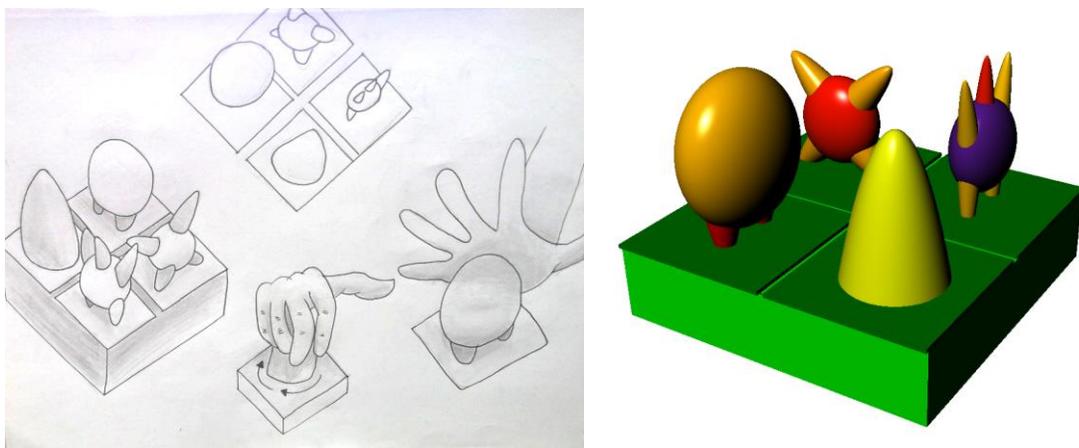
*Nota:* los niños estan de edades de 6 a 8 años con edad cronologica de 2 a 4 años, dos no tenian SD, por tanto si seguian con lo que se les decia los demas no ponian atencion por estar en el juego y se opto por hacer carreras, con esto se obtuvo mejor concentracion por parte de ellos. Fuente: Elaboracion propia (2022)

#### **3.2.4.1. Alternativa #1**

Se realiza el primer acercamiento formal de la propuesta, los diferentes muñecos tienen el ejercicio incorporado, basándonos en la comprobación se desarrolló un boceto base para la representación grafica de la idea, la cual se divide en 4, los cuales iban evolucionando y a medida que se iban realizando los ejercicios.

## Figura 25.

### *Acercamiento a la propuesta*



Fuente: Elaboración propia (2022)

El primer acercamiento recae en girar, oprimir, levantar y empujar los diferentes muñecos los cuales al realizar las diferentes series se podían extraer del cuadrado con esto cada parte interactiva se establecía en un modelo grande para hacer otra figura diferente, pero los movimientos se centraban en la parte de la muñeca y la idea principal que se tuviera una estimulación mayor en todo el brazo.

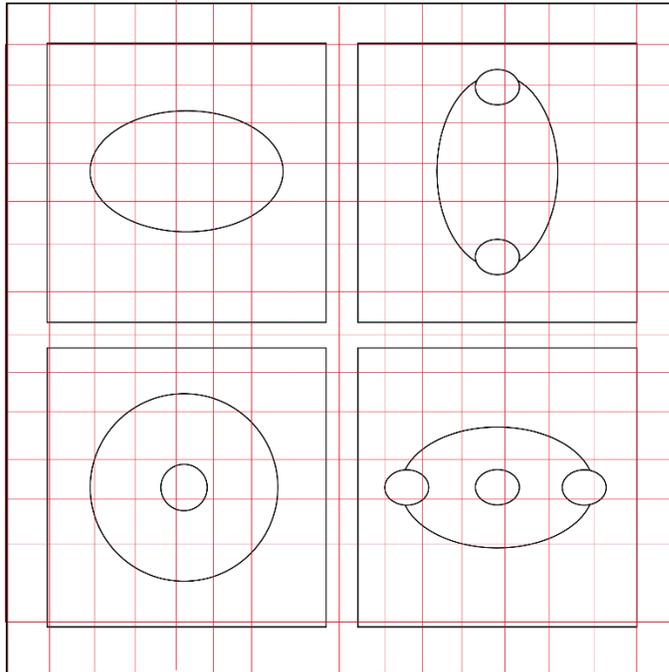
De acuerdo a esto se rediseñan los personajes estudiando la información recolectada, estudiando a nuestro usuario y demás factores.

#### **3.2.4.1.1. Geometría**

La geometría aplicada al proyecto da el orden y diferentes estipulaciones acerca de donde deberían estar situados cada figura, se desarrollan formas geométricas divididas en diferentes espacios del tablero para dar simetría, repetición y distanciamiento encontrados en base de los conceptos básicos. (Elam k, 2011)

**Figura 26.**

*Geometría de la propuesta 1.*

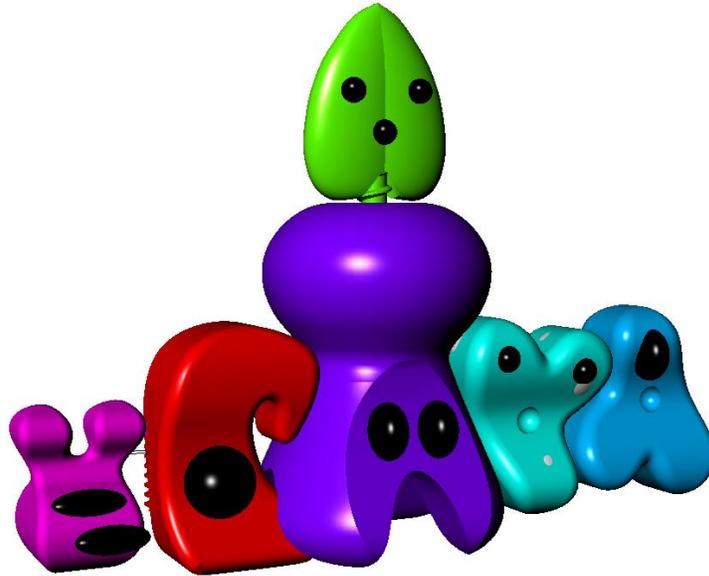


Fuente: Elaboración propia (2022)

**3.2.4.2. Alternativa #2**

**Figura 27.**

*Segundo acercamiento a la propuesta.*



Fuente: Elaboración propia

El cambio se ve reflejado en las formas orgánicas y como está dispuesto en el espacio, cada uno tiene una misión que es mantener el tono muscular del niño, en sus diferentes músculos el rosado tendrá como fin la flexión y extensión, el rojo, azul oscuro y azul claro estará en la abducción y aducción, el verde estará en supinación y pronación y para terminar el color morado tendrá las tecnologías hapticas las cuales tendrá como objetivo estimular los brazos del niño.

Se realizó un modelo a escala en espuma de poliuretano para revisar la forma y sus respectivas fallas, hablando con la fisioterapeuta dice que algunos niños son muy distraídos y al no poder realizar algo que se les pide durante mucho tiempo se retraen a realizarlas, el mecanismo de los ejercicios no funcionaba correctamente además a forma predeterminada en cada muñeco no se notaban muchas formas orgánicas y llamativas para el niño.

### 3.2.4.2.1. Color

Los colores son fundamentales para un niño, ya que, a esa edad, los colores fosforescentes son llamativos, porque según la psicología del color estos evocan diferentes emociones y organización, es decir cada color tiene su significado:

**Figura 28.**

*Significado de los colores.*



Fuente: Elaboración propia (2022)

La selección de cada color va de la mano con su significado, forma y por supuesto el peso, en efecto su significado hoy en día es muy reconocido y por lo general se asocia a ese sentimiento que podemos sentir dependiendo de los colores cálidos o fríos, de manera que el peso también se ve reflejado a la hora de visualizar las cosas, ya que como podemos

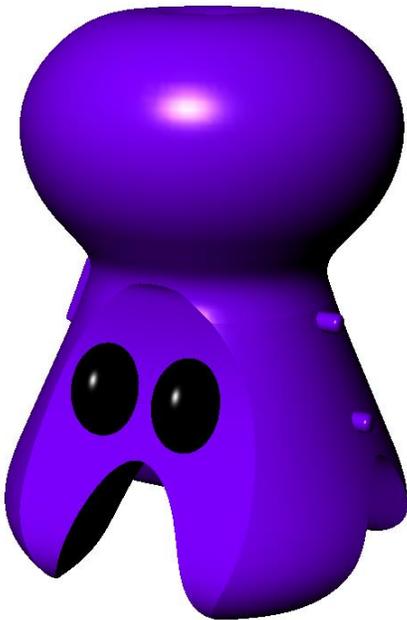
ver en la figura 26 el morado se ve grande y pesado en cambio el color rosado se ve liviano que el resto.

Las sensaciones positivas visualización de un lugar de confort para el niño es esencial ya que estará durante 1 hora en cada terapia y 15 al mes esto lo hace como su segundo hogar el cual el tema del color se vuelve importante para generar felicidad y comodidad.

#### 3.2.4.2.2. Tecnologías hápticas

##### **Figura 29.**

*Modelo 3d rhinoceros.*



Fuente: Elaboración propia (2022)

Las diferentes tecnologías hápticas se implementarían en la parte superior de la cabeza el cual el niño colora sus manos en la parte superior a medida que fuera oprimiendo los ojos, su cuerpo iba a empezar vibrar, por otro lado en la parte inferior de los patas se volteaba y así se podía introducir el brazo y el niño recibía un masaje con cepillos y diferentes golpeteo rápido en su extremidad.

### 3.2.4.3. Alternativa #3

**Figura 30.**

*Tercer acercamiento a la propuesta*



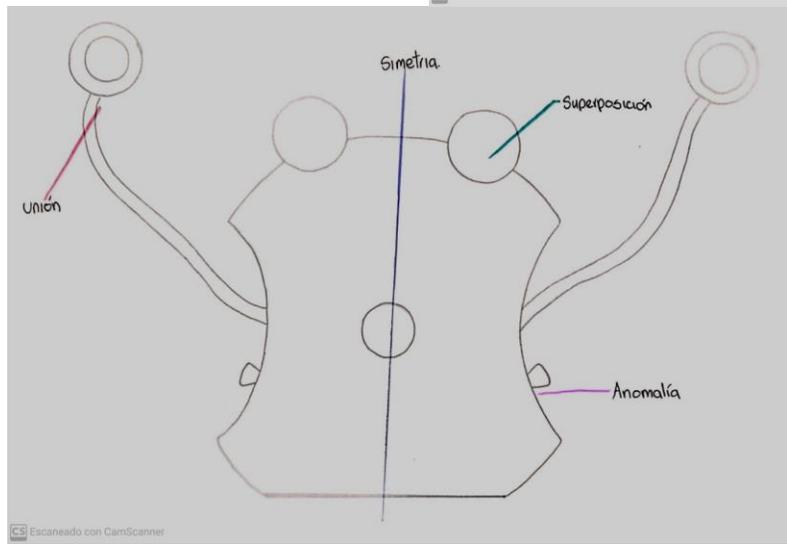
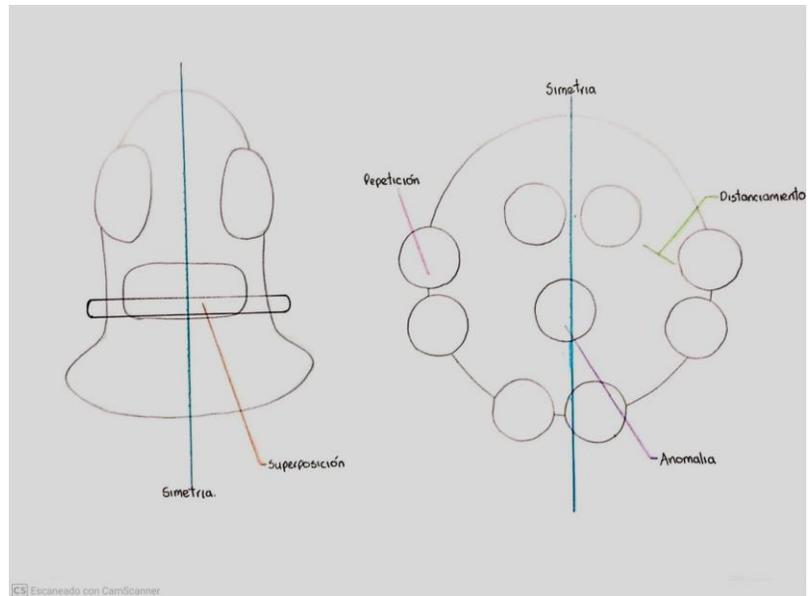
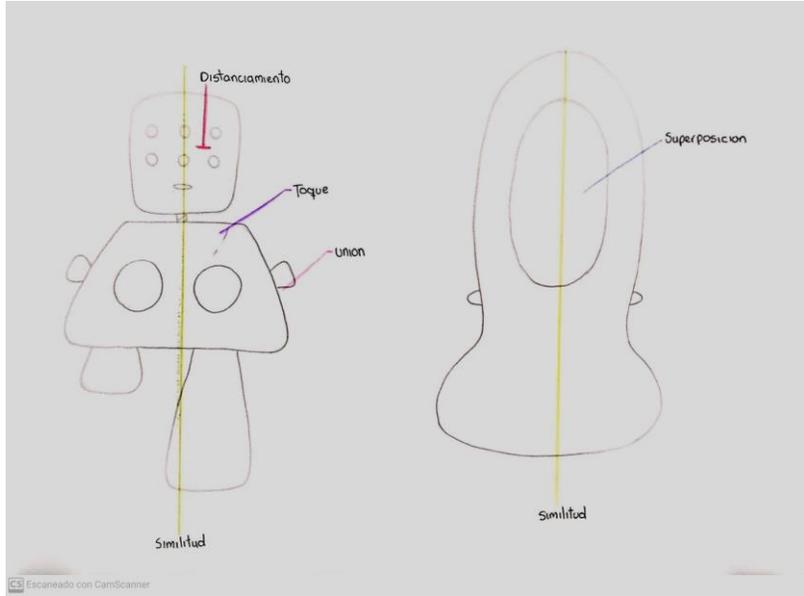
Nota: El render representa las diferentes posiciones que tendrá cada muñeco al presentárselo al niño. Fuente: Elaboración propia (2022)

La estructuración de cada muñeco para su fácil interpretación, tanto formal como funcional se generaron 5 extraterrestres los cuales se utilizó los diferentes conceptos básicos de diseño, el color y su respectiva geometrización para dar formas orgánicas.

#### 3.2.4.3.1. Conceptos de diseño

**Figura 31.**

*Conceptos básicos de diseño.*



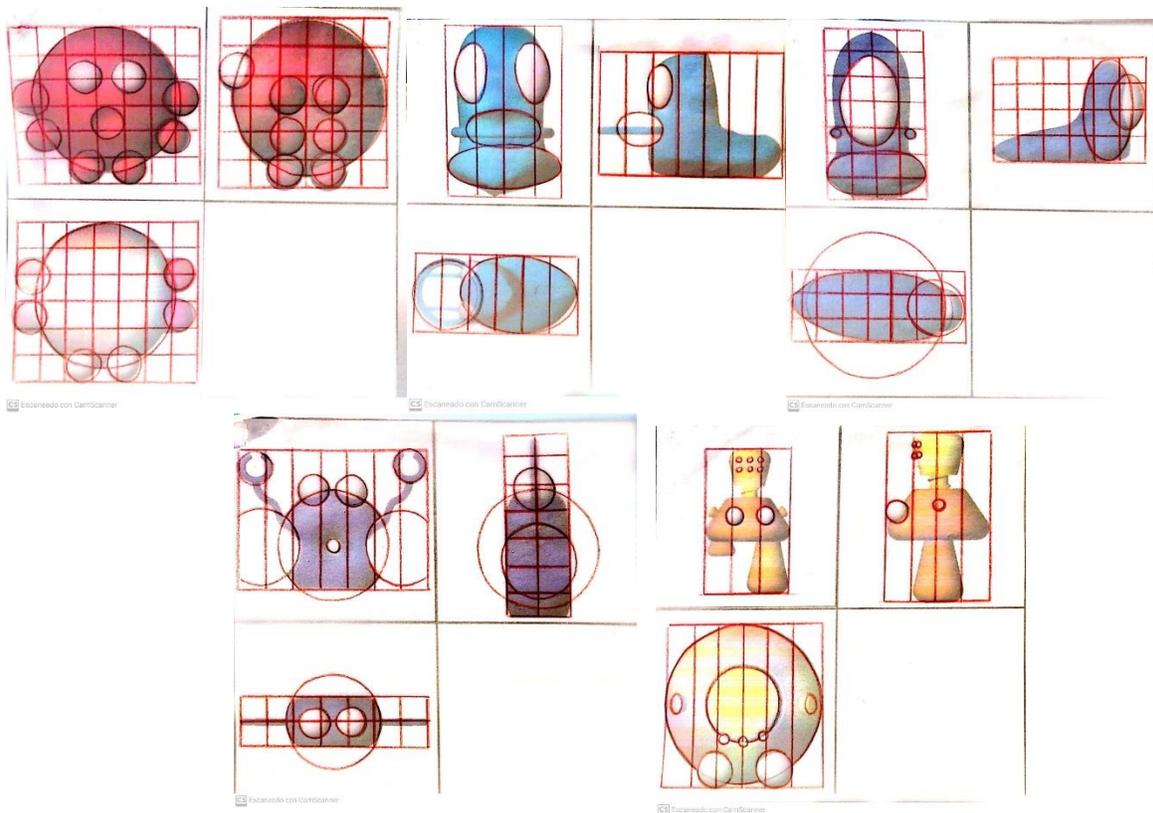
Fuente: Elaboración propia (2022)

### 3.2.4.3.2. Geometría

De acuerdo a esto se utiliza la geometría para dar forma a los diferentes muñecos en este caso figuras mas organicas y representadolas en diferentes cuadros y circulos los cuales la juntarlos dan lugar a los diferentes extraterrestres, por otro lado algunos se parecen bastante en su forma ya que es una familia, la cual tiene diferentes funciones respecto a sus formas ovalada o circular.

**Figura 32.**

*Geometrizacion de los extraterrestres.*



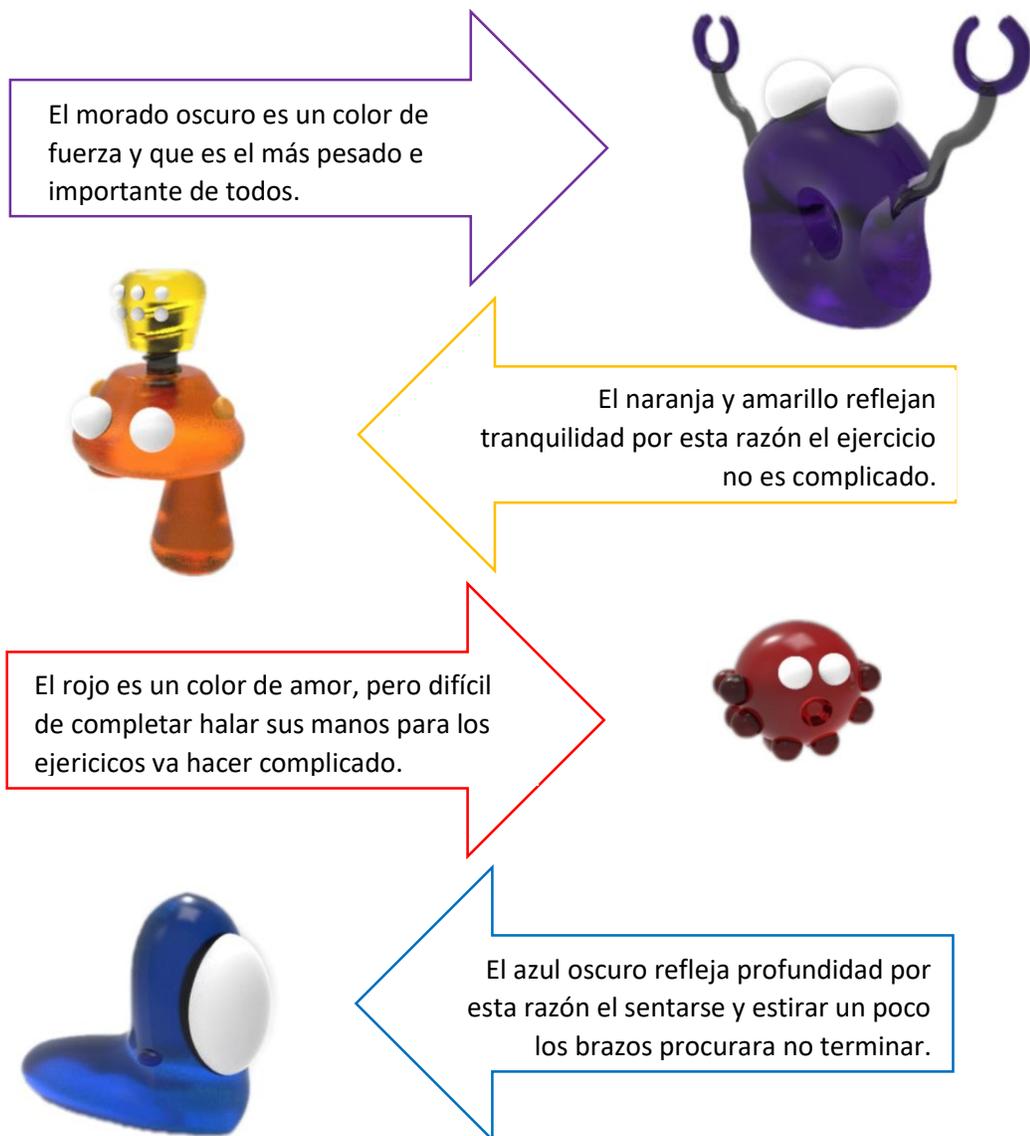
*Nota:* Las diferentes figuras observadas, muestran las diferentes líneas y círculos los cuales componen la forma de cada extraterrestre. Fuente: Elaboración propia (2022).

### 3.2.4.3.3. Color

Tomando en cuenta los resultados de la alternativa anterior nos enfocamos en dividir los colores por cálidos y fríos, los cuales se tendrá en cuenta de acuerdo a su respectivo ejercicio, y su funcionalidad.

**Figura 33.**

*Explicación de colores respecto a su función.*



El azul claro refleja el cielo tranquilidad por esta razón será de los mismos ejercicios, pero más fácil de completar.



Fuente: Elaboración propia (2021)

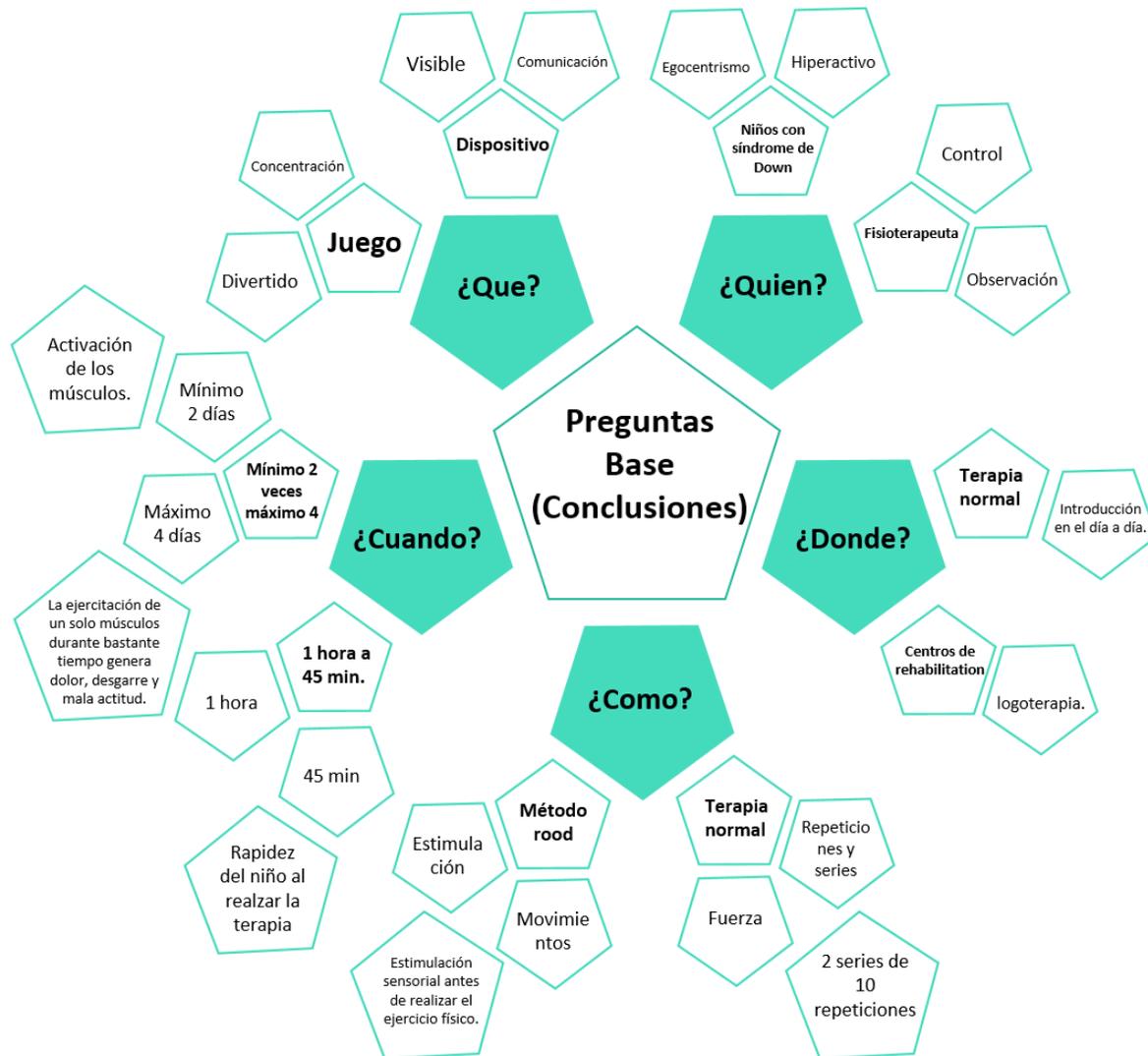
#### **3.2.4.3.4. Tecnologías hápticas (método rood)**

El grande llamado Dino será el que represente a la familia de extraterrestres, el cual será el encargado de abrir y cerrar el ejercicio, porque tendrá en su interior las tecnologías hápticas basadas en el método rood, en el vacío tendrá diferentes círculos que irán saliendo progresivamente el cual el niño tendrá la oportunidad de introducir su brazo hasta el bíceps y sentir unos pequeños golpes en sus brazos que tendrá tiempo de duración para apagarse, así el niño podrá colocar su antebrazo, en la parte de las manos de dino estará dispuesto para que el niño coloque su brazo como anterior mente pero se estimulara con un cepillo que ira girando suavemente dependiendo de la intensidad que escoja el niño, por último se apretaran los ojos del muñeco los cuales darán la vibración de este con uno se apaga con el otro se prende, terminando con esto se presentaran los demás los cuales será de fortalecer el músculos con ejercicios los cuales dependerá del niño cuanto lo soporte.

### 3.2.5. 5 WH (conclusiones)

**Figura 34.**

*Grafica conclusiones*



*Nota:* Las diferentes conclusiones se basan en las 5 WH las cuales se toman en cuenta.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Al principio se realiza la misma grafica con información básica en este módulo, ya se tiene información otorgada por la fisioterapeuta, estudio de forma y comunicación, para el modelo final.

### 3.3 Modelo final

#### 3.3.1. Render

**Figura 35**

*Render propuesta*

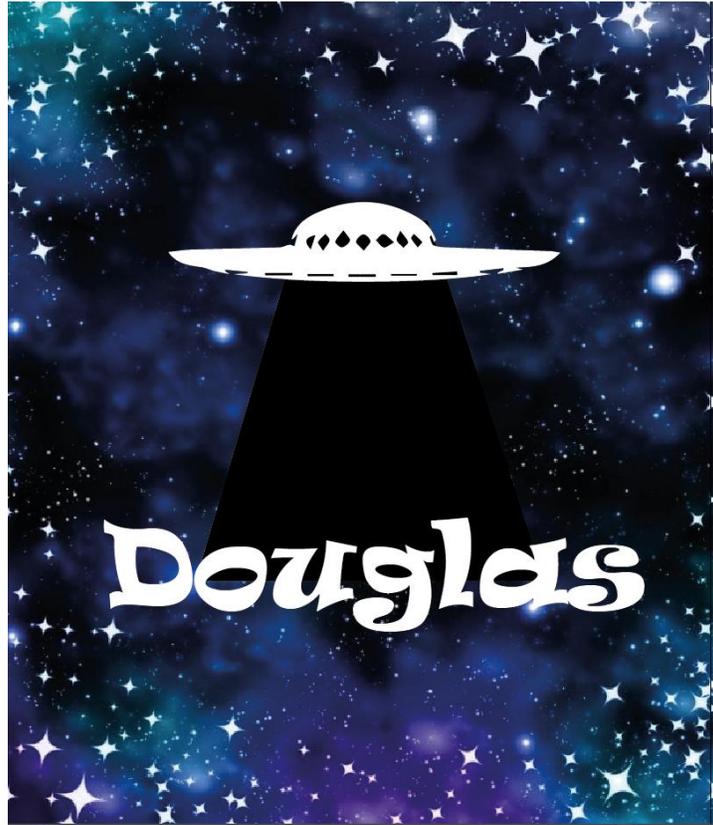


Nota: Los diferentes render tienen la propuesta base, en las cuales nos e puede distinguir las tecnologías hapticas. Fuente: Elaboración propia (2022).

### 3.3.2. Manual de instrucciones (fisioterapeuta)

**Figura 36.**

*Anexo 1*



Fuente: Elaboración propia (2022)

### 3.3.3. Prototipo de baja fidelidad

La construcción de los extraterrestres, se realizó en espuma de poliuretano, recubierto de estuco, los cuales se realizaron por separado las diferentes partes para la presentación final mostrar su funcionamiento.

**Figura 37.**

*Proceso de elaboración prototipo.*



Nota: la representación de los extraterrestres en escala  $\frac{1}{2}$  y escala final 1/1. Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se muestran los modelos finales.

## Figura 38.

*Prototipo de baja fidelidad.*



Fuente: Elaboración propia (2022)

El primer modelo se realizó en a escala para mirar falencias en su estructura, interviniendo con cada modelo se tuvo en cuenta funcionalidad para realizarlo completo o por separado, el primer modelo se realizó separado para mostrar las incrustaciones de cada uno, por otro lado el segundo se realiza completo, ya que solo se tendrá que movilizar las manos, el tercero tendrá como consideración ejecutar las tecnologías hapticas las cuales estarán incrustadas en su interior por otro lado el cuarto se empleara el movimiento con resortes para el ejercicio de flexión y extensión y para finalizar el quinto utilizara sus dientes los cuales el niño tendrá que buscar la forma de sacarlos a través de abducción

### **3.3.4. Tecnología háptica**

Los diferentes sensores encontrados serán utilizados para la distribución y el funcionamiento de Dino (extraterrestre), los modelos están en comprobaciones para dicho

funcionamiento, por esta razón se muestran los tres dispositivos esenciales para la presentación.

### **Figura 39**

*Forma del dispositivo de vibración.*



*Nota:* La imagen la primera imagen es el sensor de vibración, la cual se muestra con su batería y un swich para prenderlo. Fuente: Elaboración propia (2022).

### **Figura 40**

*Formas funcionales del dispositivo*



*Nota:* Los objetos electrónicos estarán insertados en el interior del extraterrestre para generar la función de giro, golpeteo e inclinación del movimiento. Fuente: Mercado libre (s.f)

El extraterrestre Dino tendrá en su interior los solenoides y tres diferentes sensores inclinación, vibración y rotación, los cuales darán el movimiento de las diferentes funciones hápticas sobre el niño, cada una tendrá su función base solenoides e inclinación estarán juntas para dar el movimiento subir y bajar para el sentido de golpeteo, por otro lado sensor de vibración estará anclado al modelo y al ojo donde se utilizara para activarlo, para finalizar el sensor de rotación con inclinación estará en el interior de la mano el cual con diferentes inclinaciones dará vueltas así mostrara la terapia del inicio y final para darle la estimulación correcta al niño.

#### **4. Conclusiones**

Los niños con hipotonía tienden a mantener su tono muscular, ya que no se les puede mejorar, los ejercicios representados pueden ser difíciles dependiendo su estado, por esta razón la fisioterapeuta debe estar asesorando al niño y dependiendo de su historia clínica saber que tantas repeticiones y series se deben realizar, por lo general se muestran que son mínimo 2 series de 10 repeticiones, aunque algunos niños no llegan a esta meta.

La realización del proyecto deja mucho que ver respecto al proceso que tuvo y por supuesto al gran apoyo de las fisioterapeutas y niños que ayudaron con él, los niños presentados se dispersan mucho a la hora de realizar la actividad, la fisioterapeuta con el manual (cuento) dará la motivación para que el paciente se concentre y realice bien los ejercicios para evitar desgarres o dolor.

Respecto al desarrollo de los diferentes elementos, se tiene como base la forma orgánica para mostrar visualmente atractivo a los muñecos y que se representen como extraterrestres, el color se tuvo diferentes gamas, pero se optó por elegir colores que se vean ligeros o pesados dependiendo del modelo y por último respecto a la realización del modelo se tiene en cuenta un material que se pueda deformar y así diera la forma deseada.

Para finalizar el producto se puede mejorar bastante respecto al prototipo de baja fidelidad, ya que se tienen diferentes falencias de sus mecanismos, comprobaciones y el costo es bastante alto respecto a su producción y al destino al que va dirigido.

## **5. Recomendación**

- Los extraterrestres tendrán que tener comprobaciones con niños con SD para ver su comportamiento frente a ellos.
- La propuesta del juego interactivo podrá involucrar a más niños para ayudar con la socialización.
- La interacción entre niño y fisioterapeuta ayudara bastante respecto a su comunicación y visualización de dichos extraterrestres.
- Los niños sin SD podrán utilizar el dispositivo teniendo en cuenta y variando el número de series y repeticiones correspondientes.

## **6. Referencias**

Peña Melo, L. (2016) estudio factibilidad para la creación de fundación enfocada en niños con síndrome de Down desde los 0 hasta los 7 años. (pp. 73-78). Recuperado 5 noviembre 2020.

Haydon, J. (1866), Observations on an ethnic classification of idiots by J. Langdo H.

Down, M.D., London. Neonatology on the web. 3:259-262.

<http://www.neonatology.org/classics/down.html>

Palacios, D. (2008), Resolución 338 de 2008. Sistema único de información normativa.6.

[http://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033835#:~:text=RESOLUCION%203388%20DE%202008&text=\(septiembre%2008\)-](http://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033835#:~:text=RESOLUCION%203388%20DE%202008&text=(septiembre%2008)-)

[ext=RESOLUCION%203388%20DE%202008&text=\(septiembre%2008\)-](http://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033835#:~:text=RESOLUCION%203388%20DE%202008&text=(septiembre%2008)-)

[Por%20la%20cual%20se%20expide%20el%20reglamento%20t%C3%A9cnico%20sobre%20los,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones.](http://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033835#:~:text=RESOLUCION%203388%20DE%202008&text=(septiembre%2008)-)

Anónimo. (28 de febrero del 2017). Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

Recuperado el 15 de abril del 2021 de

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a->

[RESOLUCION-472-DE-2017.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-)

Santos, J., Cárdenas, M., Gaviria, A., y Pardo, R. (2013), Ley 1618 de 2013. Sistema único de información normativa. 1.

<http://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1685302>

Anónimo. (s.f.). Artículo 67. Constitución política de Colombia. Recuperado el 15 de abril

del 2021 de <https://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-2/articulo-67>

Uribe, J., González, I., Cárdenas, D., Burgos, G., Siza, O., y Nieto, C. (2019). Normograma

de discapacidad para la república de Colombia. Minsalud. Recuperado el 15 de abril del 2021 de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Normograma-discapacidad.pdf>

Lopez, M. (s.f.). Síndrome de Down (trisomía 21). Recuperado el 17 de febrero del 2021 de <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/6-down.pdf>

Sainz, M., Sánchez, J., Ayala, O., Caballos, V., Merino, A., Cano, S., Berry, B., Garrido, P., Merchán, L., Díaz, M., Matía, A., y Casado, D. (2011). Salud y calidad de vida desde la discapacidad intelectual síndrome de Down. Recuperado el 17 de marzo del 2021 de [https://www.sindromedown.net/wpcontent/uploads/2014/09/88L\\_estudio.pdf](https://www.sindromedown.net/wpcontent/uploads/2014/09/88L_estudio.pdf)

Florez, J., y Ruiz, E. (2004), El síndrome de Down: aspectos biomédicos, psicológicos y educativos. Fundación iberoamericana down21 canal down21. org.

<https://www.down21.org/revista-virtual/780-revista-virtual-2004/revista-virtual-marzo-2004/articulo-profesional-marzo-2004/2125-el-sindrome-de-down-aspectos-biomedicos-psicologicos-y-educativos.html>

Buckley, S., OBE., BA., CPsychol., y AFBPsS. (2008), El desarrollo de los bebe con síndrome de Down. Fundación iberoamericana down21 canal down21. org.<https://www.down21.org/revista-virtual/400-revista-virtual-2008/revista-virtual-noviembre-2008/articulo-profesional-noviembre-2008/1595-el-desarrollo-de-los-bebes-con-sindrome-de-down.html>

González Alonso, L. (2019). Nuevas tecnologías en la rehabilitación neurológica pediátrica. (pp. 1-34). recuperado 17 octubre 2020 de [https://gedos.usal.es/bitstream/handle/10366/139745/TFG\\_GonzalezAlonso\\_NuevasTecnologiasRehabilitacionNeurologicaPediatica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://gedos.usal.es/bitstream/handle/10366/139745/TFG_GonzalezAlonso_NuevasTecnologiasRehabilitacionNeurologicaPediatica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Michael Baile, V. K. (2007). Robotic Solutions in pediatric rehabilitation en USA -Miami University. Recuperado el 21 de octubre de 2020 de <https://core.ac.uk/reader/322386484>.

Pérez, V y Chaves, M. (julio-diciembre de 2016). Interfaces Hápticas: sistemas cenestésicos vs. Sistemas táctiles. Revista EIA, ISSN 1794-1237, 13-69. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n26/n26a02.pdf>

Cruz, J. Garnica, A. (2001), Principios de Ergonomía, Editora Géminis Ltda. (pags. 2 –7). [http://www.gruposanfernando.co/uploads/1/8/3/9/18393741/ergonom%C3%ADa\\_aplicada..pdf](http://www.gruposanfernando.co/uploads/1/8/3/9/18393741/ergonom%C3%ADa_aplicada..pdf)

Anónimo. (2010). Generalidades de ergonomía. tesis uson mx. Recuperado 5 de septiembre de 2020 de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21918/Capitulo2.pdf>

Alarcón, B. (s.f). Higiene postural y otras recomendaciones del fisioterapeuta para los técnicos de educación infantil. Recuperado 6 de septiembre de 2021 de <http://www.centrodocumentaciondown.com/uploads/documentos/d332d2fc5d3031ee4c4788950ea530e511d5be6a.pdf>

Patricia D., Jesús F., (s.f). La primera estimulación. Fundación iberoamericana down2,156. <https://www.down21.org/psicologia/1161-la-primera-estimulacion.html?showall=1>

Kimberly Elam (2011). La geometría del diseño. Recuperado 2 de abril del 2022 de <https://classroom.google.com/c/MTM4MzA5MTYwNDQ1>.

Sandra cuervo (2012). El poder del color. Recuperado el 20 de abril del 2022 de

[https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1904/71554167V\\_GADE\\_septiembre12.pdf](https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1904/71554167V_GADE_septiembre12.pdf).

Bruno munari (2016). Diseño y comunicación visual. Recuperado el 25 de mayo de 2022 de

[https://editorialgg.com/media/catalog/product/9/7/9788425228667\\_inside.pdf](https://editorialgg.com/media/catalog/product/9/7/9788425228667_inside.pdf).

## **7. Terminología básica**

La terminología básica se define para la comprensión del proyecto.

1. SD: síndrome de Down
2. Síndrome: Síntomas presentes en el paciente con un cuadro patológico que se determina al nacer.
3. Down: Apellido del médico británico, el cual descubrió el síndrome de Down.
4. Hipotonía: Científicamente es un grado de contracción que tienen los músculos cuando están en reposo.
5. Háptica: Se designa por la sensación del tacto, donde interactúa la piel para obtener un estímulo sensorial.
6. Antropometría: Es el estudio de medidas y dimensiones de diferentes partes del cuerpo de un grupo específico.
7. Cenestésico: Percepción de la posición y movimiento de una parte del cuerpo.
8. Pistón: Pieza de un cilindro de motor el cual se mueve en diferentes posiciones para impulsar un fluido recibiendo el impulso de él, se entiende para la explicación de diferente

9. Render: Mecanismo por el cual se tiene en cuenta un programa visual 3D para la explicación de algún dispositivo.
10. Ergonomía: Descripción de las condiciones de adaptabilidad sobre un contexto específico
11. Interfaz: Dispositivo capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro.
12. Fonoaudiología: Disciplina profesional donde se tiene diferentes terapias relacionadas con el sentido auditivo.
13. Método Rood: Terapia para la estimulación de los músculos donde se utiliza un cepillo, masajes, vibraciones y presiones en el cuerpo.
14. Cromosoma: Orgánulo en forma de filamento que se halla en el interior del núcleo de una célula eucariota que contiene material genético.
15. Laxitud: Falta de fuerza o de tensión muscular.
16. Items: Partes que forman distintas divisiones de un escrito.
17. Capacidad motora: Desglosando cada palabra una capacidad es las actitudes que tiene cada individuo para realizar una tarea específica, por otro lado incorporando esto se entiende como motora la habilidad de realizar movimientos con sus brazos, muñecas y dedos.
18. Edad Cronológica: Se entiende con los años exactos que tiene el paciente.
19. Edad Motora: La edad motora depende de la motricidad que tiene el paciente a la hora de llegar a la terapia, que por lo general se toma en cuenta para realizar la rehabilitación.

20. Hiperlaxitud: el antónimo de laxitud es el aumento de las articulaciones cuando su rango de movimiento es mayor del habitual.

## **8. Anexos**