

Universidad Del Valle De Guatemala

Design, Innovation & Arts School



Set de juguetes terapéuticos adaptados para niños de 1 a 5 años con problemas neurológicos, enfocados en la motricidad fina, realizado en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Melanie Denisse Tún Mendoza para optar al grado académico de Licenciada en Diseño de Producto e Innovación

Guatemala, 2025



Universidad Del Valle De Guatemala

Design, Innovation & Arts School



Set de juguetes terapéuticos adaptados para niños de 1 a 5 años con problemas neurológicos, enfocados en la motricidad fina, realizado en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II de Guatemala

## PROTOCOLO

Trabajo de graduación presentado por Melanie Denisse Tún Mendoza para optar al grado académico de Licenciada en Diseño de Producto e Innovación

Guatemala, 2025

TÚN MENDOZA, MELANIE DENISSE

Vo.Bo. Asesor



Lic. Nidia Liliana Castillo Valdizón

Tribunal examinador



Lic. Nidia Liliana Castillo Valdizón



Lic. Alberto Osegueda Rivera



Arq. Eduardo Francisco Escobar Monzón

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 12 de diciembre del 2025

## **Prefacio**

La elaboración de este trabajo se presenta como parte de los requisitos para obtener el grado académico de Licenciada en Diseño de Producto e Innovación en la Universidad del Valle de Guatemala. El documento reúne los resultados obtenidos durante el proceso de investigación, diseño y desarrollo de un set de juguetes terapéuticos inclusivos, orientado a favorecer el desarrollo motor infantil en contextos hospitalarios o de terapia ocupacional.

Agradezco a Dios, por brindarme la fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa tan importante de mi vida. Por acompañarme en cada paso, darme la oportunidad de aprender, crecer y superar los desafíos con esperanza, y por abrir caminos que fortalecieron mi propósito. Su presencia ha sido el pilar más importante en este proceso y en cada decisión que he tomado.

A mi familia, por su apoyo incondicional, por acompañarme con cariño y brindarme palabras de aliento en los momentos más desafiantes, y por fortalecer mi fe a lo largo de este reto.

A mi asesora, la licenciada Nidia Castillo, por su valiosa guía, compromiso y acompañamiento a lo largo del desarrollo del proyecto. Su experiencia profesional y sus aportes fueron fundamentales para enriquecer la comprensión del trabajo terapéutico infantil y orientar el diseño hacia soluciones significativas.

A la empresa Cubocú, dedicada al diseño y fabricación de juguetes y materiales Montessori, por abrirme las puertas de su espacio de trabajo y compartir sus conocimientos y experiencia en procesos de manufactura. Su apoyo fue clave para complementar la parte práctica del proyecto y fortalecer su desarrollo técnico y funcional.

La Universidad del Valle de Guatemala y al Department of Design, Innovation & Arts (DI&A), por fomentar un entorno que impulsa la creatividad, la empatía y la innovación, permitiéndome crecer tanto en el ámbito profesional como personal.

## ÍNDICE

Prefacio .....	v
Lista de figuras.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Descripción general .....	2
III. Definición del problema .....	3
IV. Justificación .....	4
V. Objetivos.....	5
a. General.....	5
b. Específicos .....	5
VI. Marco teórico .....	6
a. Desarrollo motor en la primera infancia .....	6
b. Etapas del desarrollo motor .....	6
c. Categorías del desarrollo motor .....	7
d. Tipos de movimientos para el desarrollo de la motricidad fina.....	8
e. Trastornos neurológicos que impactan en el desarrollo motor infantil.....	10
o Parálisis cerebral. ....	10
o Trastorno del espectro autista (TEA) .....	11
o Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) .....	12
o Trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC) .....	12
f. Terapia ocupacional y fisioterapia pediátrica .....	13
g. Diseño inclusivo, diseño universal y diseño adaptado aplicado a juguetes terapéuticos...	14
h. Ergonomía y antropometría infantil.....	16
VII. Metodología .....	19

Fase 1: Investigación y diagnóstico .....	19
Fase 2: Diseño y prototipado.....	19
Fase 3: Fabricación y ajuste .....	19
Fase 4: Prueba piloto y evaluación terapéutica .....	20
VIII. Plan De Trabajo .....	21
IX. Resultados .....	22
a. Resultados obtenidos de la fase 1 .....	22
b. Resultados obtenidos de la fase 2 .....	22
c. Resultados obtenidos de la fase 3 .....	23
d. Resultados obtenidos de la fase 4 .....	24
Ajustes y optimización del modelo 3D antes de la fabricación.....	25
Fabricación de prototipo.....	26
Costos finales.....	28
Alcances de la Fase Final .....	30
X. Conclusiones.....	31
XI. Recomendaciones .....	32
XII. Referencias Bibliográficas .....	33
XIII. Anexos .....	34
Anexo 1. Esquema de Desarrollo del Perfil del Usuario.....	34
Anexo 2. Análisis de Knowledge Benchmark .....	34
Anexo 3. Proceso de Bocetaje y Exploración Visual.....	35
Anexo 4. Validación de Prototipo de Baja Fidelidad en el hospital Juan Pablo II. ....	37
Anexo 5. Juego de planos.....	38
Anexo 6. Fabricación de prototipo.....	42
Anexo 7. Validación de prototipo final.....	48

## Lista de figuras

Figura 1. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo femenino 2 y 3 años .....	16
Figura 2. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo masculino 2 y 3 años .....	17
Figura 3. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo femenino 4 y 5 años .....	17
Figura 4. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo masculino 4 y 5 años .....	18
Figura 5. Representación inicial de la primera propuesta de diseño (“caja interactiva”) elaborada mediante inteligencia artificial como apoyo visual .....	22
Figura 6. Concepto visual de la propuesta final “Andador 3 en 1 con integración de caja interactiva”, generada mediante inteligencia artificial a partir de la descripción del diseño.....	23
Figura 7. Representación del modelo 3D preliminar (propuesta 1) mostrando las vistas ortogonales (frontal y laterales) y la vista isométrica .....	23
Figura 8. Prototipo físico de baja fidelidad (cartón) con modificaciones aplicadas tras la fase de prueba y evaluación .....	24
Figura 9. Representación del modelo 3D (propuesta 2) mostrando las vistas ortogonales (frontal, trasera y laterales) y vistas isométricas .....	25
Figura 10. Representación del modelo 3D (propuesta final) mostrando las vistas ortogonales (frontal, trasera y laterales) y vistas isométricas .....	26
Figura 11. Registro del proceso de corte CNC para el prototipo de alta fidelidad .....	26
Figura 12. Uso del torno para lijado de bolillo correspondiente al andador.....	27
Figura 13. Montaje de la bisagra en el sistema de puertas.....	27
Figura 14. Evaluación de la distancia adecuada entre el sistema de freno y la caja.....	28
Figura 15. Cuadro de costos finales .....	29

## **I. Introducción**

El desarrollo motor infantil constituye una de las bases más importantes del crecimiento integral de los niños, ya que influye directamente en su autonomía, aprendizaje y bienestar. En la primera infancia, las experiencias sensoriales y motoras son esenciales para adquirir habilidades que permiten interactuar con el entorno y realizar actividades cotidianas. Sin embargo, cuando existen trastornos neurológicos, estas capacidades pueden verse limitadas, afectando no solo el desarrollo físico, sino también el emocional y social del niño.

Ante esta realidad, el presente trabajo propone una intervención desde el diseño de producto para apoyar el fortalecimiento de la motricidad fina en niños en edad preescolar con trastornos neurológicos. A través del diseño y fabricación de un set de juguetes terapéuticos adaptados, el proyecto busca contribuir al proceso de rehabilitación infantil en entornos hospitalarios y terapéuticos, promoviendo la inclusión, la accesibilidad y la estimulación lúdica como herramientas clave en la mejora de la calidad de vida.

El proyecto integra conocimientos de diseño, ergonomía y antropometría infantil, con el acompañamiento de una fisioterapeuta especializada que aporta una visión clínica al proceso de investigación y validación.

## **II. Descripción general**

El presente trabajo de protocolo tiene como objetivo diseñar y fabricar un set de juguetes terapéuticos adaptados para niños de 1 a 5 años con trastornos neurológicos, enfocados en el fortalecimiento de la motricidad fina. Este proyecto plantea una propuesta que integra diseño, salud y accesibilidad, mediante la creación de herramientas adaptadas, seguras y estimulantes. A través de esta intervención, se espera no solo mejorar la calidad de las terapias físicas en hospitales infantiles, sino también destacar el potencial del diseño como una herramienta efectiva para contribuir al bienestar y desarrollo de la comunidad.

La metodología de este proyecto se divide en cuatro fases. En la primera fase se realizará una investigación con el apoyo de una fisioterapeuta especializada, con el objetivo de identificar las principales necesidades que tienen los niños en el desarrollo de su motricidad fina. Esta etapa también incluirá la revisión de información y estudios relacionados con diseño inclusivo, el tamaño del cuerpo infantil (antropometría) y las terapias ocupacionales que se usan en estos casos.

En la segunda fase se trabajará en el diseño del set de juguetes. Se harán bocetos, modelos en 3D, planos y prototipos que permitan visualizar cómo serán los juguetes, tomando en cuenta aspectos como la seguridad, la comodidad para el niño y su utilidad dentro de la terapia.

La tercera fase estará enfocada en cómo fabricar los juguetes. Se elegirán técnicas sencillas y materiales seguros, buscando que los juguetes puedan usarse fácilmente en hospitales o centros de salud por parte del personal terapéutico.

Finalmente, en la cuarta fase se harán pruebas piloto con niños en sesiones de terapia reales, bajo la supervisión de la fisioterapeuta colaboradora. Esto servirá para observar cómo reaccionan los niños ante los juguetes, evaluar su efectividad en el desarrollo de la motricidad fina y hacer los ajustes necesarios antes de proponer su uso final. Se espera que los resultados de este trabajo ofrezcan una solución terapéutica funcional, accesible y replicable, que responda a las necesidades reales del entorno guatemalteco y contribuya al fortalecimiento de la rehabilitación infantil desde un enfoque inclusivo.

### **III. Definición del problema**

Los niños con trastornos neurológicos requieren intervenciones terapéuticas especializadas para fortalecer su desarrollo motor, especialmente en la etapa de la primera infancia, donde la estimulación adecuada resulta fundamental para el desarrollo de habilidades necesarias en hábitos diarios como vestirse, abrochar botones, escribir, entre otras actividades. Sin estas habilidades, el niño ve reducida su capacidad para desenvolverse en su entorno, lo que afecta su autoestima, aprendizaje escolar e independencia (Clínica Universitaria La Salle). Además, fortalecer las habilidades motoras finas desde una etapa temprana contribuye a la prevención de futuras complicaciones, ya que puede evitar un mayor deterioro en la adultez, especialmente en personas con condiciones neurológicas degenerativas.

Sin embargo, en Guatemala, el acceso a juguetes o herramientas diseñadas específicamente para apoyar la motricidad fina en estos casos es limitado en la mayoría de hospitales y centros de salud. Los recursos utilizados en las terapias no están adaptados a las necesidades reales de esta población ni a las condiciones del entorno, lo que reduce la efectividad de los tratamientos y limita las oportunidades de progreso para los pacientes. Esta situación refleja una brecha importante entre las necesidades terapéuticas infantiles y las soluciones disponibles, evidenciando la urgencia de desarrollar propuestas funcionales, accesibles y contextualizadas que respondan a los desafíos actuales del sistema de rehabilitación infantil en el país.

## **IV. Justificación**

Este proyecto surge ante la falta de materiales terapéuticos adaptados en hospitales infantiles de Guatemala, lo cual limita el desarrollo de la motricidad fina en niños con trastornos neurológicos. La mayoría de juguetes disponibles no responden a criterios de diseño inclusivo ni están adaptados a contextos con recursos limitados.

El diseño de un set de juguetes terapéuticos busca mejorar las intervenciones fisioterapéuticas mediante herramientas accesibles, seguras y estimulantes. La propuesta se fundamenta en bibliografía especializada sobre ergonomía, antropometría infantil y terapia ocupacional y se desarrolla en colaboración con una fisioterapeuta de un hospital semiprivado, garantizando un enfoque contextualizado y profesional. Además, el proyecto contempla una fase de validación con usuarios reales, lo que permitirá comprobar su funcionalidad y efectividad, aportando así una solución concreta e inclusiva al ámbito de la rehabilitación infantil.

## **v. Objetivos**

### **A. General**

Desarrollar un set de juguetes terapéuticos adaptados para niños de 1 a 5 años con problemas neurológicos, con el fin de fortalecer su motricidad fina en hospitales y centros de salud en Guatemala, donde actualmente se carece de materiales adecuados para las terapias.

### **B. Específicos**

1. Identificar las principales necesidades terapéuticas relacionadas con la motricidad fina en niños de 1 a 5 años con trastornos neurológicos, a partir de entrevistas y observación directa en un hospital infantil semiprivado, complementado con la revisión de estudios clínicos y fuentes bibliográficas pertinentes.
2. Diseñar un set de juguetes terapéuticos adaptados para niños de 1 a 5 años con trastornos neurológicos, fundamentado en principios de diseño inclusivo, ergonomía, antropometría infantil y enfoques terapéuticos, considerando su uso en contextos hospitalarios con recursos limitados.
3. Validar la funcionalidad y efectividad del set terapéutico mediante pruebas piloto en sesiones de terapia con niños, bajo la supervisión de la fisioterapeuta colaboradora, evaluando su impacto en el desarrollo de la motricidad fina.

## **VI. Marco Teórico**

### **A. Desarrollo motor en la primera infancia**

El desarrollo motor, también denominado desarrollo psicomotriz, constituye un proceso dinámico y fundamental en la infancia. Durante esta etapa, los niños adquieren habilidades motoras que favorecen su progreso en distintas áreas del desarrollo: lingüística, socioemocional, temperamental, física y coordinativa.

Estas habilidades se adquieren de manera gradual, en función del fortalecimiento progresivo del sistema nervioso, el cual está influenciado por factores como la interacción con personas, objetos y el entorno. A medida que los niños desarrollan estas destrezas, incrementan su autonomía, lo que les permite explorar activamente los colores, sonidos, aromas, texturas y realizar actividades cotidianas de forma independiente.

En otras palabras, el desarrollo motor no solo se limita al movimiento corporal, sino que incluye actividades como mantener la postura, desplazarse, manipular objetos, explorar el entorno, interactuar con otros y utilizar herramientas. Por ello, se entiende que gran parte del comportamiento infantil está vinculado a la acción motriz, lo cual convierte al desarrollo motor en un reflejo del desarrollo conductual.

### **B. Etapas del desarrollo motor**

El desarrollo motor inicia en el vientre con los movimientos fetales y continúa tras el nacimiento con reflejos neonatales, respuestas automáticas originadas en el tronco encefálico. Entre los 4 y 6 meses, estos reflejos se integran y dan lugar a acciones voluntarias como levantar la cabeza y explorar con manos y boca. A partir del séptimo mes, el fortalecimiento de la musculatura de los hombros permite el inicio de acciones como el agarre, lo cual sienta las bases para el desarrollo de la motricidad fina. Durante la primera infancia, los niños inician la marcha y mejoran progresivamente su coordinación ojo-mano. En la segunda infancia, a partir de los dos años, se vuelven más activos físicamente, realizando acciones como correr, saltar o subir escaleras, al mismo tiempo que perfeccionan habilidades motrices finas como dibujar o manipular objetos

pequeños. Finalmente, en la etapa preescolar, desde los tres años, la coordinación, el equilibrio y la agilidad adquieren mayor relevancia. Estas capacidades les permiten participar en actividades físicas más complejas y en experiencias sociales que favorecen su desarrollo integral.

### C. Categorías del desarrollo motor

Conocer las categorías del desarrollo motor permite a padres y especialistas identificar posibles dificultades desde etapas tempranas, lo que facilita una intervención oportuna y el acceso a terapias adaptadas a las necesidades específicas de cada niño. A partir de esto, la motricidad se clasifica en dos categorías: gruesa y fina, dependiendo del tamaño de los grupos musculares involucrados en cada tipo de movimiento.

- Motricidad gruesa: hace referencia a las habilidades motoras que implican el uso de grandes grupos musculares. Se desarrolla antes que la motricidad fina y es esencial para que los niños adquieran capacidades como la movilidad, el equilibrio, la agilidad, la fuerza y la velocidad. Estas habilidades les permiten explorar su entorno con mayor libertad y participar activamente en diversas actividades físicas. Entre los movimientos asociados a la motricidad gruesa se encuentran caminar, correr, saltar, nadar, entre otros.
- Motricidad fina: hace referencia a las habilidades que involucran grupos musculares pequeños, principalmente ubicados en las manos, muñecas y dedos, y que requieren precisión y coordinación. Estas capacidades permiten realizar acciones como agarrar objetos, escribir o manipular herramientas. La motricidad fina se desarrolla de forma continua a lo largo de la vida, ya que abarca un amplio campo de aprendizaje, como por ejemplo, tocar un instrumento musical. Cabe destacar que mantiene una estrecha relación con el desarrollo cognitivo, ya que las destrezas manuales favorecen la expresión del pensamiento y la resolución de problemas.

Sin embargo, cuando un niño presenta alguna lesión o condición neurológica, puede enfrentar dificultades en el desarrollo o mantenimiento de estas habilidades, lo que puede traducirse en limitaciones para realizar actividades cotidianas como abotonarse la ropa, utilizar cubiertos o escribir. Además, dado el creciente uso de la tecnología en la vida diaria,

incluso manipular dispositivos electrónicos como teclados y pantallas táctiles puede representar un desafío.

#### D. Tipos de movimientos para el desarrollo de la motricidad fina

**Cuadro 1. Habilidades motoras finas y su aplicación en tareas cotidianas**

<b>Habilidad motora fina</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación práctica</b>
Manipulación manual	Capacidad para sostener y mover objetos con la palma y los dedos de una mano.	Uso de bloques de construcción, usar frascos, tapas de rosca o estuches con una mano, clasificar objetos por color o forma
Fuerza y control de los dedos	Capacidad de ajustar la fuerza al sujetar un objeto, manteniéndolo estable sin dañarlo.	Manipular pelotas de goma o esponja aplicando distintas presiones, jugar con plastilina y amasar con diferentes grados de fuerza.
Movimiento independiente de los dedos	Habilidad para mover un solo dedo sin perder el control de los demás.	Presionar teclas de piano individualmente con dedos diferentes, separar y juntar dedos repetidamente con control.
Agarre en pinza	Forma de sujetar objetos pequeños entre el pulgar y el índice para mayor precisión.	Roscado, pellizcar con plastilina, control de lápices, insertar monedas, uso de ganchos para ropa, abotonar y desabotonar.
Oposición del pulgar	Capacidad de mover el pulgar para tocar cada uno de los otros dedos.	Sostener objetos de distintos tamaños, formar bolitas o figuras usando la oposición del pulgar para modelar, ejercicios de tocar la punta del pulgar con el índice, medio, anular y meñique uno a la vez.

Coordinación bilateral	Uso simultáneo y coordinado de ambas manos para una misma actividad.	Atarse los zapatos, destapar frascos, tirar de cuerdas, cortar con tijeras.
Cruce de la línea media	Habilidad de mover una mano hacia el lado opuesto del cuerpo, cruzando el centro.	Enhebrar cuentas, realizar dibujos amplios, juegos de balanceo y estiramiento como tocar con la mano derecha el pie izquierdo y viceversa.
Coordinación ojo-mano	Uso conjunto de la vista y los movimientos de la mano para realizar tareas precisas.	Actividades de escritura, armado de objetos, recorte.
Estabilidad postural	Capacidad del tronco y parte superior del cuerpo para mantener la postura mientras se usan las manos.	Construcción con bloques, lanzar objetos desde una posición sentada o en cuatro puntos (tiro de aros o pelotas), realizar trazos de pie
Control del lápiz	Habilidad para aplicar la presión y el movimiento adecuados al utilizar un lápiz.	Seguir líneas rectas, curvas o figuras punteadas con lápiz, escritura sobre superficies rugosas o con resistencia, usar pinceles pequeños para colorear detalles,
Percepción visual	Capacidad de interpretar visualmente el espacio y coordinarlo con el movimiento manual.	Enhebrado, colorear figuras respetando los límites, seguir instrucciones para construir algo (legos).
Integración sensorial	Procesamiento de estímulos táctiles como textura, temperatura o presión para ajustar movimientos.	Manipulación de materiales con diferentes texturas como arena, arroz, plastilina, telas rugosas o suaves; tocar agua tibia, fría o hielo para reconocer temperatura; caminar sobre arena, césped, piedras lisas o alfombras.

## E. Trastornos neurológicos que impactan en el desarrollo motor infantil

El desarrollo infantil puede verse afectado por múltiples factores de riesgo que, al acumularse, aumentan la probabilidad de que el niño experimente retrasos o déficits en diversas áreas. Entre los más comunes se encuentran el bajo peso al nacer, trastornos cardiovasculares, respiratorios, neurológicos, alteraciones sensoriales (visuales o auditivas), infecciones neonatales, desnutrición, condiciones socioeconómicas desfavorables, escasa estimulación, nacimiento prematuro y retraso cognitivo. Además, la persistencia anormal de reflejos primitivos más allá del periodo esperado se ha asociado con un menor desarrollo de habilidades motoras, dificultades de aprendizaje y la presencia de síntomas vinculados al trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) (Bilbilaj, Gjipali & Shkurti, 2017; Konicarova, Bob & Raboch, 2013; Pecuch et al., 2021).

- Parálisis cerebral

Conjunto de trastornos neurológicos más frecuentes en la edad pediátrica, que afectan el control del movimiento, la postura y la coordinación como resultado de una lesión en el cerebro en desarrollo. Esta condición puede generar limitaciones significativas en la función motora, por lo que la intervención temprana se vuelve esencial para favorecer el desarrollo de habilidades, dependiendo del área cerebral comprometida.

La parálisis cerebral se presenta en diferentes tipos.

- Parálisis cerebral espástica: los niños presentan rigidez muscular y movimientos bruscos, por lo que las terapias se enfocan en fortalecer músculos específicos de la muñeca, antebrazo y pulgar mediante actividades como golpear bloques o usar martillos de juguete.
- Parálisis cerebral atetoide: este tipo de parálisis cerebral se distingue por cambios irregulares en el tono muscular, lo que genera movimientos involuntarios en las extremidades superiores, especialmente en brazos y manos. Estas alteraciones dificultan la ejecución de tareas de motricidad fina. El abordaje terapéutico suele incluir ejercicios para fortalecer los músculos faciales y de la lengua, así como prácticas de agarre, estiramientos con peso y actividades que estimulan la escritura.
- Parálisis cerebral atáxica: es común observar temblores, bajo tono muscular y movimientos descoordinados, lo que afecta el equilibrio y dificulta actividades como caminar o escribir

con precisión. Para mejorar estas habilidades, se recomiendan juegos de lanzar y atrapar, que estimulan la coordinación de forma divertida.

- Parálisis cerebral hipotónica: se caracteriza por un tono muscular bajo, lo que genera debilidad y flacidez en las extremidades. Esto puede dificultar la realización de tareas que requieren firmeza y fuerza. Además, los niños pueden presentar desafíos para mantener la postura o realizar movimientos como sentarse, gatear o caminar. El uso de dispositivos ortopédicos puede brindar mayor estabilidad y mejorar la postura. Ahora, a través de la fisioterapia y la terapia ocupacional, los niños pueden fortalecer sus habilidades motoras finas en actividades cotidianas como vestirse, alimentarse o escribir. Juegos como moldear plastilina o masilla también contribuyen a este fortalecimiento muscular.

- Trastorno del espectro autista (TEA)

Es una condición del neurodesarrollo que afecta la interacción social, la conducta y el control motor. Aunque su causa aún se desconoce, sus manifestaciones impactan significativamente en el desarrollo físico, emocional y social del niño (Amaya et al., 2021). Diversos estudios indican que los niños con TEA enfrentan dificultades en habilidades como el equilibrio, la coordinación y la motricidad fina, lo que limita su desempeño en actividades cotidianas y complejas, afectando su autonomía e integración en entornos escolares, familiares y sociales.

En este contexto, fortalecer las áreas motrices resulta fundamental para su desarrollo global. Una de las principales áreas de mejora es la conciencia corporal, ya que muchos niños con TEA presentan dificultades para reconocerse a sí mismos y a su propio cuerpo, lo que influye en su percepción del entorno y su forma de relacionarse. Al mejorar esta conciencia, los niños pueden procesar mejor la información sensorial y responder de manera más adecuada a su ambiente.

Además, El movimiento corporal es clave para la comunicación y la conexión mente-cuerpo, ya que mejora la autoestima y el pensamiento. Por ello, la fisioterapia utiliza ejercicios como saltar, lanzar o aplaudir, que no solo fortalecen la motricidad, sino que

también ayudan a reducir el estrés, promover la calma y canalizar la energía de forma positiva.

- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)

El TDAH es una forma de neurodivergencia que se caracteriza por dificultades para mantener la concentración, permanecer quieto durante largos periodos, y controlar los impulsos, además de presentar síntomas de hiperactividad. Esta condición también puede afectar el funcionamiento ejecutivo y las habilidades motoras, generando problemas en el equilibrio y la coordinación, especialmente en tareas que requieren atención sostenida. Los niños con TDAH que enfrentan desafíos motores suelen tener dificultades en actividades que implican movimientos complejos, como la escritura. En estos casos, las terapias ocupacional y física, han demostrado ser eficaces para mejorar tanto las habilidades motoras como el funcionamiento ejecutivo.

- Trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC)

Es una condición neuromotora crónica que afecta la coordinación motora y puede estar acompañada de dificultades cognitivas y psicosociales. Se manifiesta a través de torpeza, como dejar caer objetos con frecuencia o golpearlos accidentalmente, así como por lentitud y poca precisión al ejecutar movimientos finos, como recortar con tijeras, escribir, abotonar una prenda, utilizar cubiertos, montar bicicleta o practicar deportes.

Estas dificultades impactan directamente en las actividades cotidianas, incluyendo el autocuidado, el juego, la participación social y otras tareas que requieren manipulación. Además, el TDC puede generar consecuencias emocionales como ansiedad o depresión debido a los retos constantes que enfrentan los niños en su entorno.

Aunque se trata de un trastorno del neurodesarrollo con características propias, a menudo coexiste con otras condiciones como el TDAH y el TEA.

## F. Terapia ocupacional y fisioterapia pediátrica

- ¿Qué es la terapia ocupacional y su función en niños?

La terapia ocupacional promueve el desarrollo y fortalecimiento de habilidades esenciales para que las personas logren una mayor autonomía en su vida diaria. En el caso de los niños, estas habilidades están vinculadas al juego y el aprendizaje fundamentales para su desarrollo. En contextos pediátricos, la terapia se enfoca en mejorar la coordinación muscular y articular, aspectos que, pueden dificultar tareas como vestirse, alimentarse, escribir o manipular objetos.

Por ello, se trabaja principalmente en el equilibrio, la rigidez muscular y el control de movimientos involuntarios. El proceso terapéutico inicia con una evaluación en la que el especialista observa la respuesta al estímulo táctil, el rango de movimiento, la coordinación visual y manual, la fuerza de los músculos y la precisión al realizar tareas específicas. A partir de este diagnóstico, se diseña un plan personalizado que permita mejorar la motricidad fina y favorecer la participación activa del niño en su entorno.

Entre las técnicas específicas para ayudar a los niños se encuentran las siguientes:

- Terapia de movimiento inducido por restricción pediátrica (CIMT): se centra en mejorar la movilidad de extremidades débiles del cuerpo al restringir las más fuertes.
- Terapia de integración sensorial: su objetivo principal es mejorar la capacidad de los receptores sensoriales al proporcionar diferentes experiencias al niño por medio de ejercicios que estimulen cada sentido. Usualmente los elementos con mayor uso suelen tener diferentes texturas.
- ¿Qué es la Fisioterapia pediátrica y su función en niños?

Si bien la terapia ocupacional y la fisioterapia comparten características similares, la primera se centra en trabajar el funcionamiento motor fino, mientras que la fisioterapia se enfoca en la mejora de los movimientos de motricidad gruesa y recuperaciones en limitaciones físicas como movilidad, fuerza y resistencia. Sin embargo, también se ven relacionadas las áreas emocionales y sociales de los niños al momento de llevar a cabo las sesiones.

Algunas de las condiciones más comunes tratadas incluyen lesiones deportivas, trastornos neuromusculares, como la parálisis cerebral y distrofia muscular, retraso en el desarrollo motor, problemas ortopédicos, como la escoliosis y malformaciones congénitas que afectan la postura de los niños.

Las técnicas que abordan los fisioterapeutas para mejorar la función motora, se encuentra la Masoterapia; encargada de realizar técnicas para las áreas mecánicas y manuales por medio de masajes para relajar músculos, mejorar la circulación y aliviar tensiones. Movilizaciones pasivas, activas y resistidas; para mejorar o mantener la movilidad articular y fortalecer músculos. Y ejercicios ideomotrices; usados especialmente en rehabilitación motora neurológica. Estos se caracterizan por llevarse a cabo al recibir una orden verbal o por una imitación. Por ejemplo, levantar la mano cuando se indica o imitar algún movimiento o uso de un objeto específico.

## G. Diseño inclusivo, diseño universal y diseño adaptado aplicado a juguetes terapéuticos

- Diseño inclusivo

A lo largo de los años, se han desarrollado diferentes tecnologías de asistencia y sus bases han sido el tener en cuenta las necesidades de las discapacidades permanentes, temporales y contextuales de la población. Ante esto, la esencia del diseño inclusivo se centra en la creación de productos y experiencias accesibles para el mayor número de personas posibles independientemente de su género, ubicación, idioma y capacidades físicas. Por ello, al aplicarlo para un set de juguetes terapéuticos, es necesario estar ligado a los principios del Diseño Universal. Desarrollados en 1997 con el propósito de guiar el diseño de entornos, productos y comunicaciones, estos principios se basan en siete criterios fundamentales que permiten garantizar la usabilidad, seguridad y equidad en el acceso.

- a. Uso equitativo. El diseño es útil para personas con diversas capacidades.

- b. Flexibilidad de uso. El diseño se adapta a una amplia gama de preferencias y capacidades individuales, dando a los usuarios la opción de cómo participar en cada actividad.
- c. Uso simple e intuitivo. El uso del diseño es fácil de entender, independientemente de la experiencia, el conocimiento, las habilidades lingüísticas o el nivel de concentración actual del usuario.
- d. Información perceptible. El diseño comunica la información necesaria de manera efectiva al usuario, independientemente de las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales del usuario.
- e. Tolerancia al error. El diseño minimiza los peligros y las consecuencias adversas de acciones accidentales o no intencionadas.
- f. Bajo esfuerzo físico. El diseño puede usarse de manera eficiente y cómoda.
- g. Tamaño y espacio para acercamiento y uso. Se proporcionan el tamaño y el espacio adecuados para el acercamiento, el alcance, la manipulación y el uso, independientemente del tamaño corporal, la postura o la movilidad del usuario.

(The 7 Principles - Centre for Excellence in Universal Design, s.f.)

Si bien el diseño universal busca generar soluciones inclusivas, el Diseño Adaptativo surge como una herramienta que permite ajustes dinámicos ante los cambios en los entornos y distintas necesidades de los usuarios con el paso del tiempo. Por ello los productos deben ser versátiles y capaces de adaptarse para no recurrir al reemplazo. Al brindar este enfoque, la vida del producto se extiende y reduce desperdicios, lo cual contribuye a la sostenibilidad.

A continuación, se presentan estos principios, los cuales serán considerados como marco de referencia para el desarrollo del presente proyecto.

1. Diseño Modular: flexibilidad a largo plazo: permite a los usuarios personalizar y ajustar un producto según sus necesidades actuales y futuras. Al dividir un producto en módulos independientes que se pueden intercambiar o actualizar, se promueve la durabilidad y versatilidad del producto, permitiendo su adaptación a diferentes situaciones o cambios en las preferencias del usuario.

2. Productos que responden al entorno: los productos ajustan su funcionamiento en respuesta a cambios en su entorno físico para mejorar su rendimiento o funcionalidad.
3. Diseño adaptativo para la movilidad: los productos se ajustan a medida que el usuario crece o cambia con partes que se pueden expandir, modificar o reconfigurar según las necesidades. Alentando al consumo sostenible. (Muniz, 2024).

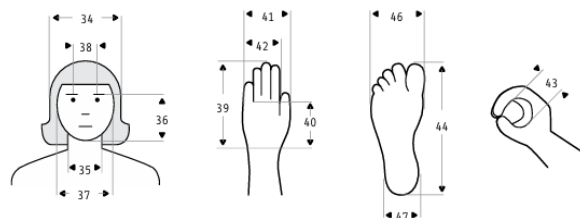
## H. Ergonomía y antropometría infantil.

La ergonomía se centra en el estudio de los elementos que conforman el entorno y su relación con las personas para que se ajusten a las capacidades y minimice los riesgos de posibles. Al enfocarla al diseño infantil se debe considerar aspectos como el crecimiento, las proporciones corporales, las habilidades motoras y las etapas de desarrollo al diseñar objetos y espacios para ellos. También deben ser fáciles de mantener y limpiar, evitando la acumulación de suciedad. Sus elementos deben moverse sin dificultad. Además, deben ser intuitivos, no requerir demasiado esfuerzo para su uso y resultar cómodos de manipular.

La antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones y proporciones del cuerpo humano para poder generar patrones de diseño, entre las principales categorías se mencionan la altura, peso, ancho y altitud. En resumen, la antropometría proporciona datos esenciales para adaptar el diseño a las características físicas de las personas, mejorando la comodidad, eficiencia y seguridad en diversas actividades y entornos.

En el presente proyecto, la incorporación de parámetros antropométricos permitirá establecer indicadores de medición específicos para evaluar el grado de cumplimiento del objetivo general. Estos indicadores pueden incluir, por ejemplo, la adecuación del tamaño del objeto a las dimensiones de la mano del niño, la accesibilidad de las funciones básicas del recurso sin forzar posturas o la facilidad de agarre y manipulación según la edad.

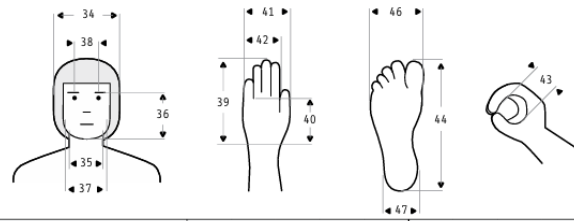
**Figura 1. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo femenino 2 y 3 años**



Dimensiones	2 años (n=85)					3 años (n=56)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95
34	133	6	123	134	143	137	6	127	137	147
35	73	6	63	72	83	74	6	64	73	84
36	94	7	83	95	106	98	8	85	97	111
37	104	7	92	104	116	107	7	95	108	119
38	40	6	30	41	49	41	5	33	41	49
39	101	6	91	101	111	108	7	97	109	120
40	58	5	50	59	66	62	5	54	62	70
41	61	4	54	61	68	63	6	53	62	72
42	49	4	42	49	56	51	4	44	50	58
43	22	1	20	22	25	23	2	20	23	26
44	143	8	130	143	156	153	9	138	153	168
46	61	3	56	61	66	63	5	55	63	71
47	45	5	37	45	53	47	5	39	46	55

Fuente: Ávila Chauarand et al. (2007)

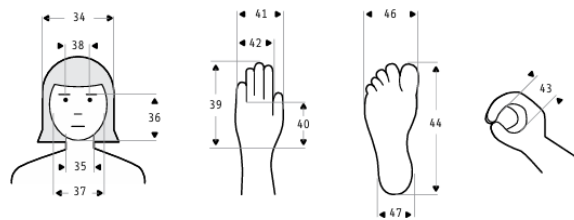
**Figura 2. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo masculino 2 y 3 años**



Dimensiones	2 años (n=118)					3 años (n=106)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95
34	136	6	126	136	146	138	6	128	139	148
35	73	5	65	73	81	75	5	67	74	83
36	96	7	85	95	107	99	6	89	98	109
37	106	7	95	106	118	107	7	96	106	119
38	42	5	34	42	50	43	4	35	43	50
39	102	6	92	102	112	109	7	98	110	121
40	59	5	51	60	67	63	5	55	63	71
41	61	4	54	61	68	63	5	55	63	73
42	50	3	44	50	55	51	4	45	51	58
43	22	2	19	22	25	23	2	20	23	26
44	144	8	131	144	157	154	8	141	154	167
46	61	5	53	61	69	64	5	56	64	72
47	47	5	39	46	55	48	5	40	47	56

Fuente: Ávila Chauarand et al. (2007)

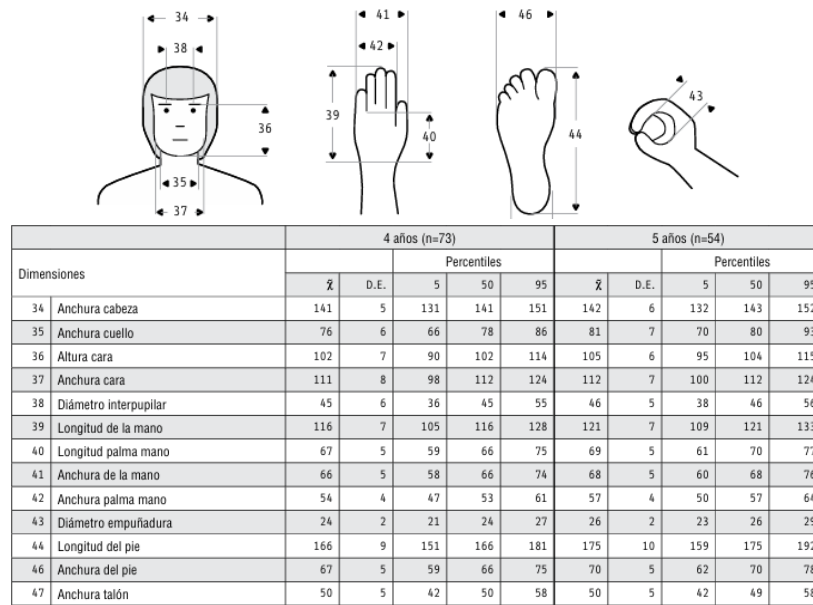
**Figura 3. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo femenino 4 y 5 años**



Dimensiones	4 años (n=40)					5 años (n=48)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95
34	138	5	130	137	146	139	5	131	140	147
35	77	8	64	75	90	78	7	67	76	90
36	101	6	91	101	111	103	6	93	102	113
37	110	8	97	110	123	111	8	98	110	124
38	44	5	36	44	52	46	4	39	46	53
39	115	7	103	115	127	122	6	112	121	132
40	66	4	59	65	73	69	5	61	69	77
41	64	5	56	64	73	67	5	59	67	75
42	52	4	45	53	59	55	4	48	55	62
43	25	2	21	25	28	26	3	21	26	31
44	164	10	148	165	181	174	10	152	175	191
46	65	5	57	66	73	69	5	61	69	77
47	47	5	39	46	55	49	5	41	49	57

Fuente: Ávila Chauarand et al. (2007)

**Figura 4. Dimensiones de cabeza, pie, mano preescolares sexo masculino 4 y 5 años**



Fuente: Ávila Chaurand et al. (2007)

## **VII. Metodología**

El desarrollo del proyecto se estructura en cuatro fases, que abarcan desde la investigación inicial hasta la evaluación del prototipo. Cada fase está orientada a garantizar que el producto final sea funcional, seguro, adaptado a las necesidades de los usuarios y viable en su fabricación a nivel tecnológico y de mercado, a un precio accesible.

### **Fase 1. Investigación y diagnóstico**

Se recopilará información relevante mediante la revisión de bibliografía especializada en diseño inclusivo, desarrollo infantil, terapia ocupacional, ergonomía y antropometría. Además, se investigarán los distintos tipos de trastornos neurológicos que afectan el desarrollo motor en la primera infancia, con el fin de comprender las limitaciones específicas que presentan los niños de entre 1 y 5 años. Esto permitirá establecer criterios técnicos y funcionales necesarios para el diseño de herramientas terapéuticas seguras, accesibles y adaptadas a contextos con recursos limitados.

### **Fase 2. Diseño y prototipado**

A partir de la información recopilada, se desarrollarán propuestas gráficas (bocetos) que serán evaluadas y seleccionadas según su viabilidad, tomando en cuenta criterios de seguridad, ergonomía y accesibilidad. Luego, se elaborarán modelos en 3D, planos de fabricación y prototipos físicos que prioricen la estimulación sensorial y la facilidad de manipulación para su uso en entornos hospitalarios. Además, se considerará la posibilidad de modularidad o niveles variables de dificultad para adaptarse a distintos grados de desarrollo motor.

Resultado esperado: prototipo físico inicial, funcional y validado en sus características principales.

### **Fase 3. Fabricación y ajuste**

Se seleccionarán materiales adecuados que sean seguros para la infancia, accesibles en el contexto local y compatible con procesos de fabricación manual o semi-asistida. Se elaborarán los primeros prototipos funcionales y se realizarán pruebas internas para ajustar detalles de ensamblaje, resistencia y facilidad de uso por parte del personal terapéutico.

Resultado esperado: versión final del producto lista para pruebas con usuarios, acompañada de documentación técnica.

#### Fase 4. Prueba piloto y evaluación terapéutica

Se llevará a cabo una prueba piloto supervisada por la fisioterapeuta colaboradora. Esta etapa permitirá evaluar el impacto del set de juguetes en sesiones reales de terapia, observando la respuesta de los niños y la utilidad práctica del producto en el entorno clínico. Se recogerá retroalimentación tanto de los profesionales como de los cuidadores a través de entrevistas, para validar su efectividad, identificar mejoras necesarias y reforzar el carácter inclusivo y contextualizado de la propuesta.

## VIII. Plan de trabajo

Actividad	Duración															
	Julio			Agosto				Septiembre					Octubre			Noviembre
	Fase 1	Revisión de protocolo		Fase 2				Fase 3					Fase 4			
	14 jul - 21 jul	22 jul - 28 jul	29 jul - 7 ago.	8 ago. - 14 ago.	15 ago. - 18 ago.	19 ago. - 25 ago.	26 ago. - 1 sept.	2 sept. - 8 sept.	9 sept. - 15 sept.	16 sept. - 22 sept.	23 sept. - 29 sept.	30 sept. - 6 oct.	7 oct. - 13 oct.	14 oct. - 20 oct.	21 oct. - 31 oct.	01 nov. - 7 nov.
Investigación y revisión bibliográfica																
Investigación sobre trastornos neurológicos en la infancia																
Revisión de protocolos por parte del Director																
Revisión de papelería por parte de Decanatura																
Desarrollo de propuestas gráficas (boceos)																
Elaboración de modelos 3D y planos																
Selección y pruebas de materiales para fabricación																
Construcción de prototipos físicos																
Ajustes de diseño y pruebas internas																
Prueba piloto en entorno clínico																
Recolección y análisis de retroalimentación																

## IX. Resultados

### A. Resultados obtenidos de la fase 1

Se llevó a cabo el desarrollo de un perfil de usuario (Ver anexo 1), fundamentado en la información recopilada previamente en la fase 1, correspondiente a la etapa de investigación. En esta misma fase, se elaboró un Knowledge benchmark (Ver anexo 2), con el propósito de comparar productos, procesos y estrategias tanto con la competencia como con las mejores prácticas del mercado. Este análisis permitió identificar áreas de mejora, detectar oportunidades y determinar los tipos de innovación aplicados en los productos analizados.

### B. Resultados obtenidos de la fase 2

A partir de los hallazgos obtenidos, se realizó una nueva sesión de ideación, de la cual surgió la primera propuesta de diseño, denominada “Caja interactiva con triple función: juego, resguardo y movimiento”. Esta propuesta consistía en una caja multifuncional que, en su exterior, integraba diversas actividades táctiles (cerraduras, cordones y piezas móviles) orientadas al fortalecimiento de la motricidad fina y la coordinación manual. Al abrirla, revelaba un espacio interior destinado al resguardo de juguetes externos de la clínica.

**Figura 5. Representación inicial de la primera propuesta de diseño (“caja interactiva”) elaborada mediante inteligencia artificial como apoyo visual**



Posteriormente, a partir de las observaciones y retroalimentación obtenidas durante las visitas al hospital y en colaboración con la doctora especialista, la propuesta inicial experimentó una evolución significativa, derivando en el “Andador 3 en 1 con integración de caja interactiva con función de juego y resguardo”. Esta versión incorporó a la caja un andador con una barra ajustable en altura para acompañar los primeros pasos de los pacientes de manera segura y confiable.

Finalmente, se procedió al inicio de la fase de bocetaje, orientada a la materialización de la propuesta (*ver anexo 3*).

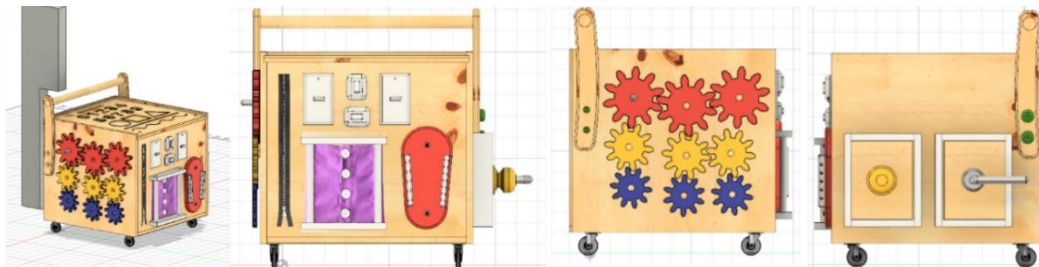
**Figura 6. Concepto visual de la propuesta final “Andador 3 en 1 con integración de caja interactiva”, generada mediante inteligencia artificial a partir de la descripción del diseño**



### C. Resultados obtenidos de la fase 3

Se abordó el desarrollo del modelo tridimensional y la construcción del primer prototipo funcional. A partir de los bocetos y la propuesta final definida en la fase anterior, se procedió a la elaboración del primer modelo 3D, en el cual se establecieron las dimensiones iniciales del conjunto, correspondientes a un cajón de 50 x 50 x 50 cm. Este modelo permitió visualizar la estructura general del producto, así como definir los las áreas destinadas a las actividades interactivas.

**Figura 7. Representación del modelo 3D preliminar (propuesta 1) mostrando las vistas ortogonales (frontal y laterales) y la vista isométrica**



*Fuente: elaboración propia*

Para la selección de materiales se priorizó el uso de componentes seguros para la infancia, accesibles en el contexto local y compatibles con procesos de fabricación manual o semi-asistida. Los materiales principales seleccionados fueron plywood de 5/8” para la estructura general y

bolillos de madera para los elementos de soporte y manipulación. Además, se incorporaron accesorios funcionales tales como un zíper, una camisa de manta e interruptores de luz, destinados a fomentar la estimulación sensorial y la coordinación motriz fina por medio de actividades del día a día.

El resultado de esta fase fue un primer prototipo funcional, que permitió validar las dimensiones e interacción del diseño, sirviendo como base para el desarrollo de la versión final. Durante esta etapa, se realizaron ajustes dimensionales derivados de las pruebas con accesorios reales, con el fin de optimizar la ergonomía, el ensamblaje y la facilidad de uso del producto por parte del personal terapéutico.

**Figura 8. Prototipo físico de baja fidelidad (cartón) con modificaciones aplicadas tras la fase de prueba y evaluación**



*Fuente: elaboración propia*

#### D. Resultados obtenidos de la fase 4

Se llevó a cabo la validación del prototipo funcional en el área de fisioterapia del hospital, con el acompañamiento y supervisión directa de la fisioterapeuta colaboradora. El objetivo principal de esta etapa fue evaluar la adecuación del diseño en condiciones de uso reales, observando la interacción del niño con el producto (*Ver anexo 4*).

A partir de esta evaluación, se determinó que las dimensiones generales del diseño requerían ser ajustadas, ya que el volumen original de la caja presentaba dificultades para su desplazamiento y

paso a través de puertas de tamaño convencional. Este hallazgo evidenció la necesidad de redimensionar el prototipo priorizando su portabilidad y adaptabilidad. Dando como resultado, nuevas dimensiones de 45.7 cm x 45.7 cm x 41 cm. Asimismo, se realizaron consideraciones adicionales respecto a la altura y posicionamientos de los accesorios con el objetivo de optimizar el confort del usuario durante su uso.

Con base en los resultados de esta validación, se dio inicio a la construcción del modelo final. Esta versión final mantiene los principios de accesibilidad, ergonomía y funcionalidad.

#### a) Ajustes y optimización del modelo 3D antes de la fabricación

Se realizaron modificaciones en el modelo 3D con el fin de ajustar las dimensiones y optimizar la estructura del diseño según las observaciones obtenidas en la fase anterior. Como resultado de estos cambios, se presentan a continuación dos figuras que muestran las versiones actualizadas del modelo tridimensional.

**Figura 9. Representación del modelo 3D (propuesta 2) mostrando las vistas ortogonales (frontal, trasera y laterales) y vistas isométricas**



*Fuente: elaboración propia*

En la primera figura, se realizaron modificaciones para mejorar tanto la estética como la funcionalidad del diseño. Se ajustaron los colores con el fin de lograr un mejor equilibrio visual entre las piezas y hacer el modelo más llamativo. Asimismo, fue necesario corregir dimensiones del bastidor y de los marcos de los zippers, ya que presentaban bordes demasiado angostos que dificultaban su ensamblaje. Estos bordes reducidos impedían colocar los tornillos adecuadamente en la base principal, por lo que se ampliaron y redefinieron para asegurar un montaje más seguro y sencillo.

**Figura 10. Representación del modelo 3D (propuesta final) mostrando las vistas ortogonales (frontal, trasera y laterales) y vistas isométricas**



*Fuente: elaboración propia*

### **b) Fabricación de prototipo**

La caja principal se fabricó mediante corte CNC para obtener piezas con precisión en plywood de  $\frac{1}{2}$ " , medida seleccionada después de sustituir el espesor inicial de  $\frac{5}{8}$ " con el propósito de reducir el peso total del producto. Para los procesos de acabado inicial, se emplearon lijas de grano 60 y 150, además de una lijadora de disco, con el fin de eliminar astillas, suavizar bordes y redondear aristas de manera eficiente.

**Figura 11. Registro del proceso de corte CNC para el prototipo de alta fidelidad**

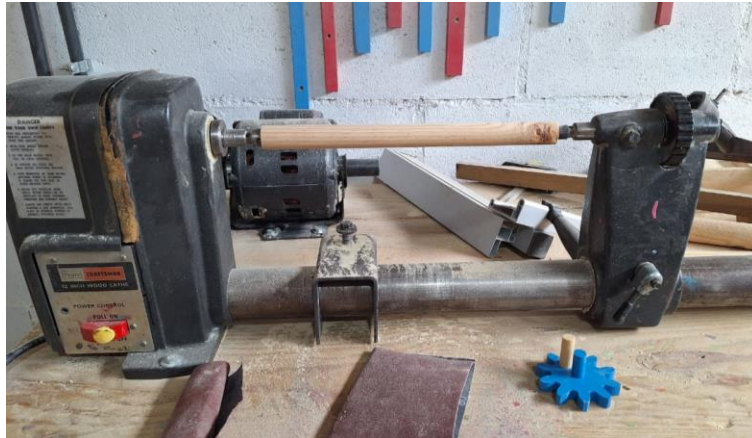


*Fuente: elaboración propia*

En cuanto al ensamble de la estructura general, se utilizaron tornillos de 1" , seleccionados específicamente porque su longitud permite atravesar el plywood de  $\frac{1}{2}$ " y asegurar la unión con la pieza base con un anclaje firme.

Los bolillos destinados al bastidor, engranajes y al lápiz de la tapadera fueron de  $\frac{1}{2}$ ", mientras que el agarrador del andador se fabricó con un bolillo de  $1\frac{1}{4}$ ", donde fueron cortados y lijados mediante sierra de cinta y torno para garantizar un ajuste seguro y uniforme.

**Figura 12. Uso del torno para lijado de bolillo correspondiente al andador**



*Fuente: elaboración propia*

Las piezas correspondientes a las actividades interactivas fueron pintadas con colores primarios. A cada una se le aplicaron dos capas de pintura y, tras el secado de cada capa, se utilizó una lija de grano 320 para obtener una superficie más fina y uniforme.

Para la instalación de las puertas, se midieron previamente las dimensiones y ubicaciones para instalar las bisagras correspondientes. Con el apoyo de una sierra de mano y un formón, se rebajó el canto de la madera para permitir que estas mismas quedaran ocultas y no sobresalieran.

**Figura 13. Montaje de la bisagra en el sistema de puertas**



*Fuente: elaboración propia*

En el caso de las llantas, se realizó primero una prueba en un retazo de madera para determinar la distancia adecuada entre el freno y la caja, evitando cualquier incomodidad al momento de aplicar o retirar el freno durante el uso por parte del profesional encargado de la terapia. Este mecanismo debe poder accionarse fácilmente con el pie, sin necesidad de agacharse. Para su fijación, se utilizaron roldanas y tornillos de  $\frac{3}{4}$ ", asegurando estabilidad y un funcionamiento óptimo.

**Figura 14. Evaluación de la distancia adecuada entre el sistema de freno y la caja**



*Fuente: elaboración propia*

Posteriormente, se integraron los elementos textiles que complementan la funcionalidad y la estimulación sensorial del producto, los cuales fueron confeccionados con el apoyo de una máquina de coser.

Finalmente, se aplicó sellador en la estructura principal y se utilizó una lija de grano 320 para perfeccionar el acabado y asegurar una textura suave al tacto.

### **c) Costos finales**

La tabla presentada a continuación reúne la información correspondiente al tipo de material, precio unitario, cantidad adquirida y costo total por insumo.

**Figura 15. Cuadro de costos finales**

<b>Costos Finales SET ANDADOR</b>			
<b>Material</b>	<b>Precio por material</b>	<b>Unidades adquiridas</b>	<b>Total</b>
Plywood Fenólico Pino 1/2" 4' x 8'	Q 219.50	1	Q 219.50
Bolillo Pino 1 1/4" x 9'	Q 46.00	1	Q 46.00
Bolillo 1/2" x 4'	Q 12.50	1	Q 12.50
Rodo giratorio 50mm con freno transparente	Q 35.00	4	Q 140.00
Bisagra pulida 1" liviana	Q 0.75	4	Q 3.00
Trabador rodillo 11 bicromatado	Q 3.50	2	Q 7.00
Interruptor	Q 10.00	1	Q 10.00
Interruptor doble	Q 15.00	1	Q 15.00
Botones grandes	Q 2.00	4	Q 8.00
Botones medianos	Q 2.00	4	Q 8.00
Botones pequeños	Q 2.00	5	Q 10.00
Zipper hebilla grande color negro	Q 10.00	1	Q 10.00
Yarda Zipper hebilla metalica color amarillo	Q 7.00	1	Q 7.00
Tornillo para madera cabeza plana	Q 0.20	16	Q 3.20
Cordel de poliéster 3/32" (2.5mm) x metro	Q 1.30	2	Q 2.60
Halador 9 mm niquel cepillado jale 126	Q 12.00	1	Q 12.00
Halador pomo niquel cepillado 5060	Q 15.00	1	Q 15.00
Par de cintas para zapatos	Q 5.00	1	Q 5.00
Yarda Tela de manta	Q 15.00	2	Q 30.00
<b>Total</b>			<b>Q 563.80</b>

Este desglose permite visualizar de manera transparente la inversión requerida para la elaboración del prototipo final, considerando tanto los elementos estructurales (como el plywood y los bolillos) como los accesorios funcionales e interactivos que conforman las actividades terapéuticas del producto.

El costo total reflejado incluye únicamente materiales, excluyendo mano de obra, herramientas, tiempos de producción y procesos de prueba. Este registro sirve como referencia técnica y económica para futuras estimaciones de producción y análisis de viabilidad del proyecto.

#### **d) Alcances de la Fase Final**

El prototipo obtenido corresponde a una versión de alta resolución, construido con los materiales definitivos y con los acabados previstos para el diseño final. Esta versión integra todas las actividades interactivas contempladas en el proyecto, lo que permite representar de manera fiel el funcionamiento real del producto.

La construcción de este prototipo permitió confirmar que el diseño es factible y coherente con los objetivos iniciales del proyecto. Asimismo, hizo posible verificar aspectos que no pueden evaluarse únicamente desde el modelado 3D, como el comportamiento de los materiales al fabricarse el modelo.

Durante este proceso también se identificaron desafíos propios de la fabricación manual y semi-asistida, como el astillamiento del plywood, los tiempos prolongados de lijado necesarios para garantizar un acabado seguro, y pequeños desfases dimensionales debido a las variaciones milimétricas en el grosor de la plancha de madera.

Estos factores evidenciaron la importancia del proceso de construcción para identificar y resolver detalles que no pueden preverse únicamente desde la etapa digital. A través de estos ajustes y correcciones, el prototipo final logró consolidarse como una versión funcional y adecuada para su uso en el entorno hospitalario.

## X. Conclusiones

El desarrollo del set andador con caja interactiva permitió comprender de manera más profunda las necesidades reales de los niños en proceso de rehabilitación. Desde las primeras visitas al hospital hasta la fabricación del prototipo final, cada fase aportó información clave para construir una solución que fuera segura, accesible y adecuada al contexto en el que se utilizará.

El proyecto evolucionó de forma constante gracias a la investigación previa, la elaboración de bocetos y las pruebas preliminares. Estos pasos hicieron posible ajustar dimensiones, mejorar la ergonomía y reorganizar actividades sensoriales para que el producto fuera más práctico y funcional. También quedó claro que algunas decisiones solo pueden tomarse al tener el objeto en las manos: el peso, las dimensiones reales, la posición de los elementos y el comportamiento de los materiales bajo un uso continuo.

Además, la manipulación directa permitió identificar posibles fallas que no aparecen en el diseño digital, como la caída accidental de algunos elementos, la necesidad de reforzar ciertas uniones o la posibilidad de que el usuario (especialmente un niño pequeño) interprete ciertas piezas de forma distinta a la prevista y las utilice con un propósito no contemplado. Reconocer estos riesgos fue fundamental para reforzar la seguridad, ajustar la distribución de actividades y garantizar que el producto guiara al usuario hacia un uso adecuado y seguro.

En general, el proyecto demuestra cómo el diseño de producto puede generar soluciones significativas cuando se trabaja desde la empatía, la observación y la adaptación constante. El resultado final no solo cumple con los objetivos planteados, sino que también abre la puerta a nuevas oportunidades para integrar el juego, el movimiento y la terapia en un mismo recurso dentro del entorno hospitalario.

## **XI. Recomendaciones**

1. Se sugiere analizar previamente los espacios físicos de las clínicas para identificar dimensiones, accesos y condiciones de movilidad donde se llevarán a cabo las sesiones. De igual manera, conviene realizar evaluaciones en espacios domésticos como habitaciones, salas u otras áreas, para prever escenarios hipotéticos de uso en el hogar. Esto es especialmente relevante si se considera ampliar las dimensiones de la caja, ya que implica verificar compatibilidad con puertas y pasillos.
2. Es fundamental realizar una revisión detallada de las características de los diferentes tipos de plywood antes de seleccionar el material. No todos los plywood son adecuados para proyectos que requieren acabados finos o detalles estéticos, ya que algunos están diseñados principalmente para usos estructurales o de construcción. Cada tipo de plywood posee propiedades específicas que influyen en la calidad del acabado, la durabilidad y la estabilidad del producto final. Elegir el material más adecuado desde el inicio permite optimizar el proceso y obtener mejores resultados.
3. Para garantizar un ensamblado preciso, es recomendable medir el grosor real del material antes de proceder con el corte en la máquina CNC. Las planchas de plywood pueden presentar variaciones milimétricas que afectan el ajuste de las uniones, por lo que esta verificación previa contribuye a obtener un encaje más preciso y se evitan contratiempos en las fabricaciones.
4. Como mejora potencial, se propone incorporar una pizarra en la parte posterior de la tapadera para el uso con yesos. Asimismo, se sugiere considerar la inclusión de cerrojos de pasador y mecanismos que permitan colocar llaves sobre cerraduras, con el fin de diversificar las dinámicas de motricidad fina y fortalecer habilidades de uso diario; aumentando así, el valor educativo del producto.

## XII. Referencias bibliográficas

- Ávila Chauarand, R., Prado León, L. R., & González Muñoz, E. L. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*. OAI.
- Bilbilaj, S., Gjipali, A., & Shkurti, F. (2017). The impact of primitive reflexes on motor development in children. *International Journal of Developmental Research*, 7(6), 13010–13014.
- Centre for Excellence in Universal Design. (s. f.). *The 7 principles of universal design*. <https://universaldesign.ie/about-universal-design/the-7-principles>
- Konicarova, J., Bob, P., & Raboch, J. (2013). Persisting primitive reflexes in ADHD. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 9, 1917–1921. <https://doi.org/10.2147/NDT.S52422>
- Muniz, R. (2024). Diseño adaptativo: Creación de productos que se ajustan y responden a las necesidades cambiantes de los usuarios y el entorno. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/dise%C3%B1o-adaptativo-creaci%C3%B3n-de-productos-que-se-ajustan-rolando-muniz-pmkbe/>
- Pecuch, A., et al. (2021). Primitive reflex activity in relation to motor skills in preschool children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4490. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094490>
- Amaya, L., et al. (2021). Desarrollo motor en niños con trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 72(3), 85–92.

# XIII. Anexos

## Anexo 1. Esquema de desarrollo del perfil del usuario

### Perfil de usuario

**Género**

Femenino  
Masculino

**Edad**

1 a 5 años

**Nivel académico**

- Educación Inicial
- Preescolar

**Condición Médica y Diagnóstico**

- Parálisis cerebral
- Trastorno del espectro autista (TEA)
- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)
- Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (TDC)

**Grado de afectación**

- Leve.
- Moderada.
- Severa.

**Limitaciones físicas asociadas**

- Rigidez muscular.
- Dificultad de agarre.
- Falta de coordinación ojo-mano.

**CONTEXTO DE USO**

**Lugar principal**

Hospital Materno Infantil Juan Pablo II

**Supervisión requerida**

- Terapeuta
- Padre
- Tutor

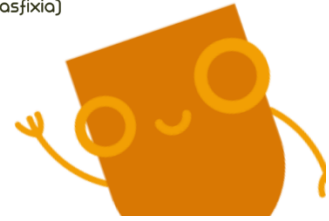
**PREFERENCIAS**

**Intereses del niño:**

- Colores llamativos
- Diversidad de texturas
- Figuras atractivos
- Sonidos

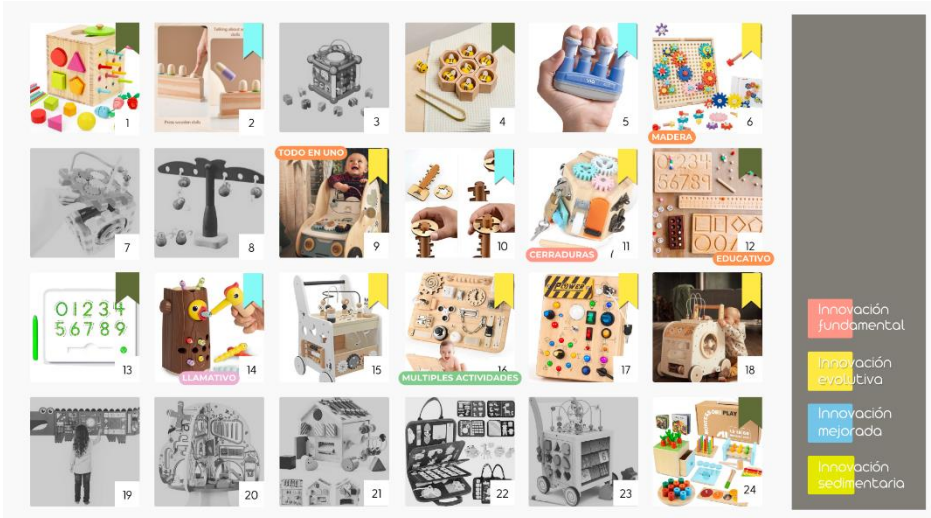
**Consideraciones de Seguridad**

- Aplicación de materiales no tóxicos
- Bordes redondeados
- Evitar piezas pequeñas (riesgo de asfixia)



## Anexo 2. Análisis de knowledge benchmark

- Solventar un problema sin resolver
- Identificar y resolver una necesidad
- Agregar un valor agregado a sus funciones
- Mejora el objeto con materiales sostenibles
- Compartir y optimiza una necesidad existente
- Agregar una función práctica
- Añade calidad a las relaciones sociales
- Solventar un problema relacionado con el medio ambiente



Innovación fundamental  
 Innovación evolutiva  
 Innovación mejorada  
 Innovación sedimentaria

<p><b>1</b></p> <p><b>BLUETOOTH STUDY MUSIC BOX</b></p> <p>Caja de música con función Bluetooth que ofrece melodías suaves. Diseñado para acompañar a los niños en sus actividades y mejorar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>2</b></p> <p><b>MARIONETAS DESPLEGABLES BOX</b></p> <p>Juguete en madera que incluye 10 marionetas de madera. El propósito de los marionetas ocultas es enseñar a los niños a reconocer los colores brillantes y fortalecer sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.583.000 (2023.08)</p>	<p><b>3</b></p> <p><b>BLUETOOTH STUDY MUSIC BOX</b></p> <p>Caja de música con función Bluetooth que ofrece melodías suaves. Diseñado para acompañar a los niños en sus actividades y mejorar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>4</b></p> <p><b>COLMENA DE ABEJA DE MOTOR FINO</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> HOFT PLEGAT</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>5</b></p> <p><b>FORTALECEDOR DE DEDOS, PIANO EJERCITADOR</b></p> <p>Entrenamiento para piano, teclado y teclado para niños. Incluye un teclado para niños y un teclado para adultos.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 27cm x 27cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>6</b></p> <p><b>ENCRANETAS GYRATORIOS DE MADERA</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 27cm x 27cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera y plástico</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>
<p><b>7</b></p> <p><b>ACTIVITY CUBE</b></p> <p>Cubo de actividades con diversas actividades para mejorar las habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 17cm x 17cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>8</b></p> <p><b>BALANCIN MONKEY</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>9</b></p> <p><b>CARRITO ANDADOR CON ERLENMEYER</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>10</b></p> <p><b>LLAVE KONGHING LOCK</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>11</b></p> <p><b>14 EN 1 BUSY ACTIVITY CUBE</b></p> <p>Cubo con 14 actividades para mejorar las habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 17cm x 17cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera y plástico</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>12</b></p> <p><b>1-10 REVERSIBLE BOARD</b></p> <p>Tablero de actividades para mejorar las habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera y plástico</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>
<p><b>13</b></p> <p><b>MAG PAD NUMEROS</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>14</b></p> <p><b>JUEGO MAGNÉTICO DE ALIMENTACIÓN DE PÁJAROS</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>15</b></p> <p><b>ANDADOR DE MADERA 5 EN 1</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>16</b></p> <p><b>MONTESSORI BUSY BOARD</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>17</b></p> <p><b>TABLERO MONTESSORI DE INTERRUPTORES</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>18</b></p> <p><b>CARRITO ANDADOR Y CUBO DE ACTIVIDADES CON FRENO</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>
<p><b>19</b></p> <p><b>TABLERO MONTESSORI DE COCCORRHO</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>20</b></p> <p><b>MONTESSORI TREE - 4 SEASON THEMES</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>21</b></p> <p><b>CUBO DE ACTIVIDADES DE MADERA 5 EN 1</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>22</b></p> <p><b>LIBRO DE MESA MONTESSORI</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>23</b></p> <p><b>CUBO DE ACTIVIDADES DE MADERA 5 EN 1</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>	<p><b>24</b></p> <p><b>MONTESSORI PLAY KIT</b></p> <p>Juguete interactivo en madera que ayuda a los niños a desarrollar sus habilidades motoras y de coordinación.</p> <p><b>Marcas:</b> Teaching Toys</p> <p><b>Tamaño:</b> 20cm x 20cm x 27cm</p> <p><b>Materiales:</b> Madera</p> <p><b>País:</b> Colombia</p> <p><b>Precio:</b> 1.040.000</p>

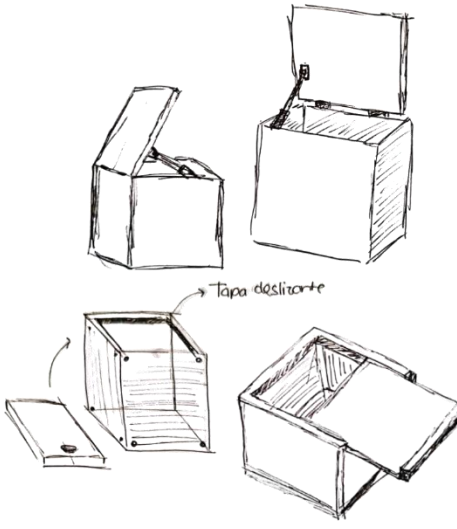
Características

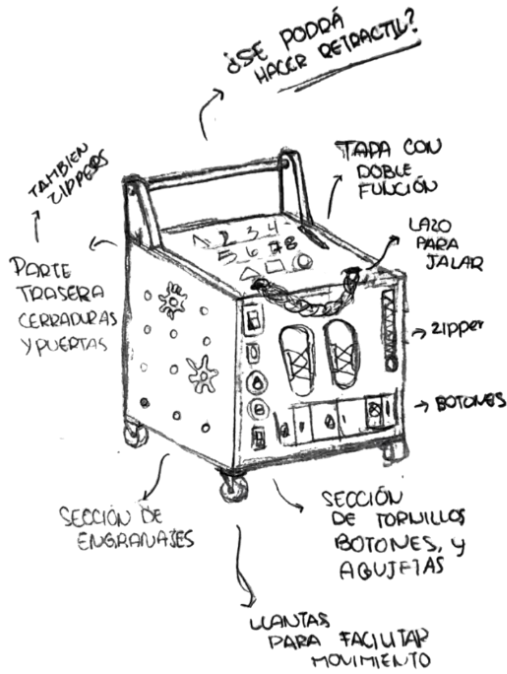
Anexo 3. Proceso de bocetaje y exploración visual

- Cremalleras
- Cinturones
- Hebillas
- Cordones
- Pomos de puerta
- Interruptores
- Cerraduras
- Manijas
- Cadenas

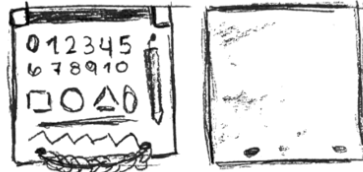
- Evitar esquinas y accesorios filopunzantes.
- Evitar piezas demasiado pequeñas que ocasionen asfixia

- Dimensión de caja: 40 cm aprox. (Sujeto a cambios)
- Colores vibrantes
- Fácil de sujetar y cargar (tanto para el fisioterapeuta y niños.)

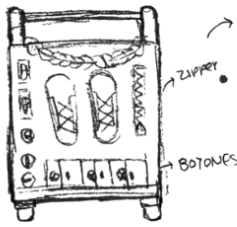




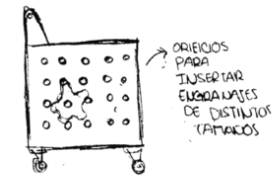
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



LATERAL A



LATERAL B



SECCIÓN DE INTERRUPTORES



SECCIÓN DE CERROJOS Y PUERTAS

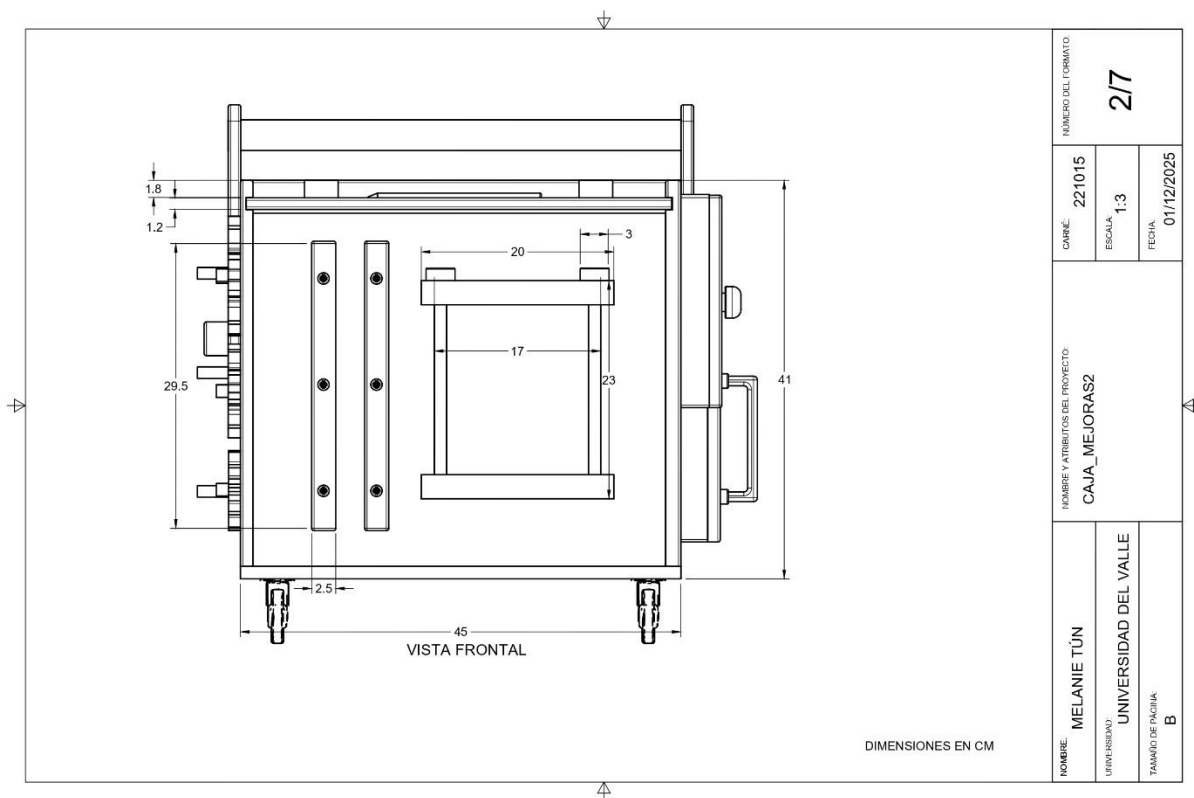
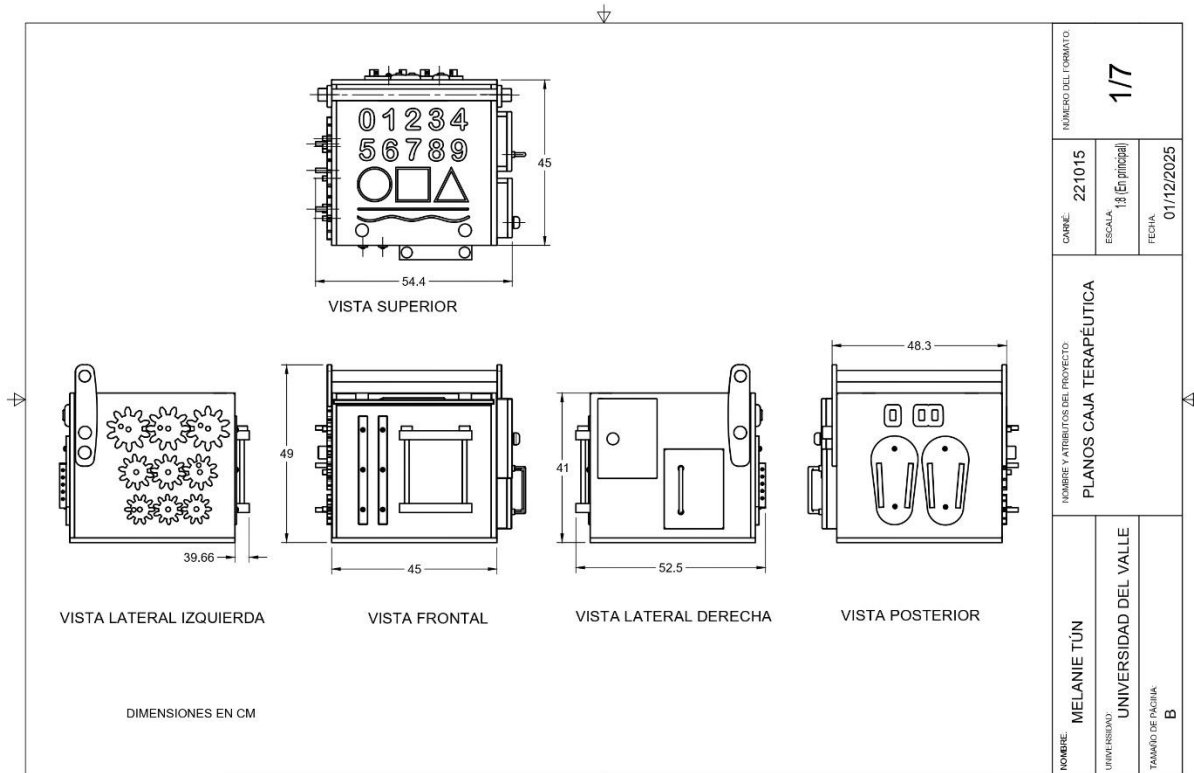
## Cambios aplicados

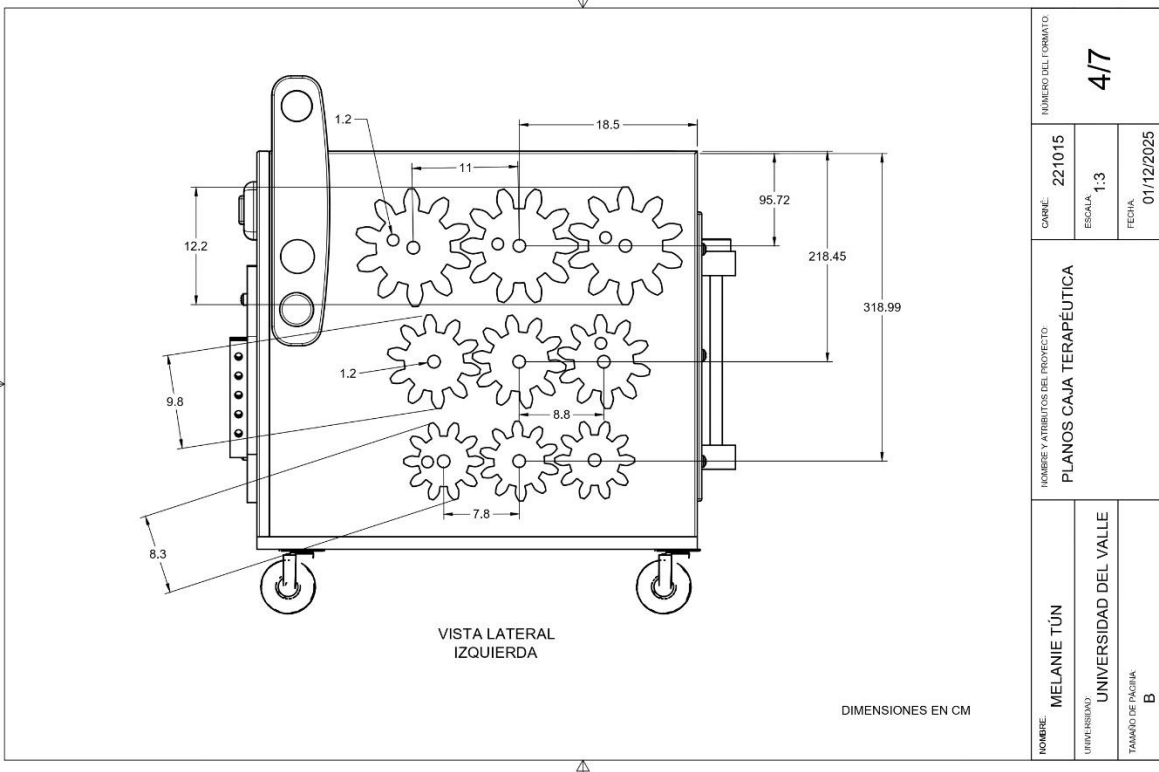
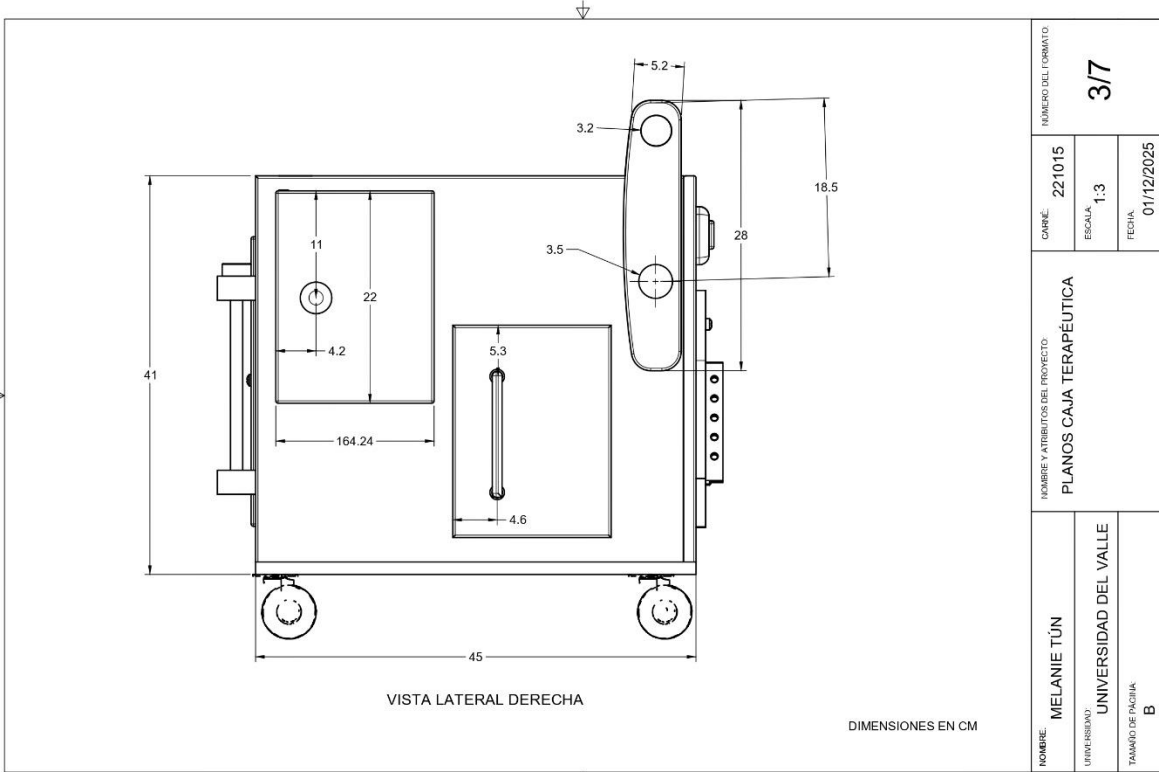
- Dimensiones previstas:
- Largo: 50 - 55 cm
  - Ancho: 50 - 55 cm
  - Altura: 60 cm
- (Sujeto a cambios)

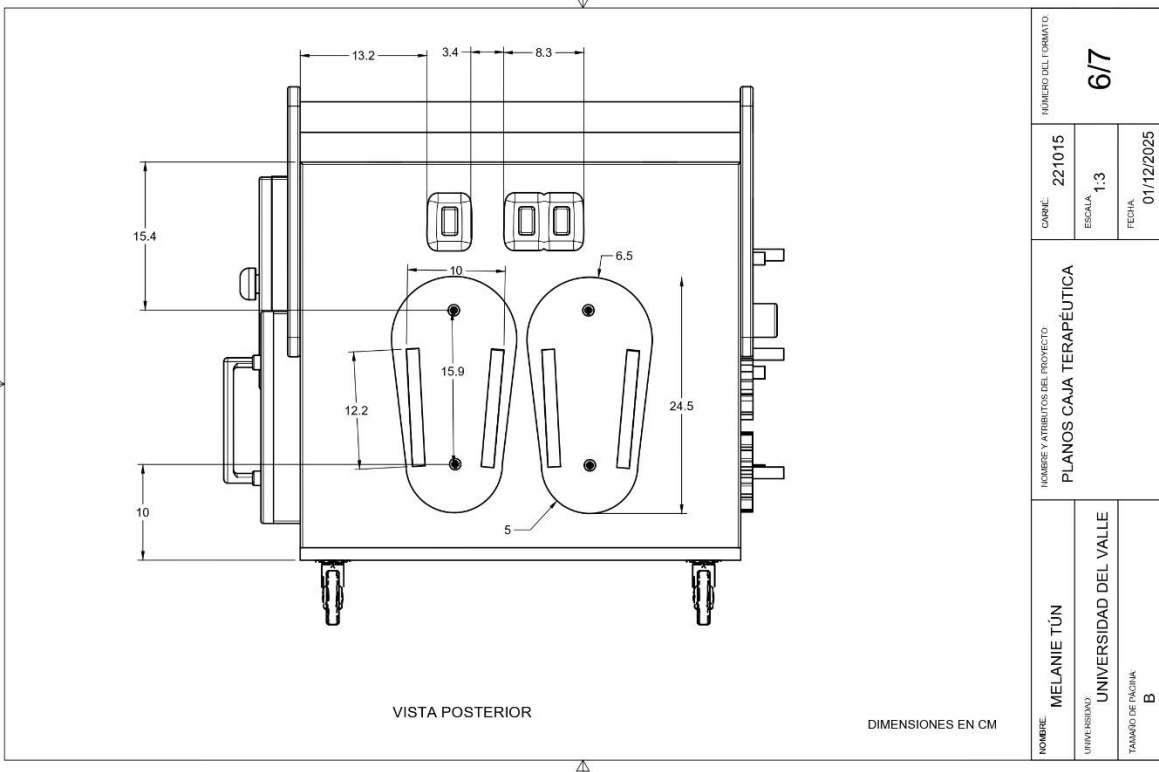
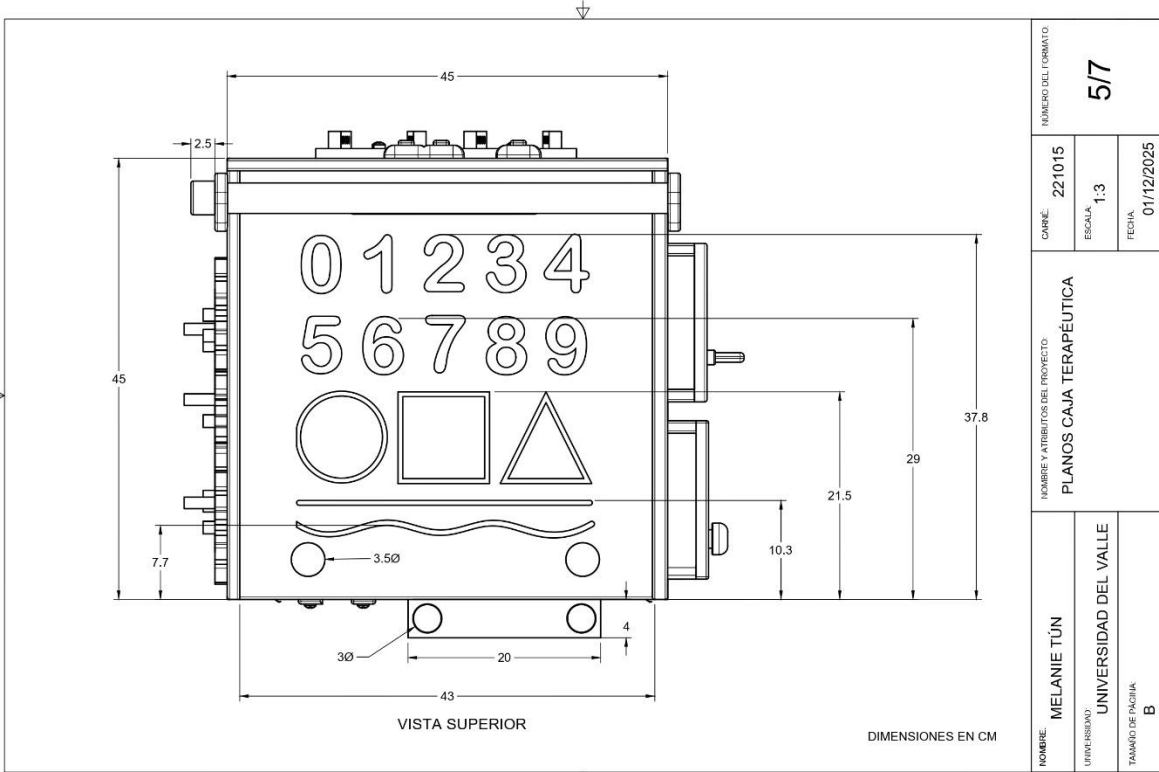
#### Anexo 4. Validación de prototipo de baja fidelidad en el hospital Juan Pablo II

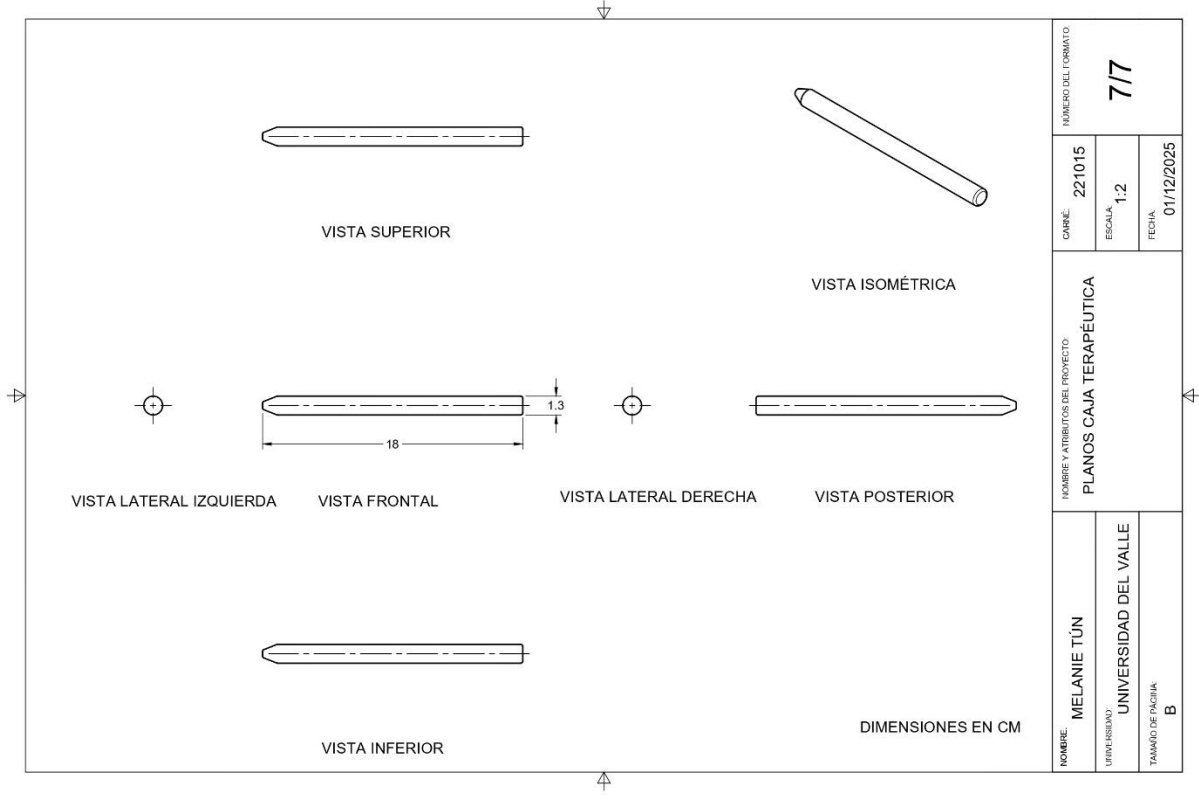


## Anexo 5. Juego de planos

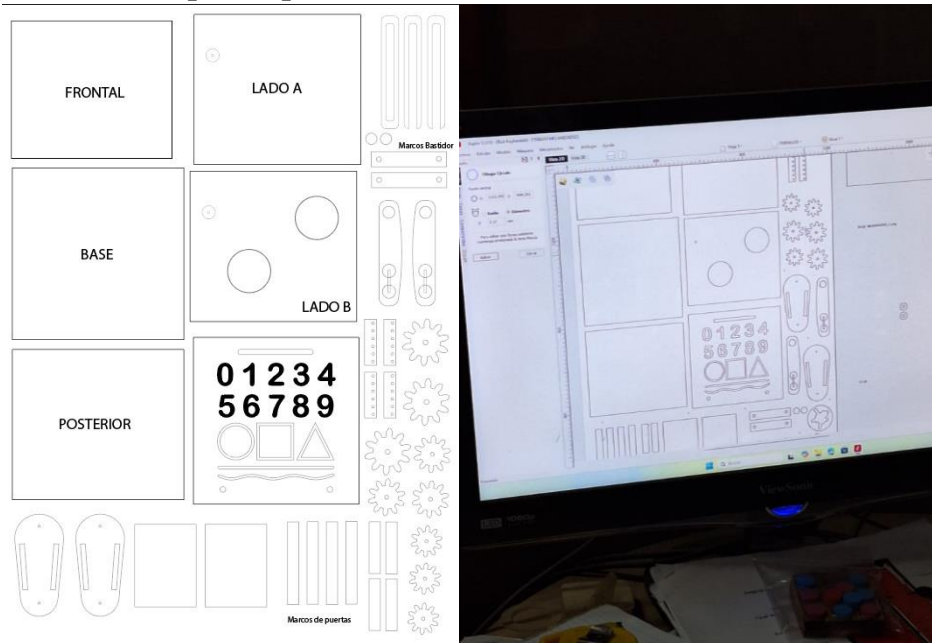


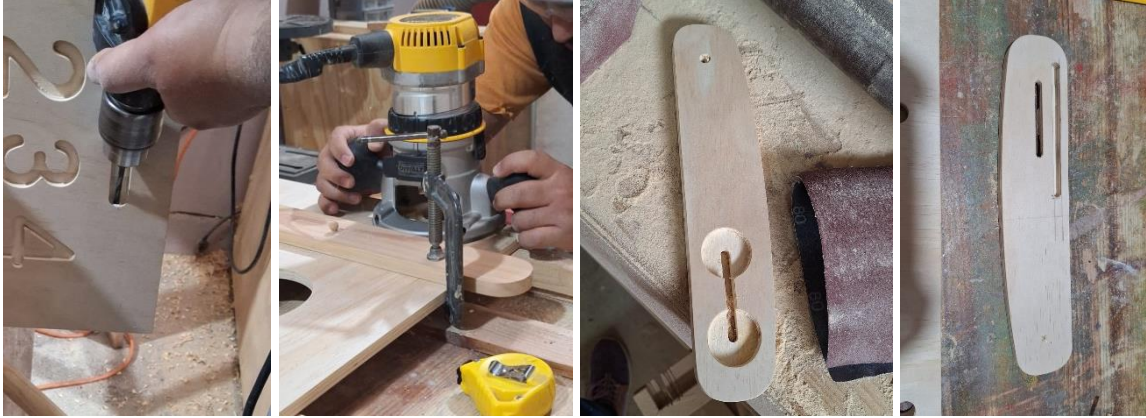


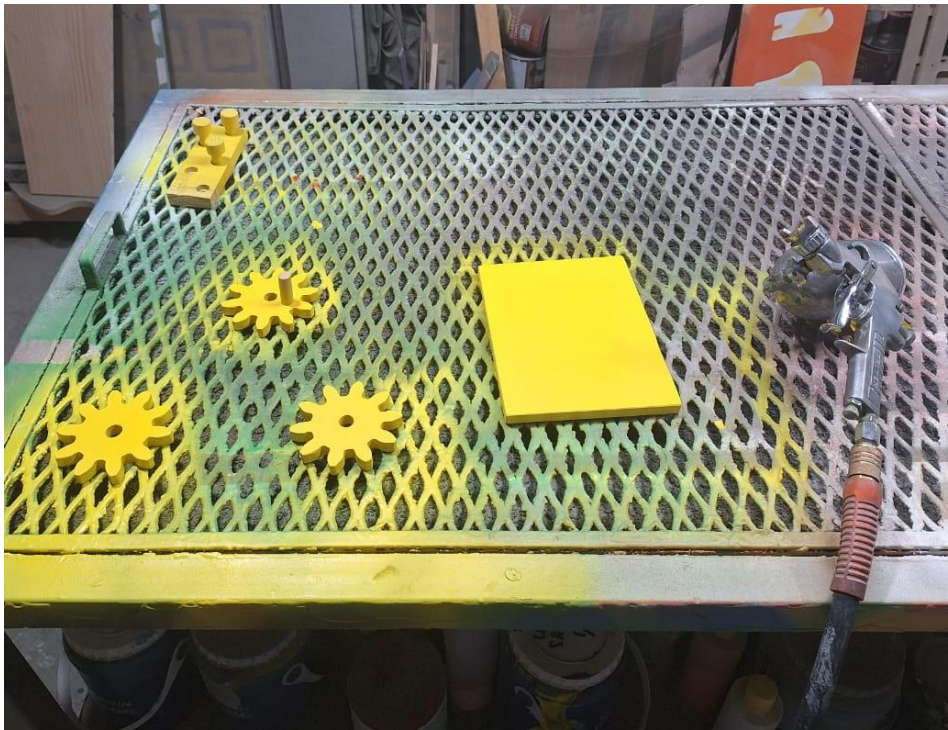
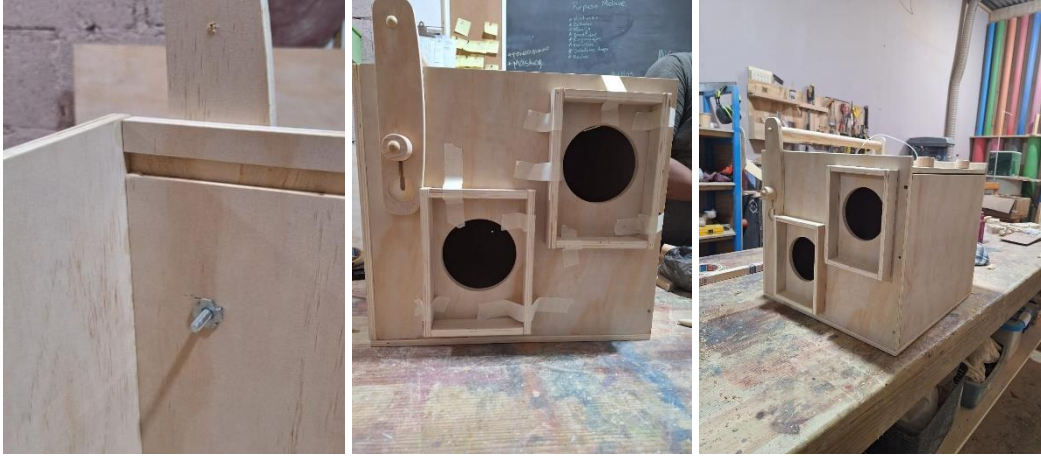


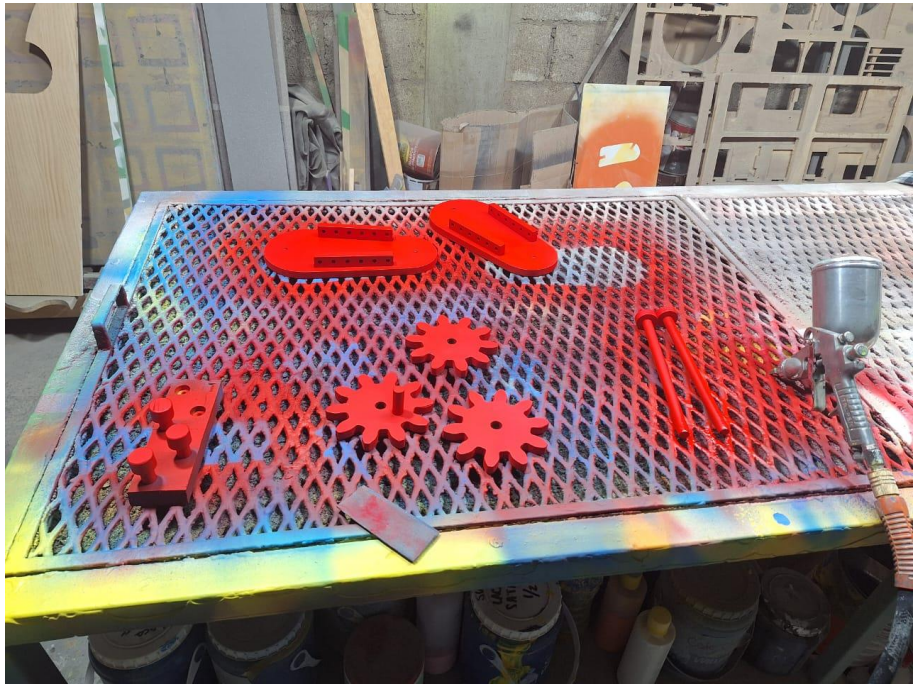
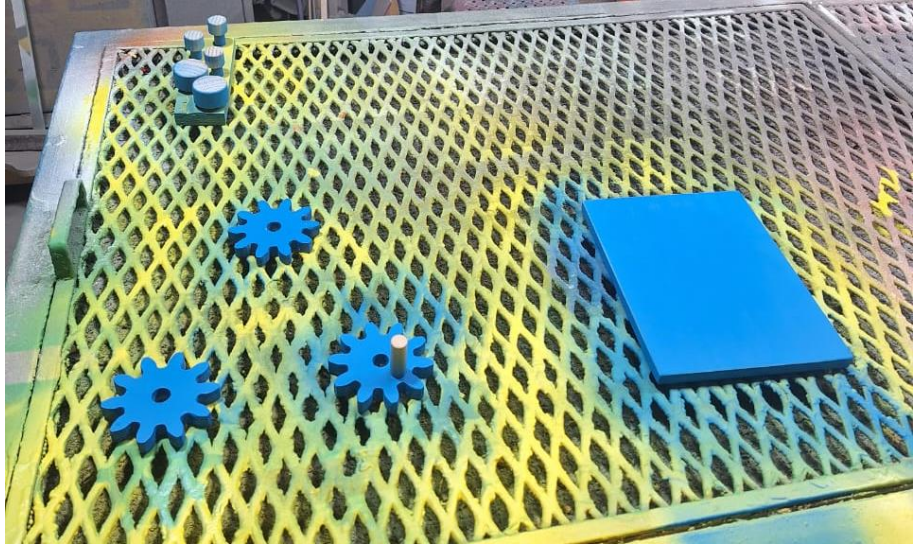


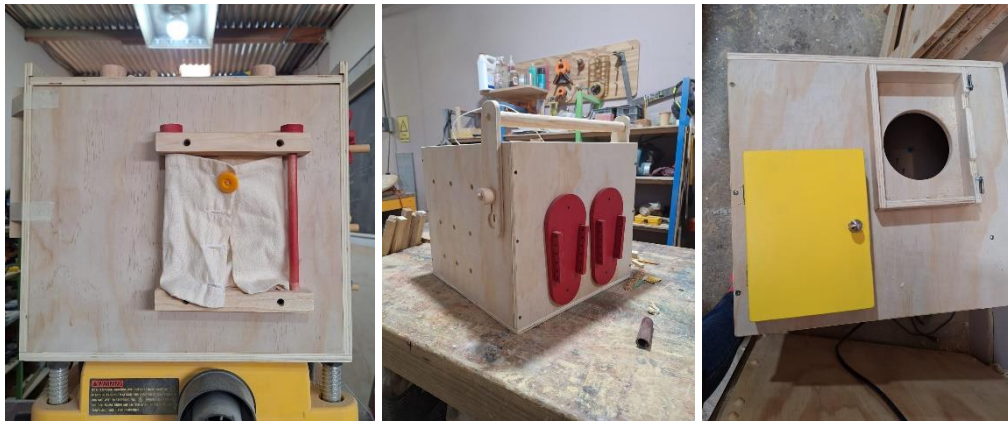
## Anexo 6. Fabricación de prototipo

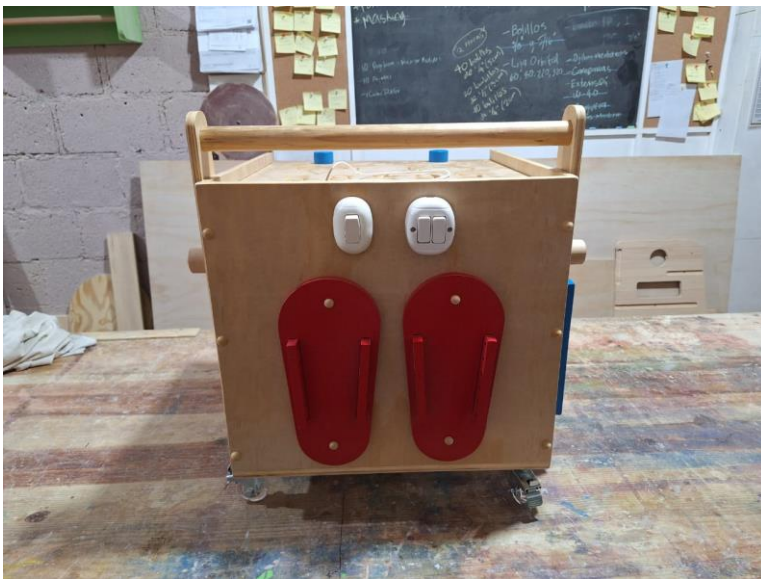
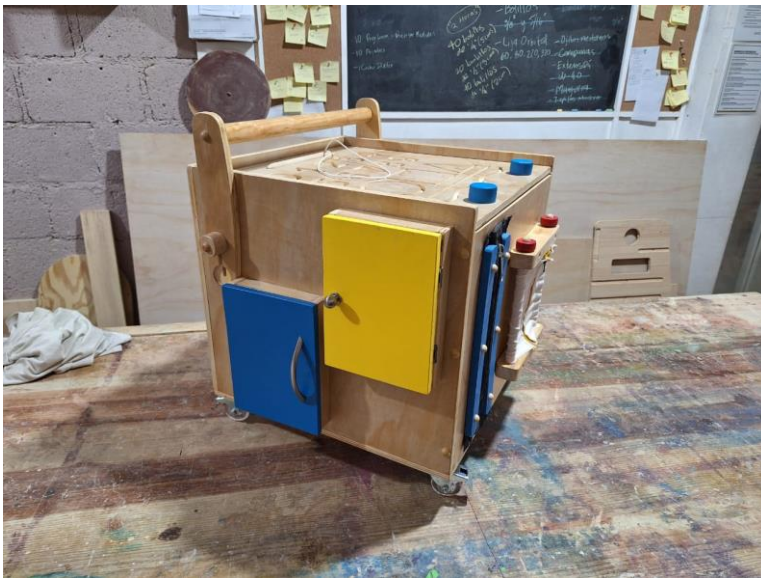
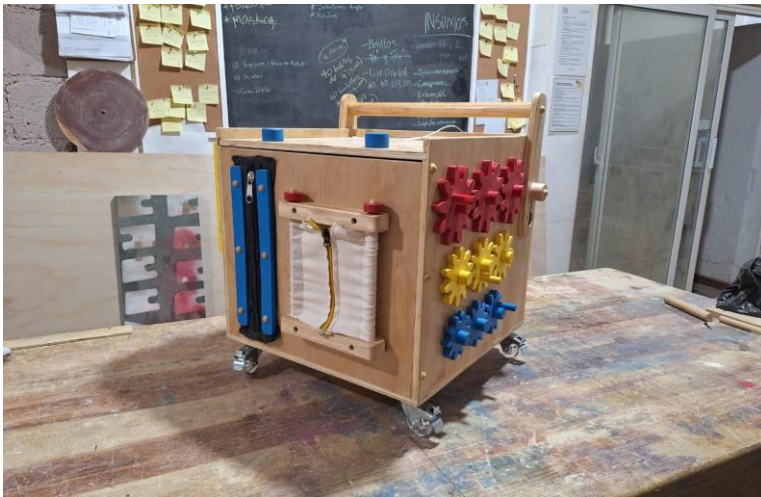












## Anexo 7. Validación de prototipo final



