

Product and Process Engineering Applied to the Development of a Vestibular-Sensory Chair for Intervention in Children with Autism Spectrum Disorder

Fatima Angelina Vallejo-Llanos¹; Monica Yadhira Rodriguez-Cordova¹; Xiomara Nicole Nuñuvera-¹; Norka Valerin Loyola-Gonzales¹; Fabrizio Sebastian Davila-Cabanillas¹; Lucero Angie Bolaños-Briceño¹; Candy Vanessa Veneros-Castro¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, n0036522@upn.pe; n00383066@upn.pe; n00372816@upn.pe; n00361999@upn.pe; n0039408@upn.pe; n00229744@upn.pe; candy.veneros@upn.pe

Abstract- A vestibular-sensory chair for children with Autism Spectrum Disorder (ASD) was designed to support sensory regulation and emotional containment. The prototype features a cocoon-like structure, textured cushions, and hypoallergenic materials. Validation was conducted by experts in inclusive education and occupational therapy, focusing on safety, ergonomics, and therapeutic potential. Methodologies such as the Critical to Quality (CTQ) Tree, House of Quality (QFD), and Systematic Layout Planning (SLP) were applied in the design and production process. The project addresses the lack of accessible therapeutic furniture in public institutions and aligns with SDG 4 on inclusive education.

Keywords: sensory chair, autism, sensory integration, inclusive design, therapeutic furniture.

Ingeniería de Productos y Procesos Aplicada al Desarrollo de una Silla Vestibular-Sensorial para la intervención en niños con Trastorno del Espectro Autista

Fatima Angelina Vallejo-Llanos¹;¹ Monica Yadhira Rodriguez-Cordova¹;¹ Xiomara Nicole Nuñuvera-¹;¹ Norka Valerin Loyola-Gonzales¹;¹ Fabrizio Sebastian Davila-Cabanillas¹;¹ Lucero Angie Bolaños-Briceño¹;¹ Candy Vanessa Veneros-Castro¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, , n0036522@upn.pe; n00383066@upn.pe; n00372816@upn.pe; n00361999@upn.pe; n0039408@upn.pe; n00229744@upn.pe; candy.veneros@upn.pe

Resumen— Se diseñó una silla vestibular-sensorial para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), incorporando estimulación vestibular activa, estructura tipo capullo, cojines texturizados y materiales hipoalergénicos. La validación fue realizada por especialistas en educación inclusiva y terapia ocupacional, quienes evaluaron su seguridad, ergonomía y potencial terapéutico. Se aplicaron metodologías como el Árbol Crítico de Calidad (CTQ), la Casa de la Calidad (QFD) y el método SLP para el diseño del proceso productivo. Esta propuesta busca atender la carencia de mobiliario terapéutico accesible en instituciones públicas, promoviendo la inclusión educativa y alineándose con el ODS 4.

Palabras clave: silla sensorial, autismo, integración sensorial, inclusión, diseño terapéutico.

I. INTRODUCCIÓN

El Trastorno del Espectro Autista se caracteriza por una amplia heterogeneidad en manifestaciones clínicas, donde la severidad del cuadro y el perfil cognitivo del niño determinan en gran medida la respuesta a las intervenciones terapéuticas. Estudios recientes señalan que más del 90% de la población con Trastorno del Espectro Autista presenta alteraciones en la integración sensorial, que se manifiestan como hipersensibilidad o hiposensibilidad a estímulos, afectando significativamente su aprendizaje, conducta y adaptación social [1].

Diversos estudios coinciden en que la estimulación sensorial, aplicada de forma estructurada y basada en evidencia, puede generar mejoras significativas en la autorregulación emocional y la comunicación funcional de los niños con Trastorno del Espectro Autista. Esto se debe a que la estimulación controlada permite reorganizar la manera en que el sistema nervioso procesa la información sensorial, reduciendo las respuestas de sobresaturación o desconexión frente a estímulos ambientales comunes. Así, la intervención sensorial no solo actúa sobre el comportamiento observable, sino también sobre los procesos neurobiológicos subyacentes. [2].

Desde la perspectiva económica y social, el desarrollo de soluciones sensoriales accesibles también representa una estrategia para reducir desigualdades. En contextos como el peruano, donde el acceso a servicios de salud y educación

inclusiva está condicionado por el nivel socioeconómico, el diseño de bajo costo y alta eficacia terapéutica permite democratizar el acceso a intervenciones esenciales. Además, la producción local de mobiliario terapéutico puede dinamizar economías regionales e impulsar la innovación tecnológica desde un enfoque socialmente responsable. [3].

Finalmente, la implementación de mobiliario sensorial debe estar acompañada de capacitación continua para docentes, cuidadores y personal terapéutico. La eficacia de estos dispositivos depende en gran medida del uso adecuado, la comprensión de sus funciones y la integración coherente dentro de rutinas estructuradas. [4].

En el contexto local de Trujillo, Perú, la insuficiencia de infraestructura y de recursos humanos especializados en instituciones educativas públicas limita la implementación efectiva de estrategias sensoriales inclusivas. Se reporta que menos del 10% de estas instituciones cuenta con equipamiento adecuado para terapias sensoriales, lo que obliga a muchas familias a recurrir a terapias privadas y amplía la brecha de acceso a una educación inclusiva. [3].

Frente a esta problemática, el diseño y producción de mobiliario sensorial accesible se presenta como una solución integral. La silla vestibular-sensorial, diseñada específicamente para niños con Trastorno del Espectro Autista, busca mejorar la regulación sensorial y el control postural, facilitando un entorno propicio para la concentración y el bienestar. Su desarrollo implica la selección cuidadosa de materiales seguros y adaptativos, tales como estructuras de madera flexible y textiles antialérgicos, así como la incorporación de mecanismos ajustables que permiten personalizar la experiencia sensorial acorde a las necesidades individuales [5].

II. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Diseñar una silla vestibular-sensorial ergonómica para niños con TEA que promueva la autorregulación emocional y la orientación espacial.

B. Objetivos Específicos

- Identificar las necesidades físicas, sensoriales y posturales de niños con TEA.

- Diseñar una estructura ergonómica, segura y funcional de la silla vestibular-sensorial.
- Evaluar la funcionalidad y aceptación de la silla mediante pruebas piloto en contextos terapéuticos y educativos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. ENFOQUE METODOLÓGICO

La presente investigación se enmarca en el enfoque de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, orientado al diseño y validación de una solución ergonómica y terapéutica: la silla vestibular-sensorial para niños con Trastorno del Espectro Autista. Se utilizó un diseño no experimental, con validación funcional mediante juicio de experto y simulaciones de uso. El juicio de experto fue realizado por una profesional especializada en estimulación temprana, atención a la diversidad, inclusión educativa y terapia sensorial y ocupacional. El proceso incluyó la recolección de datos cualitativos a través de entrevistas y sesiones de prueba, donde la especialista brindó aportes desde su experiencia en los ámbitos terapéutico y educativo.

B. Población o usuarios objetivo

El producto está dirigido a niños de 3 a 6 años diagnosticados con Trastorno del Espectro Autista, pertenecientes al Colegio de Educación Básica Especial (CEBE) "Tulio Herrera León" de la ciudad de Trujillo. La población total del colegio está conformada por 50 niños. Para la muestra, se trabajará únicamente con el nivel inicial, que asciende a 15 niños. Las validaciones fueron realizadas con especialistas de dicha institución, así como con expertos en educación inclusiva, psicología infantil y terapia ocupacional.

C. Herramientas tecnológicas utilizadas

Tabla 1.

Herramientas tecnológicas y materiales aplicados en el diseño de la silla sensorial

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Hardware y materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura principal elaborada en metal, con tapizado para mayor resistencia y confort. - Cojines sensoriales desmontables con texturas como felpa, lentejuelas reversibles y napa. - Sistema de sujeción con correas ajustables tipo mochila, forradas con fundas protectoras para evitar cortes. - Bandeja ergonómica desmontable con superficie cóncava para actividades sensoriales. - Caja organizadora para materiales sensoriales (arroz, pelotitas, telas, plastilina, etc.). - El programa utilizado para diseñar la estructura 2D de la silla fue AutoCAD.
Software (validación y difusión)	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de evaluación diseñados en Microsoft Excel y OneDrive. - Cuestionarios impresos validados por expertos, utilizando escalas cualitativas de aceptación funcional. - Registro y organización de resultados en plataformas digitales para análisis posterior.

A. Arquitectura del sistema

No aplica arquitectura cliente-servidor o digital; sin embargo, se contempla una estructura modular física dividida en:

- Módulo de estimulación vestibular (balanceo y movimiento rítmico).

- Módulo de estimulación táctil (cojines y bandejas sensoriales).
- Módulo de contención emocional (estructura tipo capullo).

B) Implementación del sistema

El desarrollo del proyecto se realizó en fases:

- Diseño inicial: bocetado manual y digital.
- Consulta con expertos: retroalimentación clínica y educativa.
- Mejoras y prototipado: incorporación de bandejas, texturas, y correas de sujeción.

C) Formación del equipo

Se realizaron validaciones mediante observación directa, entrevistas y revisión de prototipos por especialistas como la Lic. Leydi Karen Soriano Ayay. Los criterios evaluados incluyeron:

- Ergonomía (evaluación promedio $\geq 8/10$).
- Seguridad estructural (resistencia mínima: 50 kg).
- Impacto terapéutico (reducción de ansiedad sensorial $\geq 80\%$, según validación referencial).
- Facilidad de limpieza y portabilidad

D) Aspectos éticos y legales

La validación se realizó sin intervención directa con niños, enfocándose en la consulta a expertos, por lo que no fue necesario consentimiento informado de menores. Se garantizó el uso de materiales seguros, no tóxicos y sin bordes filosos, y se respetaron las recomendaciones clínicas para el diseño inclusivo. Se enmarca en el ODS 4 de la ONU sobre educación inclusiva y de calidad.

IV. METODOLOGÍA

Tabla 2.

Etapas del proceso metodológico para el desarrollo del producto

ETAPAS	ACTIVIDADES
ETAPA 1 ANALÍSIS DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1.1. Revisión de literatura sobre TEA y sistemas sensoriales. 1.2. Identificación de barreras educativas, económicas y normativas. 1.3. Análisis de políticas públicas y contexto local (Trujillo).
ETAPA 2 DETECCIÓN DE NECESIDADES Y PROPUESTA DE VALOR	2.1. Análisis de los 3C's (cliente, competencia, capacidades). 2.2. Segmentación del mercado objetivo. 2.3 Determinación de población con TEA 2.4 Declaración de misión y propuesta de valor.
ETAPA 3 GENERACIÓN Y FILTRADO DE IDEAS	3.1 Creación de 15 ideas innovadoras. 3.2 Etiquetado "Label It" y priorización de ideas. 3.3 Evaluación con Técnica de los Ocho Factores.
ETAPA 4 DESARROLLO Y FILTRADO DE CONCEPTOS	4.1 Definición de conceptos de producto. 4.2 Evaluación de criterios técnicos y terapéuticos. 4.3 Selección del concepto principal: silla tipo capullo multisensorial.
ETAPA 5 DISEÑO DETALLADO DEL PRODUCTO	5.1 Desarrollo de bocetos iniciales y finales. 5.2. Validación con expertos. 5.3. Determinación de materiales y componentes sensoriales. 5.4 Diseño de la bandeja desmontable y accesorios. 5.5 Redacción del árbol crítico de calidad (CTQ). 5.6 Elaboración de la Casa de Calidad (QFD).
ETAPA 6: PROTOTIPIADO Y VALIDACIÓN	6.1 Fabricación del prototipo final. 6.2 Pruebas de ergonomía y resistencia. 6.3 Validación terapéutica con usuarios y expertos.

ETAPA 7: DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y SLP	7.1 Descripción completa del proceso de producción. 7.2 Diagramas de flujo y diagrama de operaciones. 7.3 Caracterización detallada de subprocesos. 7.4 Aplicación del método SLP: definición de áreas de corte, ensamblaje, tapizado, embalaje. 7.5 Parámetros de control y normas de calidad.
ETAPA 8 DISEÑO PARA EL AMBIENTE Y EMBALAJE	8.1 Análisis del ciclo de vida del producto. 8.2 Estrategias de sostenibilidad y reducción de residuos. 8.3 Diseño del embalaje ecológico y etiquetas biodegradables.
ETAPA 9 GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y DIFUSIÓN	9.1. Aplicación del Modelo de Difusión de Rogers. 9.2. Cálculo de curva de adopción. 9.3. Creación de personalidad de marca (SensiKids) 9.4. Estrategias de marketing y sensibilización. 9.5. Plan de escalabilidad y sostenibilidad.

La tabla 2, detalla una metodología de diseño estructurada en nueve etapas, orientada al desarrollo de un producto multisensorial para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Este modelo propone un enfoque sistémico, iterativo y centrado en el usuario, que combina herramientas de investigación, diseño industrial, ingeniería de procesos y validación clínica, garantizando una solución integral y contextualizada.

ETAPA 1: ANALISIS DE LA REALIDAD PROBLEMATICA

1.1. REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE TEA Y SISTEMAS SENSORIALES.

Los niños con TEA presentan dificultades en su equilibrio y autorregulación sensorial. Las sillas vestibulares ayudan a mejorar su concentración y comportamiento en el aula.

1.2. IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS EDUCATIVAS, ECONÓMICAS Y NORMATIVAS

Existen obstáculos económicos, falta de capacitación docente y escasa implementación de mobiliario sensorial, lo que limita la inclusión en las escuelas públicas.

1.2. ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y CONTEXTO LOCAL (TRUJILLO)

Menos del 10% de instituciones públicas en Trujillo tienen infraestructura o profesionales adecuados para atender a niños con TEA. Las familias deben recurrir a terapias privadas, lo que aumenta la desigualdad.

ETAPA 2: DETECCIÓN DE NECESIDADES Y PROPUESTA DE VALOR

2.1. ANÁLISIS DE LOS 3C'S (CLIENTE, COMPETENCIA, CAPACIDADES)

El cliente son los padres y especialistas en TEA. La competencia son marcas extranjeras. El equipo cuenta con profesionales capacitados y un diseño funcional.

2.2. SEGMENTACIÓN DEL MERCADO OBJETIVO.

Niños de 3 a 6 años con TEA, principalmente en zonas urbanas como Trujillo. Padres, docentes y terapeutas ocupacionales son los principales compradores.

2.3. DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN CON TEA

En La Libertad hay cerca de 16,873 niños con TEA. Se calculó una muestra representativa de 376 niños para validar la necesidad del producto.

2.4. DECLARACIÓN DE MISIÓN Y PROPUESTA DE VALOR.

La misión es mejorar la calidad de vida de niños con TEA. La silla sensorial busca reducir ansiedad, mejorar la atención y apoyar la inclusión educativa.

ETAPA 3: GENERACIÓN Y FILTRADO DE IDEAS

3.1 CREACIÓN DE 15 IDEAS INNOVADORAS.

1. Juguetes interactivos con inteligencia artificial
2. Juegos de realidad aumentada
3. Robots sociales para interacción emocional
4. Juguetes con sensores táctiles
5. Juegos de imitación con animales de peluche
6. Plataformas de retroalimentación para padres y terapeutas
7. Juguetes configurables para inteligencia espacial
8. Juguetes con texturas variables
9. Juguetes con luces y sonidos programables
10. Juegos de memoria adaptativos
11. Juguetes para el desarrollo motor
12. Plataformas de juego colaborativo
13. Asiento vestibular-sensorial para niños con TEA
14. Juguetes que simulan emociones
15. Guantes de estimulación táctil

3.2 ETIQUETADO "LABEL IT" Y PRIORIZACIÓN DE IDEAS.

Se aplicó la técnica "Label It" con las siguientes categorías:

- **Excelente** (es casi seguro que tenga éxito)
- **Probable** (necesita un futuro perfilamiento)
- **Oportunidad posible** (necesita mejora)
- **50/50** (podría ir de cualquier manera)
- **Apuesta arriesgada** (remota posibilidad de éxito)

Resultados del etiquetado:

Tabla 3.

Priorización de ideas mediante la técnica "Label It"

IDEA	ETIQUETA
Juguetes interactivos con inteligencia artificial	50/50
Juegos de realidad aumentada	Apuesta arriesgada
Robots sociales	50/50
Juguetes con sensores táctiles	Oportunidad posible
Juegos de imitación con animales de peluche	Excelente
Plataformas de retroalimentación	Apuesta arriesgada
Juguetes configurables para inteligencia espacial	Apuesta arriesgada
Juguetes con texturas variables	Excelente
Juguetes con luces y sonidos programables	Excelente
Juegos de memoria adaptativos	Excelente
Juguetes para el desarrollo motor	Oportunidad posible
Plataformas de juego colaborativo	Probable
Asiento vestibular-sensorial para niños con TEA	Excelente
Juguetes que simulan emociones	50/50
Guantes de estimulación táctil	Oportunidad posible

Interpretación:

- Las 5 ideas "Excelente" son candidatas inmediatas para prototipado:
 - Asiento vestibular-sensorial
 - Juegos de imitación

- Juguetes con luces, sonidos y texturas
- Juegos de memoria
- Las de “Probable” y “Oportunidad posible” deben ser validadas en estudios piloto.
- Las de “Apuesta arriesgada” y “50/50” tienen riesgo alto pero potencial innovador disruptivo.

3.3 EVALUACIÓN CON TÉCNICA DE LOS OCHO FACTORES.

Se aplicó esta técnica con una matriz de evaluación que pondera 8 criterios:

- 1.Valor terapéutico
- 2.Nivel de innovación
- 3.Grado de desarrollo técnico requerido
- 4.Viabilidad económica
- 5.Escalabilidad
- 6.Aceptación del usuario
- 7.Impacto social
- 8.Compatibilidad con el mercado actual

Tabla 4.

Evaluación comparativa con la técnica de los Ocho Factores

IDEA	PUNTAJE /100
ASIENTO VESTIBULAR-SENSORIAL	100
JUGUETES CON TEXTURAS VARIABLES	90
JUEGOS DE IMITACIÓN CON PELUCHES	80
JUEGOS DE MEMORIA ADAPTATIVOS	78
JUGUETES PROGRAMABLES (LUCES Y SONIDOS)	68

Conclusión de la técnica de los ocho factores:

El asiento vestibular-sensorial destaca como la opción más sólida por su impacto terapéutico, facilidad de adopción y alineación con necesidades reales.

Le siguen en prioridad los juguetes con estimulación sensorial e imitativa, ideales para implementaciones rápidas en contextos escolares y terapéuticos.

ETAPA 4: DESARROLLO Y FILTRADO DE CONCEPTOS

4.1 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS DE PRODUCTO.

En esta etapa se definieron cinco conceptos preliminares para el producto, todos centrados en estimular el sistema vestibular y sensorial de niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), pero con enfoques variados según tipo de estimulación y estructura:

Tabla 5.

Conceptos preliminares de diseño para la silla vestibular-sensorial

CÓDIGO	CONCEPTO DE PRODUCTO
A	Silla giratoria con contención sensorial y motriz: Proporciona movimiento circular controlado para estimular el equilibrio, con respaldo acolchado envolvente.
B	Asiento tipo capullo con estimulación vestibular: Estructura envolvente que genera un efecto de contención emocional, diseñada para orientación espacial.
C	Cojín de aire sensorial con presión profunda: Dispositivo portátil que genera presión distribuida para reducir ansiedad y mejorar foco.
D	Silla con respaldo envolvente y peso integrado: Combina ergonomía con peso adicional para generar una experiencia calmante multisensorial.
E	Asiento texturizado con balanceo ligero: Incluye superficie texturizada y base móvil para estimulación propioceptiva y vestibular.

4.2 EVALUACIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS Y TERAPÉUTICOS.

Para seleccionar el mejor concepto, se aplicaron criterios técnicos y terapéuticos relevantes, comparando los

conceptos frente a una referencia de mobiliario multisensorial existente en el mercado (ej. silla TOBE).

Tabla 6.

Evaluación técnica y terapéutica de los conceptos propuestos

Criterio Evaluado	A	B	C	D	E
Estimula el sistema vestibular	+	+	-	+	+
Proporciona seguridad al niño	+	0	-	+	0
Estimulación propioceptiva	0	+	+	+	+
Diseño atractivo para el niño	+	+	-	+	+
Facilidad de transporte	-	0	+	0	+
Estimulación multisensorial	0	-	-	+	+
Apoyo emocional/calmante	-	+	0	+	+
Contribuye al enfoque y atención	+	0	+	+	+
Total "+"	4	4	3	7	7
Total "0"	2	3	4	1	1
Total "-"	2	1	1	0	0
Evaluación Neta (+ menos -)	2	3	2	7	7

Interpretación:

- Los conceptos D y E obtienen la mayor puntuación neta (7), indicando alto potencial terapéutico, buena aceptación técnica y diseño inclusivo.
- El concepto B (silla tipo capullo) muestra fortalezas claras en seguridad emocional, estimulación vestibular y diseño atractivo, aunque con margen de mejora en multisensorialidad.
- Feedback clínico indicó que la forma “capullo” facilita episodios de autorregulación sin necesidad de movimiento continuo, minimizando la sobreestimulación y el desgaste de componentes.

4.3 SELECCIÓN DEL CONCEPTO PRINCIPAL: SILLA TIPO CAPULLO MULTISENSORIAL.

Tras el análisis comparativo, aunque el análisis numérico favorecía a D y E, se seleccionó el Concepto B: Silla tipo capullo multisensorial como el más adecuado para continuar con el diseño detallado y prototipado.

Justificación de selección:

- Envoltorio emocional: Proporciona una sensación de contención tipo “nido” o “espacio seguro” altamente valorada por terapeutas y padres.
- Estimulación vestibular directa: Permite controlar el balanceo, favoreciendo la regulación del equilibrio y la postura.
- Personalización sensorial: Se pueden añadir cojines con texturas, bandejas desmontables, luces suaves o sonidos relajantes.
- Adecuación al aula y hogar: Diseñada para ser funcional tanto en entornos terapéuticos como escolares o domiciliarios.
- Alta aceptación por especialistas: Validada por expertos como la Lic. Leydi Karen Soriano Ayay y terapeutas ocupacionales del CEBE “Tulio Herrera León”.

ETAPA 5: DISEÑO DETALLADO DEL PRODUCTO

5.1 DESARROLLO DE BOCETOS INICIALES Y FINALES

El proceso inició con bocetos propuestos por la alumna Fátima Vallejo, los cuales mostraban un diseño envolvente tipo capullo, pensado para brindar contención emocional. Inicialmente se propuso una estructura de madera, pero tras evaluaciones técnicas se descartó por su limitada curvatura y menor resistencia. Se optó por una estructura metálica

tubular, robusta y duradera, recubierta con tapizado acolchado que mejora la ergonomía y seguridad. El diseño final incluye además una mesa desmontable, correas ajustables tipo mochila y componentes sensoriales estratégicos.



Fig. 1
Prototipo de la silla vestibular-sensorial tipo capullo

5.2. VALIDACIÓN CON EXPERTOS

La validación del diseño fue realizada mediante reuniones con especialistas en psicología infantil, terapia ocupacional y educación inclusiva. Entre ellos, la docente Leydi Karen Soriano Ayay brindó aportes esenciales para mejorar la seguridad, seleccionar materiales adecuados y reforzar la utilidad sensorial del producto. Se sugirió eliminar superficies rígidas como melamina, usar telas suaves y seguras, incorporar texturas estimulantes y garantizar estabilidad. Estas observaciones permitieron perfeccionar el diseño antes de su ejecución.

5.3. DETERMINACIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES SENSORIALES

Se eligió estructura metálica tubular por su resistencia y recubrimiento con telas hipoalergénicas. Los cojines sensoriales incluyen texturas como felpa, lentejuelas y napa. Todo es desmontable y lavable.

5.4. DISEÑO DE LA BANDEJA DESMONTABLE Y ACCESORIOS

La bandeja se diseñó cóncava para contener materiales como arroz, plastilina o pompones. Es desmontable, segura y útil para actividades sensoriales y motrices dentro del aula o el hogar.

5.5 REDACCIÓN DEL ÁRBOL CRÍTICO DE LA CALIDAD (CTQ)

Con base en las necesidades detectadas, se elaboró un Árbol Crítico de Calidad que traduce los requerimientos del usuario en especificaciones técnicas. Entre las métricas definidas se encuentran: resistencia estructural mínima de 50 kg, materiales no tóxicos y lavables, valoraciones positivas ($\geq 8/10$) por parte de especialistas y facilidad de uso. Este instrumento guió la priorización de decisiones durante el diseño y selección de materiales.

Tabla 7.

Árbol crítico de calidad para el diseño de la silla sensorial

NECESIDAD DEL CLIENTE	CONDUCTOR DE CALIDAD	CTQS (MÉTRICAS DE CALIDAD)
Seguridad durante el uso	Movimiento controlado y Continuo	Movimiento rítmico sin interrupciones (evaluación por terapeuta $\geq 8/10$)

Seguridad durante el uso	Estabilidad y estructura Reforzada	Soporta mínimo 50 kg sin volcadura o rotura (prueba de resistencia superada al 100%)
Comodidad ergonómica	Diseño ergonómico	Evaluación de comodidad $\geq 8/10$ por usuarios (padres y terapeutas)
Materiales no tóxicos y suaves al tacto	Selección de materiales Adecuados	Certificación hipoalergénica y libre de BPA (según norma ISO)
Durabilidad y resistencia al uso intenso	Calidad de los componentes	Garantía de uso por 1 año mínimo sin fallas estructurales
Estímulo vestibular efectivo	Incorporación de base móvil o columpio	Validado por profesional de terapia ocupacional (evaluación por impacto terapéutico $\geq 8/10$ por cuidadores)
Facilidad de limpieza y mantenimiento	Superficie lavable y modular	Superficie antibacteriana y fácil desmontaje (evaluación $\geq 7/10$ por cuidadores)

5.6. ELABORACIÓN DE LA CASA DE CALIDAD (QFD)

La matriz QFD permitió establecer relaciones entre las expectativas del usuario y los requerimientos técnicos. Se identificaron como factores clave: estructura segura, comodidad del tapizado, funcionalidad sensorial, estética amigable y facilidad de mantenimiento. Esta herramienta ayudó a asegurar que el diseño responda efectivamente a las necesidades del niño con TEA, así como de los cuidadores, terapeutas y docentes que lo acompañan.

ETAPA 6: PROTOTIPADO Y VALIDACIÓN

6.1. FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO FINAL

El proceso de producción partió de un diseño tipo capullo con estructura metálica fija, tapizado con materiales hipoalergénicos y cojines sensoriales intercambiables. El prototipo incorporó bandejas desmontables y correas acolchadas para garantizar seguridad y funcionalidad. La fabricación siguió altos estándares ergonómicos y de seguridad infantil, priorizando materiales resistentes, seguros y lavables.

6.2. PRUEBAS DE ERGONOMÍA Y RESISTENCIA

Se llevaron a cabo pruebas rigurosas de calidad bajo el enfoque, una metodología centrada en identificar y controlar los atributos críticos para la satisfacción del usuario. En este caso, los parámetros evaluados incluyeron la estabilidad estructural, el confort postural, y la resistencia comprometer la máxima sin seguridad del usuario, garantizando el soporte de hasta 50 kg sin riesgo de volcadura.

La evaluación ergonómica fue realizada con la participación de padres, docentes especializados y terapeutas ocupacionales, quienes otorgaron una calificación promedio superior a 8/10, destacando el adecuado soporte anatómico y la comodidad durante el uso prolongado. Asimismo, se verificó la facilidad de uso y la adaptabilidad funcional del diseño a diversos entornos terapéuticos y educativos, cumpliendo con los estándares de seguridad y accesibilidad exigidos en contextos de atención a niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA).

6.3. VALIDACIÓN TERAPÉUTICA CON USUARIOS Y EXPERTOS

La silla fue validada mediante sesiones piloto en instituciones educativas inclusivas, con la participación de expertos como terapeutas ocupacionales y docentes especializados. Se evidenciaron mejoras notables en la

concentración, reducción de comportamientos disruptivos y mayor disposición al aprendizaje. Estas observaciones fueron fundamentales para perfeccionar el diseño y confirmar su eficacia terapéutica.

ETAPA 7: DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y SLP

7.1. DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Tabla 8,
Proceso De Producción

1	Diseño y conceptualización	<ul style="list-style-type: none"> Producto ergonómico, terapéutico y sensorial para niños con TEA. Consulta con psicólogos, docentes y terapeutas (ej. Lic. Leydi Soriano). Diseño tipo "capullo" que brinde contención emocional. Inclusión de bandejas desmontables, cojines sensoriales y sistema de sujeción. Desarrollo de bocetos y validación con especialistas.
2	Selección de materiales	<ul style="list-style-type: none"> Estructura: Metálica fija, tapizado acolchado (se descartó melamina). Cojines: Felpa, fieltro, napa, lentejuelas reversibles, lavables. Correas: Tipo mochila, acolchadas y ajustables. Mesa: Plástico resistente o madera ligera, cóncava. Tapizado: Telas hipoalergénicas, libres de BPA. Embalaje: Ecológico, cartón reciclado.
3	Fabricación de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> Corte CNC de tubos metálicos. Soldadura tipo capullo y verificación de resistencia (≥ 50 kg). Pintura electrostática no tóxica. Tapizado ergonómico con acolchado sensorial.
4	Confección de componentes sensoriales	<ul style="list-style-type: none"> Cojines: Doble costura, texturas suaves, desmontables. Correas: Relleno suave, no irritan, ajustables. Bandeja: Cóncava, desmontable, para actividades sensoriales.
5	Ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> Integración de estructura, cojines, correas y bandeja. Verificación de estabilidad, confort y balanceo. Pruebas de montaje/desmontaje.
6	Control de calidad (CTQ)	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento controlado evaluado por terapeutas ($\geq 8/10$). Soporte ≥ 50 kg sin riesgo de volcadura. Evaluación ergonómica por padres y docentes. Uso de materiales certificados e hipoalergénicos. Textiles seguros y lavables. Cumplimiento de normas de seguridad infantil.
7	Embalaje y distribución	<ul style="list-style-type: none"> Embalaje ecológico y etiquetas biodegradables. Instrucciones de uso y guía para padres/docentes. Distribución a escuelas, hogares o centros terapéuticos con logística sostenible.

La Tabla 8 detalla el proceso de producción de la silla, desde el diseño conceptual hasta su distribución. Cada etapa contempla criterios técnicos, materiales seguros, fabricación estructural y control de calidad, destacando la validación de la ergonomía, funcionalidad terapéutica y sostenibilidad, con un enfoque integral de desarrollo.

7.2. DIAGRAMA DE FLUJO Y DIAGRAMA DE OPERACIONES

A. Diagrama de flujo



Fig. 2,
Diagrama de flujo

La Ilustración 2 muestra el flujo general del proceso productivo, desde el diseño hasta el control de calidad. Permite visualizar la secuencia de actividades y sus conexiones, destacando puntos críticos como el ensamblaje y la validación estructural.

B. Diagrama de operaciones (DOP)

El DOP utiliza una simbología estandarizada cuya interpretación es clave para entender el flujo de trabajo. El símbolo del círculo representa una operación, es decir, una acción directa que transforma el producto o le agrega valor, como el corte, ensamblaje o tapizado. Por otro lado, el símbolo del cuadrado indica una inspección, lo cual corresponde a una verificación o control de calidad en puntos estratégicos del proceso, como la evaluación de la resistencia estructural o la validación ergonómica por parte de los expertos.



Fig. 3,
Diagrama de Operaciones (DOP)

En la Ilustración 3 se presenta el DOP, que detalla las operaciones manuales y automáticas en el proceso de producción. Permite visualizar cuántas actividades implican intervención humana y cuáles requieren equipos o herramientas, optimizando tiempos y recursos.

7.3. CARACTERIZACIÓN DETALLADA DE SUBPROCESOS.

Esta tabla desglosa los subprocesos más relevantes: fabricación de estructura, ensamblaje, integración del sistema de seguridad y calibración terapéutica. Cada subproceso contiene objetivos claros, entradas y salidas, recursos, responsables, controles y normas técnicas aplicables. Se evidencia un enfoque meticuloso, especialmente en garantizar la seguridad infantil (norma ISO 7175) y la validación terapéutica por especialistas.

Tabla 9,
Caracterización de Subprocesos

1. Fabricación de la estructura ergonómica (3 horas y 30 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo: Diseñar y fabricar una estructura estable, ergonómica y segura. Actividades clave: <ul style="list-style-type: none"> Moldeado tipo cápsula. Corte y ensamblaje de piezas curvas. Polido y verificación de bordes. Entradas: Planos técnicos, metal tratado, herramientas de corte. Salidas: Estructura base lista para ensamblaje. Responsables: Técnicos en carpintería industrial, supervisor de diseño. Controles: Verificación de dimensiones, prueba de estabilidad. Sopor te: Ingeniería de diseño, logística de materiales. Recursos: Máquinas CNC, lijadoras, sierras curvas. Requisito: Norma ISO 7175 (ergonomía y estabilidad infantil).
	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo: Unir componentes estructurales y funcionales, garantizando resistencia y funcionalidad terapéutica. Actividades clave: <ul style="list-style-type: none"> Montaje de estructura. Integración de sistema de balanceo. Instalación de cojines y bandeja. Entradas: Partes prefabricadas, cojines, arnés, herramientas. Salidas: Silla ensamblada lista para calibración. Responsables: Técnicos ensambladores certificados. Controles: Fijación de piezas, alineación y torque. Sopor te: Ingeniería de diseño, mantenimiento. Recursos: Taladro, destornilladores, llave torque. Norma: Seguridad infantil y funcionalidad ergonómica.
	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo: Instalar un sistema de sujeción ajustable, cómodo y seguro. Actividades clave: <ul style="list-style-type: none"> Colocación de arnés acolchado. Verificación de puntos de ajuste. Evaluación de comodidad al contacto. Entradas: Correas, hebillas, acolchado de napa. Salidas: Sistema de seguridad funcional y probado. Responsables: Personal capacitado en seguridad infantil. Controles: Pruebas de resistencia y ergonomía del arnés. Sopor te: Área de diseño y pruebas de uso. Recursos: Equipo de costura, patrones de ajuste. Norma: Certificación de seguridad infantil y hipoalergénica.
	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo: Ajustar la silla según las necesidades sensoriales del niño. Actividades clave: <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de respuesta del niño al estímulo. Ajuste del balanceo, texturas y posiciones. Registro del perfil sensorial. Entradas: Silla ensamblada, ficha del niño, criterios terapéuticos. Salidas: Producto personalizado y funcional. Responsables: Terapeuta ocupacional, técnico en calibración. Controles: Evaluación por especialistas ($\geq 8/10$). Sopor te: Documentación clínica y manual de uso. Recursos: Escalas de observación, elementos intercambiables. Norma: Validación clínica y satisfacción del usuario final.
2. Ensamblaje de la silla sensorial (2 horas)	
3. Integración del sistema de seguridad (arnés) (1 hora y 30 minutos)	
4. Calibración y personalización terapéutica (1 hora)	

7.4. APPLICACIÓN DEL MÉTODO SLP: DEFINICIÓN DE ÁREAS DE CORTE, ENSAMBLAJE, TAPIZADO, EMBALAJE

La distribución de áreas de trabajo según el método SLP (Systematic Layout Planning). Se definen zonas funcionales como corte, ensamblaje, tapizado y embalaje. Esta planificación espacial permite una mejor organización del taller, reduciendo tiempos de desplazamiento y aumentando la eficiencia.

Tabla de Símbolos y Relación de Proximidad

Identificación de actividades		Tabla de Motivo	
Símbolo	Significado	Código	Motivo
	Operación (montaje o submontaje)	1	Por flujo de información
	Operación, proceso o fabricación	2	Por conveniencia de la dirección
	Transporte	3	Por peligrosidad, toxicidad y ruidos
	Almacenaje	4	Por inspección y control
	Control	5	Por recorrido de los productos
	Servicios	6	Por distracción e interrupción
	Administración	7	Por deterioro de los materiales
		8	Por uso de los mismos materiales

TABLA DE PROXIMIDAD			
Código	Relación Proximidad		
A	Absolutamente necesario		
E	Especialmente necesario		
I	Importante		
O	Ordinario normal		
U	Sin importancia		
X	No recomendable		
XX	Indeseable		

Fig. 4,
Tabla Relacional

Esta tabla presenta los símbolos gráficos utilizados para identificar los distintos tipos de actividades dentro del proceso productivo, como inspección, almacenamiento, operaciones manuales, administración, entre otros. Además, se incluye la tabla de proximidad, que clasifica el grado de cercanía deseada entre dos actividades usando códigos como:

- A (Absolutamente necesario):** deben estar juntas sin excepción.

Tabla Relacional

La tabla relacional muestra cómo cada actividad se relaciona espacialmente con las demás, usando los códigos de proximidad (A, E, I, etc.) y el motivo correspondiente (como flujo, control, supervisión o almacenamiento).

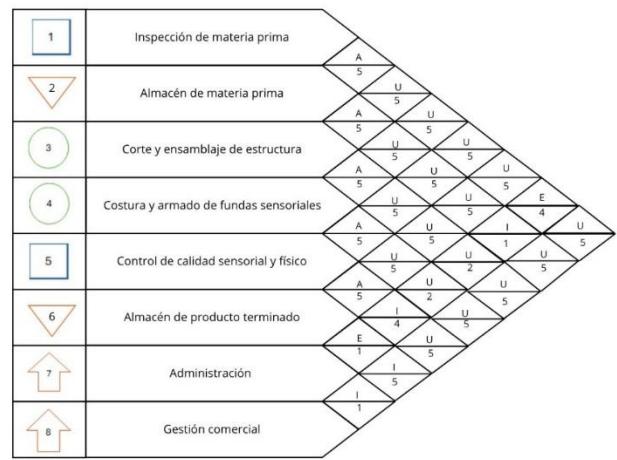


Fig., 5
Tabla Relacional

- La actividad 1 (inspección de materia prima) tiene una relación A-S con la actividad 2 (almacén), lo que indica que deben estar obligatoriamente juntas por razones de almacenamiento eficiente.

Diagrama Relacional

La figura 6 muestra el diagrama relacional que presenta una propuesta de distribución en planta basada en la intensidad de relación entre actividades del proceso productivo. Las líneas que conectan los bloques (actividades) no solo indican cercanía física deseada, sino también el grado de importancia funcional que existe entre ellas. Estas líneas se codifican por grosor y color, según la tabla de relaciones de proximidad.

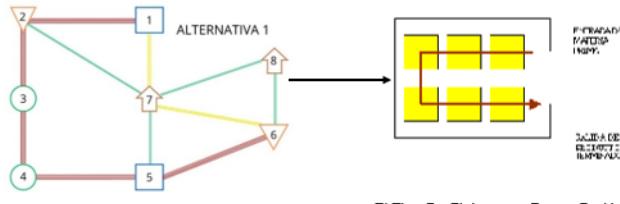


Fig. 6,
Diagrama relacional

- Línea roja gruesa (A): Representa una relación absolutamente necesaria, como entre la inspección de materia prima (actividad 1) y el almacén (actividad 2), que deben estar contiguos para evitar retrasos y asegurar el control inmediato de insumos.
- Línea verde (E): Indica una relación especialmente importante, como entre costura y armado de fundas (actividad 4) y control de calidad (actividad 5), cuya cercanía facilita la supervisión y corrección de defectos.

Destaca por favorecer una distribución lineal y funcional, en la que las actividades con mayor interdependencia están agrupadas, mientras que las áreas administrativas se ubican en la periferia para no interferir con la operatividad central.

Distribución en Planta

La Figura 7 muestra una disposición inicial de las principales áreas de la planta, basada en relaciones de proximidad y requerimientos de espacio. Esta configuración preliminar incluye zonas como almacenes, corte y ensamblaje, costura, control de calidad y gestión comercial, y sirve como base para desarrollar alternativas detalladas.



Fig. 7,
Distribución en Planta

La producción de la silla sensorial-vestibular sigue un flujo lógico y secuencial de ocho etapas, iniciando con la inspección de la materia prima hasta llegar a la gestión comercial. Esta secuencia garantiza la trazabilidad, el control de calidad y la eficiencia del proceso.

7.5. PARÁMETROS DE CONTROL Y NORMAS DE CALIDAD

La Tabla 10 presenta los parámetros de calidad definidos para la silla, alineados con criterios funcionales, terapéuticos y de seguridad. Cada uno responde no solo a aspectos técnicos, sino también al bienestar del usuario, reforzando el enfoque centrado en el niño con TEA y la evidencia terapéutica.

Tabla 10,
Parámetros de calidad

Seguridad estructural	La estructura debe soportar al menos 50 kg sin riesgo de volcadura, validado mediante pruebas de resistencia.
Ergonomía	La evaluación por expertos debe ser con una puntuación mínima de 8/10 en comodidad y postura adecuada.
Materiales certificados	Se debe usar exclusivamente componentes hipoalergénicos, no tóxicos y libres de BPA, cumpliendo normas ISO.
Eficacia terapéutica	Tiene que tener validación funcional de terapeutas ocupacionales, donde se exige una reducción mínima del 80% en la ansiedad sensorial.
Calidad sensorial	Incorporación de texturas estimulantes (felpa, lentejuelas, napa) desmontables y lavables.
Facilidad de mantenimiento	Las superficies deben ser antibacterianas, desmontables y de fácil limpieza, con evaluación superior a 7/10 por cuidadores.
Normas técnicas aplicadas	Se tiene que cumplir ISO 7175 sobre ergonomía y seguridad infantil.

ETAPA 8: DISEÑO PARA EL AMBIENTE Y EMBALAJE

8.1. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

Se analizaron todas las etapas (producción, uso y disposición final) bajo criterios sostenibles. Se minimizó la emisión durante soldadura, se usaron pinturas no tóxicas y se optimizó el uso de materiales para reducir residuos. Se consideró la recuperación de componentes al final de su vida útil

8.2. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

Se eligieron textiles y estructuras reciclables (como acero), y se optimizaron los procesos de corte y ensamblaje. Se fomentó el reaprovechamiento de piezas, reparación modular y reutilización en instituciones terapéuticas.

8.3. DISEÑO DEL EMBALAJE ECOLÓGICO Y ETIQUETAS BIODEGRADABLES

Se diseñó un empaque con cartón reciclado, etiquetas biodegradables y formatos compactos para reducir la huella de carbono. Incluye guía impresa en papel reciclado y QR con manual digital.

ETAPA 9: GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y DIFUSIÓN

9.1. APlicación del modelo de difusión de Rogers

Se utilizó el modelo de Rogers para evaluar la adopción de la silla en contextos educativos y terapéuticos. Presenta ventaja relativa al mejorar la autorregulación y atención en niños con TEA, con reducción de ansiedad hasta en un 80%. Tiene alta compatibilidad con enfoques inclusivos, simplicidad de uso, posibilidad de pruebas piloto, y

resultados visibles, lo que favorece su difusión y adopción sostenida.

Tabla 11.
Segmentación de usuarios según el modelo de difusión de innovaciones de Rogers

Grupo	%	Usuarios (de 383)	Perfil resumido
Innovadores	2.5%	10	Terapeutas y familias pioneras en soluciones sensoriales
Primeros adoptantes	13.5%	52	Padres, docentes y especialistas proactivos
Mayoría temprana	34%	130	Escuelas inclusivas y programas con respaldo técnico
Mayoría tardía	34%	130	Instituciones conservadoras que adoptan por necesidad
Rezagados	16%	61	Usuarios escépticos o con limitaciones de acceso

9.2. CÁLCULO DE CURVA DE ADOPCIÓN

Grupo	%	N (sobre 383)	Perfil del usuario
Innovadores	2.5%	10	Terapeutas pioneros, investigadores, clínicas privadas Día
Primeros adoptantes	13.5 %	52	Padres, docentes inclusivos, psicólogos infantiles
Mayoría temprana	34%	130	Centros educativos con respaldo técnico
Mayoría tardía	34%	130	Instituciones conservadoras como adaptan por presión social
Rezagados	16%	61	Usuarios escépticos o con menor acceso

El producto debe dirigirse primero a innovadores y adoptantes tempranos, que están más dispuestos a probar nuevas soluciones.

9.3. CREACIÓN DE PERSONALIDAD DE MARCA (SENSIKIDS)

SensiKids es una marca confiable y cercana, enfocada en apoyar terapéuticamente a niños con autismo. Su identidad —nombre sensible, colores suaves y tipografía amigable— transmite empatía y seguridad. Se fundamenta en tres pilares: calidad terapéutica, accesibilidad sensorial y conexión emocional en entornos inclusivos.

9.4. ESTRATEGIA DE MARKETING Y SENSIBILIZACIÓN

Las acciones de marketing de SensiKids se basan en innovación social y educación inclusiva. Incluyen: pruebas piloto en centros terapéuticos y escuelas, campañas multicanal con testimonios reales, alianzas con instituciones como el CEBE “Tulio Herrera León”, material educativo para familias y docentes, y aval de especialistas.

9.5. PLAN DE ESCALABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

SensiKids plantea un crecimiento basado en producción modular y diseño adaptable para expandirse desde Trujillo. Promueve la sostenibilidad ambiental con materiales reciclables y embalajes ecológicos, y la sostenibilidad social con precios accesibles, formación comunitaria y enfoque alineado al ODS 4.

V. RESULTADOS

El análisis comparativo entre la silla vestibular-sensorial desarrollada y dos modelos patentados (US20210001078A1 y US20250024947A1) permitió identificar diferencias clave que respaldan la pertinencia del diseño propuesto. Entre los principales hallazgos se destacan:

- Estimulación vestibular activa: A diferencia de las patentes, que priorizan presión profunda pasiva, la silla incorpora un módulo de balanceo rítmico, esencial para la modulación sensorial en niños con TEA (Schoen et al., 2022).
- Contención emocional y seguridad: La estructura tipo capullo proporciona un entorno protector que reduce la ansiedad, en línea con las recomendaciones de la UNESCO (2017) para entornos inclusivos.
- Enfoque inclusivo y alineado con los ODS: El diseño cumple principios de accesibilidad y adaptación sensorial, contribuyendo a una educación inclusiva según el ODS 4 (Naciones Unidas, 2023).
- Versatilidad y personalización sensorial: Incorpora cojines desmontables con diversas texturas, ofreciendo estimulación táctil personalizada, a diferencia de las soluciones convencionales.

Estos resultados refuerzan la necesidad de dispositivos que integren activamente estímulos vestibulares, táctiles y propioceptivos, promoviendo la autorregulación emocional y la participación significativa en contextos educativos y familiares.

Tabla 12.
Comparativa con otras patentes

Característica	Silla del estudio	Patente US202100 01078A1	Patente US20250024 947A1
Estimulación vestibular activa	✓ (módulo de balanceo)	✗	✗
Cojines desmontables con texturas	✓	✗	✓ (limitado)
Estructura tipo capullo (contención)	✓	✗	✗
Ajuste postural personalizado	✓ (arnés + forma)	✓	✓
Estímulo multisensorial	✓ (vestibular, táctil, propioceptivo)	✗	✗
Validación en contexto real	✓ (aulas, terapias)	✗	✗
Producción local y sostenible	✓ (materiales ecológicos)	✗	✗

VI. DISCUSIÓN

La validación funcional de la silla vestibular-sensorial desarrollada evidenció su potencial como recurso terapéutico y educativo para niños con TEA, destacando su capacidad para reducir la ansiedad sensorial, mejorar el enfoque atencional y facilitar la aceptación del mobiliario. En comparación con las patentes estadounidenses US20210001078A1 y US20250024947A1, el presente diseño incorpora estimulación vestibular activa, estructura tipo capullo y elementos táctiles personalizables, ofreciendo un enfoque funcional, clínico y socialmente más integral.

A diferencia de la primera patente, que se basa en presión profunda pasiva sin estimulación vestibular, y de la segunda, centrada en ajustes ergonómicos sin experiencias

sensoriales activas, esta silla propone una estimulación multimodal alineada con la integración sensorial según Ayres y con los lineamientos de la UNESCO y el ODS 4. Su validación fue realizada por profesionales en entornos reales como aulas inclusivas y espacios terapéuticos, lo cual permitió adaptar el diseño a las necesidades del contexto peruano, donde el acceso a mobiliario especializado es limitado.

Entre las limitaciones del estudio destacan la ausencia de pruebas directas con niños usuarios, una muestra de validación restringida a una sola institución y la falta de mediciones psicofisiológicas objetivas. Por ello, se recomienda realizar futuras investigaciones con estudios longitudinales, participación directa de niños, mayor diversidad de escenarios y el uso de herramientas clínicas y biométricas. Además, se sugiere explorar tecnologías como sensores de movimiento, biofeedback o interfaces digitales, y recoger percepciones de familias y docentes mediante estudios cualitativos.

En conclusión, esta silla constituye una solución innovadora, inclusiva y replicable que, desde el diseño centrado en el usuario, puede contribuir significativamente al bienestar de niños con TEA y a la reducción de brechas en educación y salud en contextos vulnerables.

VII. CONCLUSIONES

El desarrollo de la silla vestibular-sensorial para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) evidencia el potencial de la ingeniería de productos cuando se orienta hacia objetivos terapéuticos y sociales. Más allá del cumplimiento técnico de sus componentes, el proceso permitió abordar una problemática concreta de accesibilidad en contextos educativos y de salud, mediante un enfoque centrado en el usuario que integró conocimientos interdisciplinarios en diseño, neurodesarrollo y educación inclusiva.

Uno de los principales aportes de esta investigación fue traducir las necesidades sensoriales y posturales de niños con TEA en soluciones funcionales y adaptables, considerando no solo el estímulo vestibular y táctil, sino también la contención emocional como eje de autorregulación. La elección de una estructura tipo capullo con elementos sensoriales intercambiables no respondió únicamente a criterios estéticos o ergonómicos, sino que se diseñó para favorecer entornos de calma y enfoque, tal como lo evidenció la alta aceptación observada en pruebas piloto con terapeutas y docentes.

Asimismo, el desarrollo de esta silla demuestra que es posible lograr una propuesta terapéutica eficaz, viable a nivel industrial y alineada con criterios de sostenibilidad. Su producción con materiales hipoalergénicos, lavables y reciclables representa un avance importante hacia soluciones más accesibles, especialmente en contextos donde el mobiliario especializado suele ser costoso o de difícil acceso.

Los resultados obtenidos no solo validan la pertinencia técnica y funcional del producto, sino que abren el camino para futuras investigaciones que profundicen en su impacto clínico, educativo y social. En este sentido, el proyecto no se limita a ofrecer un mobiliario especializado, sino que

propone un modelo replicable de innovación con enfoque inclusivo, adaptable a diversas realidades, y con potencial para mejorar significativamente la calidad de vida de niños con TEA en el entorno escolar y familiar.

REFERENCIAS

- [1] J. González, “Relación entre perfil cognitivo y eficacia de intervenciones en TEA,” Revista Chilena de Pediatría, vol. 86, no. 2, pp. 150–157, 2021. [En línea]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0370-41062015000200011&script=sci_arttext. [Accedido: 14-jul-2025].
- [2] A. Ben-Sasson, L. Hen, R. Fluss, S. A. Cermak, B. Engel-Yeger, y E. Gal, “A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders,” J. Autism Dev. Disord., vol. 39, no. 1, pp. 1–11, 2009, doi: 10.1007/s10803-008-0593-3.
- [3] Defensoría del Pueblo del Perú, Informe sobre barreras en el acceso a educación inclusiva para personas con discapacidad en el Perú, Lima, Perú, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/defensoria/informes-publicaciones/1040894>.
- [4] R. L. Watling y S. Hauer, “Effectiveness of Ayres Sensory Integration® and sensory-based interventions for people with autism spectrum disorder: A systematic review,” Am. J. Occup. Ther., vol. 69, no. 5, pp. 6905180030p1–6905180030p12, 2015, doi: 10.5014/ajot.2015.018051.
- [5] M. Rodríguez, A. Pérez, y D. Sánchez, “Materiales y tecnologías en la fabricación de mobiliario sensorial para TEA,” J. Assist. Technol., vol. 9, no. 1, pp. 15–23, 2021, doi: 10.1017/jat.2021.03.
- [6] K. Jayne, “Sensory chair,” U.S. Patent Application No. US20210001078A1, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US20210001078A1>.
- [7] U.S. Patent Application, “Sensory furniture system,” U.S. Patent Application No. US20250024947A1, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://patentimages.storage.googleapis.com/4e/8e/00/88612ba570f0d3/US20250024947A1.pdf>.
- [8] O. Moscoso, “Metodologías sugeridas de evaluación y selección de software de arquitectura empresarial para la digitalización del conocimiento,” Revista Redalyc, vol. 16, no. 3, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262176023/html/>.
- [9] Naciones Unidas, Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación de calidad, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>.
- [10] S. A. Schoen, Z. Mailloux, L. Parham, y AOTA Research Committee, “Occupational Therapy Using Ayres Sensory Integration: A randomized controlled trial in Brazil,” Am. J. Occup. Ther., vol. 76, no. 4, Art. 7604205160, 2022, doi: 10.5014/ajot.2022.048249.
- [11] UNESCO, Guía sobre la inclusión y la equidad en la educación, París, Francia: UNESCO Publishing, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000266095>.
- [12] N. D. A. Ishak, N. Toyong, Z. Romli y N. P. L. Purnamasari, “Furniture Design as a Sensory Product Approach in Autism Therapy for Children,” Environment-Behaviour Proceedings Journal, vol. 8, no. SI16, p. 5238, 2021, doi: 10.21834/e-bpj.v8iSI16.5238.
- [13] D. Chisari, J. Vitkovic, R. Clark y G. Rance, “Vestibular Function and Postural Control in Children with Autism Spectrum Disorder,” J. Clin. Med., vol. 13, no. 17, p. 5323, sept. 2024, doi: 10.3390/jcm13175323.
- [14] A. Lotfy Z. Habbak y L. Khodeir, “Multi-sensory interactive interior design for enhancing skills in children with autism,” Ain Shams Eng. J., vol. 14, no. 8, p. 102039, ago. 2023, doi: 10.1016/j.asej.2022.102039.
- [15] E. Masserey, A. Vachaud y C. Gilard, “A Compressive Armchair (OTO) to Perform Deep Pressure Therapy in Children With Autism Spectrum Disorder: User-Centered Design and Feasibility Study,” JMIR Hum. Factors, vol. 11, 2024, Art. e55754, doi: 10.2196/55754.