

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual

Diseño de juego interactivo que ayuda a la motricidad y habilidades sociales en
edad preescolar

ARTE - 498

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Licenciatura en Diseño de Productos

Presentado por:

Ruth Vanessa Jaime Espinoza

Adrián Sebastián Medina Cano

Guayaquil – Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedicamos a
Dios, nuestras familias, amigos, y
docentes que nos acompañaron en todo el
proceso de la realización de este proyecto,
ya que fueron pilar fundamental para
lograr culminarlo con éxito.

**Ruth Jaime &
Adrián Medina**

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a Dios, a nuestras familias: los Jaime Espinoza y los Medina Cano, a nuestros amigos, a nuestro gran jefe Victor Avilés, a la Tutora Da Hee Park, al profesor Jimmy Cañizares, y el equipo de investigación MIDI - AM, por todos los consejos y ayuda que nos dieron durante este gran proceso para obtener este anhelado logro.

**Ruth Jaime &
Adrián Medina**

Declaración Expresa

Nosotros Ruth Vanessa Jaime Espinoza y Adrián Sebastián Medina Cano acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 30 de mayo del 2024.

Ruth Jaime E.

Ruth Vanessa

Jaime Espinoza

0957035454

Adrián Medina

Adrián Sebastián

Medina Cano

0953205481

Evaluadores

Jimmy Cañizares

Profesor de Materia

Da Hee Park Kim

Tutora de proyecto

Resumen

El desarrollo de las habilidades motrices y sociales en niños de edad preescolar es de suma importancia para su desenvolvimiento a futuro como individuo. Este proyecto está enfocado en que estas habilidades sean desarrolladas en esta primera etapa de vida. Teniendo como objetivo principal el diseño de un juguete interactivo que, a través de actividades físicas, refuerce el desarrollo de la motricidad y el trabajo en equipo en niños de 2 a 4 años. Siguiendo la metodología Design Thinking, revisión de estudios realizados acerca del desarrollo motriz y social en niños, junto con la recolección de información primaria y secundaria, es creado Solsi, un juguete que guía a los niños mediante indicaciones de voz, en distintas etapas de actividades grupales, como lo son, la búsqueda de objetos a través de la ubicación espacial, así mismo, el encaje de piezas y armado de puzle de temáticas educativas. Solsi fue bien recibido por los niños, pudiendo completar las actividades mediante estrategias grupales que les ayudaron a alcanzar objetivos en común. Siendo Solsi un producto que desarrolla de forma activa las destrezas motrices y habilidad social en los niños.

Palabras Clave: edad preescolar, desarrollo motriz, ubicación espacial, actividades grupales, educación

Abstract

The development of motor and social skills in preschool children is of utmost importance for their future development as individuals. This project is focused on the development of these skills in this first stage of life. The main objective is the design of an interactive toy that, through physical activities, reinforces the development of motor skills and teamwork in children from 2 to 4 years old. Following the Design Thinking methodology, review of studies on motor and social development in children, along with the collection of primary and secondary information, Solsi is created, a toy that guides children through voice prompts, at different stages of group activities, such as the search for objects through spatial location, as well as the fitting of pieces and assembling puzzles of educational themes. Solsi was well received by the children, who were able to complete the activities through group strategies that helped them achieve common goals. Solsi is a product that actively develops motor skills and social skills in children.

Keywords: preschool age, motor development, spatial location, group activities, education

Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	V
Simbología.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	IX
Índice de planos.....	X
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Grupo objetivo.....	4
1.5 Marco Teórico.....	4
1.5.1 Desarrollo Motor en Preescolares.....	4
1.5.2 Teorías del Juego y Aprendizaje.....	5
1.5.3 Importancia del juego simbólico en el desarrollo cognitivo y motor.....	6
1.5.4 Habilidades Sociales y Trabajo en Equipo.....	7
1.5.5 Diseño de Juguetes.....	8
1.5.6 Uso de la tecnología en juguetes.....	8
1.5.7 Materiales adecuados para juguetes infantiles.....	9
1.5.8 Ergonomía y antropometría en juguetes para niños de 2-4 años.....	10
Capítulo 2.....	11
2. Metodología.....	12
2.1 Empatizar.....	12
2.2 Definir.....	13
2.3 Idear.....	13
2.4 Prototipar.....	13
2.5 Evaluar.....	14

Capítulo 3.....	15
3. Resultados y análisis	16
3.1 Visitas	16
3.2 Criterios de diseño	16
3.3 Proceso creativo	17
3.4 Modelado 3D	21
3.5 Fabricación.....	22
3.6 Componente tecnológico	23
3.6.1 Diseño de circuito	24
3.6.2 Diseño de aplicación móvil.....	25
3.7 Descripción del juego	31
3.8 Validaciones del producto.....	38
3.9 Elementos de juego	41
3.10 Prototipado y Validación	47
3.11 Despiece del producto.....	50
3.12 Costos.....	60
Capítulo 4.....	63
4. Conclusiones y recomendaciones	64
4.1 Conclusiones	64
4.2 Recomendaciones	64
Referencias.....	65
Anexos	68
Evidencias de Validaciones	68
Diálogos de Solsi	69
Códigos de programación del circuito de movimientos de las alas y pico de Solsi, junto con la emisión de sonidos al hablar	71
Códigos de App.....	93
Home page:	93
Página de inicio:.....	97
Primera fase:	100
Segunda Fase:	107

Abreviaturas

CDI Centros de Desarrollo Infantil

CNC Control Numérico Computarizado

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

FADCOM Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual

FDM Fused Deposition Modeling

FIMCP Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

MDF Medium Density Fibreboard

MIDI Multimedia Interactivo Didáctico Infantil

MIDI -AM Usabilidad Juegos Lúdicos MIDI Adaptados a Aplicaciones Móviles para Niños del Milenio

PCB Printed Circuit Board

PLA Ácido Poliláctico

USB Universal Serial Bus

Simbología

cm centímetros

mAH miliamperio-hora

ml mililitros

mm milímetros

v voltios

W vatio

Ω ohmio

Índice de figuras

Figura 1	Personajes de MidiToys TUN BUN	17
Figura 2	Reunión con Da Hee Park, tutora del proyecto.....	18
Figura 3	Boceto explicativo sobre las funciones de Solsi	19
Figura 4	Boceto explicativo sobre elementos de Solsi.....	20
Figura 5	Modelado 3D final de Solsi	21
Figura 6	Modelado de acoples internos para mecanismos	21
Figura 7	Impresión 3D de piezas.....	22
Figura 8	Corte CNC de piezas de madera	22
Figura 9	Post procesado de piezas impresas en 3D.....	22
Figura 10	Reuniones con alumnos de ingeniería en Mecatrónica.....	23
Figura 11	Diseño virtual de PCB para el circuito que controlará a Solsi.....	24
Figura 12	Logotipo “MIDI TOYS”	25
Figura 13	Logotipo “Solsi”	25
Figura 14	Ventana de Inicio y Selección de equipo en interfaz de app.	26
Figura 15	Botones de proximidad de equipos.....	27
Figura 16	Botón de huevo encontrado.	27
Figura 17	Botón de Nido correcto.....	28
Figura 18	Botón de Cueva encontrada.	29
Figura 19	Botones de Tablero sorpresa y Despedida de Solsi.	29
Figura 20	Prototipo de baja resolución.....	30
Figura 21	Prototipo de alta resolución	30
Figura 22	Paso 1, ayuden a Solsi a encontrar los huevos.....	32
Figura 23	Paso 2, regresen los huevos a sus nidos	32
Figura 24	Paso 3, descubran sorpresas juntos	33
Figura 25	Paso 4, resuelvan el misterio.....	34
Figura 26	Render 3D de rompecabezas con el tablero.....	34
Figura 27	Ilustraciones para temáticas de rompecabezas.....	35
Figura 28	Paso previo 1, ubicación de Solsi en área de juego	36
Figura 29	Paso previo 2, guardado de piezas en montañas	36
Figura 30	Paso previo 3, Conexión a Solsi por medio de la aplicación móvil.....	37
Figura 31	Paso previo 4, organizar a los niños en equipos	38
Figura 32	Niñas jugando con Solsi en las validaciones.	39

Figura 33	Niños escuchando la bienvenida de Solsi.	39
Figura 34	Niños realizando la primera etapa.....	40
Figura 35	Niños realizando la segunda etapa.....	40
Figura 36	Render de modelo 3D de Solsi.....	41
Figura 37	Render de modelo 3D de montañas de Solsi	41
Figura 38	Render de modelo 3D de huevos geométricos.....	42
Figura 39	Ilustración de las fichas del tablero.....	42
Figura 40	Modelo 3D de tablero para fichas.....	43
Figura 41	Modelo 3D de base de juego.....	44
Figura 42	Diseño de interfaces para la aplicación móvil de Solsi.....	45
Figura 43	Diagrama de flujo de app Solsi.....	46
Figura 44	Collage de prototipo inicial en espuma oasis.....	47
Figura 45	Collage de ideación y fabricación de puzle	47
Figura 46	Collage de primeros prototipos en impresión 3D	48
Figura 47	Collage de proceso de fabricación del producto final.....	49
Figura 48	Despiece de cabeza de Solsi	50
Figura 49	Despiece cuerpo de Solsi	51
Figura 50	Despiece de montañas de Solsi	52
Figura 51	Despiece de Componentes electrónicos.....	54
Figura 52	Despiece de base de juego y tablero para rompecabezas.....	55
Figura 53	Collage de Visitas a Unidad Educativa en el cantón Milagro	68
Figura 54	Collage de validaciones	68

Índice de tablas

Tabla 1	Lista de elementos para la cabeza de Solsi	50
Tabla 2	Lista de elementos para armazón interno de Solsi	51
Tabla 3	Lista de elementos para armar la casa de Solsi	52
Tabla 4	Lista de elementos electrónicos del circuito de Solsi	54
Tabla 5	Lista de elementos usados en la base y tablero para rompecabeza.....	55
Tabla 6	Costos de materiales para fabricación.....	60
Tabla 7	Costos de componentes electrónicos del juego.....	61
Tabla 8	Costos y depreciaciones de maquina y herramientas.....	62
Tabla 9	Precio de venta del producto.....	62

Índice de planos

Plano 1	Plano frontal del juego	56
Plano 2	Plano frontal de montañas y base.....	56
Plano 3	Plano superior de montañas y base	57
Plano 4	Plano superior de tableros y piezas.....	57
Plano 5	Plano superior de piezas de tablero.....	58
Plano 6	Plano frontal de huevos geométricos	58
Plano 7	Plano frontal de Solsi	59
Plano 8	Plano lateral de Solsi.....	59

Capítulo 1

1. Introducción

1.1 Descripción del Problema

En los prescolares es importante la continua estimulación de sus habilidades y destrezas de forma temprana ya que, estas sirven como base para su correcto desenvolvimiento tanto académico, como social y en sus vidas cotidianas en general (Rubio, 2023). El Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), en su artículo sobre el *DESARROLLO INFANTIL INTEGRAL* menciona que en los Centros de Desarrollo Infantil (CDI) los educadores siguen un plan de servicios educativos y de cuidado que contribuyen de manera activa en el crecimiento apropiado de los niños. Por lo que, dentro del rango de edad objetivo de 2 a 4 años que está establecido para el desarrollo de este proyecto, se enfoca en la estimulación activa de la motricidad (tanto fina como gruesa), la ubicación espacial y a través del desarrollo de estas destrezas, fomentar el trabajo en equipo para los niños beneficiarios de estas instituciones.

Según Brenda Sempértegui (2022), en su artículo “Centros de Desarrollo Infantil, una buena inversión para el Ecuador”, hasta el año 2022 se tenían registros de que Ecuador invertía cerca del 36% de presupuesto de educación en programas de desarrollo infantil integral, de los cuales los CDI forman parte, debido a los buenos resultados que estos programas generaban para los más de 80 mil niños beneficiados, esto demuestra la importancia que el gobierno le da al correcto desarrollo de los niños a edades tempranas y a su vez indicando que es una problemática que se debe atender.

Así también Rey Castillo en su trabajo *La construcción del concepto de trabajo en equipo a través de los juegos sociomotores en niños de preescolar* menciona que la realización de actividades contribuye al desarrollo de la capacidad de trabajar en equipo, ya que los niños trabajan en conjunto por un bien común, teniendo, así como resultado que los niños puedan trabajar en conjuntos con demás personas para la resolución de problemas. (Rey Castillo, D. R. (2020)).

1.2 Justificación del Problema

La deficiencia motriz en los niños afecta la capacidad de desenvolvimiento en el mundo que los rodea, esto puede influir en su desempeño escolar, al tener dificultades físicas de por ejemplo no caminar, correr, saltar de forma correcta, en general, para controlar los movimientos de su cuerpo, o en complejos sociales, ya que su conducta va a estar condicionada por el actuar de las personas que lo rodean. (Luís, A., De Mora, M., Lic, I. S., & Andaluz Zúñiga, J. V. (2019)).

El desarrollo de la motricidad fina a tempranas edades contribuye en gran medida al crecimiento cognitivo de los niños en etapas posteriores de aprendizaje como, por ejemplo, al correcto proceso de aprender a escribir. (Herrera, I. C. B., Parado, J. C. B., & Aburto, L. L. G. (2021)).

Por otra parte, la motricidad gruesa demanda una estimulación de varios músculos a la vez, por lo tanto, influye en gran medida a las capacidades físicas de los infantes, en actividades comunes como lo sería el caminar. (Vázquez, H. I. R., Palchisaca, Z. G. T., Mediavilla, C. M. Á., & Jarrín, S. A. (2020)).

Conectado con la motricidad está el entendimiento de la ubicación espacial, que comprende la localización y distancia tanto de nuestro propio cuerpo como de los objetos o demás personas con respecto a otro ente. (Tinedo Olaya, F. A. (2022)). Esta destreza contribuye en gran medida al desarrollo cognitivo asociado a la lógica matemática y sus derivados (Marín Marín, C. P. (2013)).

Otro punto que tratar en el desarrollo de este proyecto es el desenvolvimiento social de los niños preescolares a través del trabajo en equipo, lo cual fomenta el lado más sociable de los infantes contribuyendo juntos por un objetivo grupal. (Rey Castillo, D. R. (2020)).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un juguete interactivo que, a través de actividades físicas, refuerce el desarrollo de la motricidad y el trabajo en equipo en niños de 2 a 4 años.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Crear un producto que estimule la motricidad y habilidad social de los prescolares mediante el trabajo en equipo.
2. Confirmar el funcionamiento y la usabilidad del producto a través de prototipos.
3. Validar mediante prototipos de alta fidelidad, el impacto en el desarrollo de las destrezas motrices y habilidades sociales de los niños.

1.4 Grupo objetivo

El grupo objetivo de este proyecto son los niños de 2-4 años asistentes a Unidades Educativas y Centros de Cuidado Infantil. Dentro de estos centros, los niños realizan actividades de juegos didácticos y estimulantes que fomentan el aprendizaje en distintas áreas educativas.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Desarrollo Motor en Preescolares

Pardo (2023) redacta en su reporte “*Actividades lúdicas para desarrollar la motricidad fina en los niños de 4 años de la Institución Educativa ‘Rodrigo Chávez González’, Huaquillas, Ecuador, 2022*” el cual buscaba responder a la interrogante de como este tipo de actividades influyen en el desarrollo de la motricidad fina para el grupo objetivo que estableció, concluyó después de la realización de 12 talleres enfocados en la psicomotricidad, que este tipo de actividades muestran de forma progresiva mejoras en las destrezas de los niños y resalta que es de suma importancia que se implementen de forma activa este tipo de métodos de enseñanzas.

Por otra parte, Serrano (2020), en su proyecto de titulación para Licenciatura en Educación Prescolar titulado “Fortalecimiento de la dimensión cognitiva de los niños de transición 6 de la Escuela Superior de Bucaramanga, para la adquisición de las nociones matemáticas de ubicación espacial, mediante el juego y la música como estrategias lúdico pedagógicas”, pudo observar la importancia de las actividades recreativas en el proceso de aprendizaje de posteriores conocimientos ya que estas actividades fortalecen las bases para procesos de pensamientos más complejos, como es el caso en este proyecto, la relación que guarda el desarrollo de la ubicación espacial con el entendimiento de principios básicos de matemáticas.

1.5.2 Teorías del Juego y Aprendizaje

Teoría de Vygotsky

Según Vygotsky (1933/1982) el juego libre y espontáneo desarrolla la imaginación de los niños, transformando la realidad que observa, y de esta manera se potencia su capacidad creativa para resolver situaciones. Vygotsky define al juego como una estrategia de aprendizaje que favorece la motivación, concentración, memoria y las emociones en los niños. (Ibarra, 2021).

Vygotsky (citado en Gónzales, 2008) también afirma que, en los juegos infantiles el pensamiento de los niños está más activo que en las actividades serias, siendo así el juego una verdadera área de desarrollo próximo. Esto es algo que se ha comprobado de forma cotidiana, cuando los niños juegan se encuentran en constante búsqueda de soluciones a situaciones presentes, en comparación al desarrollo de una actividad seria en la que, si no encuentran diversión, se frutan y no la quieren culminar.

Teoría de Piaget

Piaget (1945/1987) en su estudio sobre las acciones motrices y sensoriales como base del desarrollo de la inteligencia plantea que, el desarrollo cognitivo de los niños está condicionado en una primera etapa con el desarrollo socio-motor de este. Por ello, la ejecución de juegos corporales, sensoriales y motores permiten el desarrollo general de los niños. (Platas, 2017).

Piaget (1946) también atribuye al juego la función de ser un mecanismo de relajación que los niños utilizan para investigar sobre las cosas y situaciones en las que se encuentran. En este contexto, para Góonzales (2008) los juegos son definidos como procesos cognitivos relajados y personales en los que importa más divertirse que adecuarse a una realidad objetiva.

1.5.3 Importancia del juego simbólico en el desarrollo cognitivo y motor

Se entiende como juego simbólico al proceso de interpretar e imitar mediante símbolos. Minedu (2019), señala que es necesario la inclusión del juego simbólico en las aulas ya que permite al niño expresar sus ideas y emociones, potenciando así su capacidad imaginativa y creativa. Este autor define al juego simbólico como la capacidad de transformar objetos para interpretar situaciones imaginarias.

Cabanilla (2019) referente al tema menciona que, en los juegos simbólicos es donde los niños tienen un mayor desarrollo cognitivo, ya que asumen personajes y objetos, logrando hacer funcionar áreas psíquicas, físicas, sociales y afectivas. A continuación, se mencionan las acciones para el desarrollo de la motricidad fina que se pueden fomentar mediante el juego simbólico, Serrano (2019) define en su libro "*Motricidad fina en niños y niñas*" las siguientes acciones para el desarrollo de la motricidad fina:

- Alcanzar: Extensión o movimiento del brazo para agarrar un objeto.
- Agarrar: Coger un objeto con la mano.

- Cargar/ transportar: Agarrar y llevar un objeto de un lugar a otro.
- Soltar voluntario: Dejar intencionadamente el objeto que tenía en la mano, en un tiempo y espacio específicos.
- Uso bilateral de las manos: Uso conjunto de las manos para realizar una actividad.
- Manipulación en la mano: Colocación en la mano de un objeto después de haberlo agarrado. Ejemplo: coger un marcador y situarlo correctamente para pintar. (Serrano, 2019).

1.5.4 Habilidades Sociales y Trabajo en Equipo

Torres y Becerra (2022) con el título de “El juego como estrategia para trabajar las emociones y favorecer la socialización en el preescolar”, detallan la importancia de realizar actividades innovadoras que fomenten el trabajo en equipo, ya que así los niños pueden ser más abiertos con sus emociones, incluso llegar a desarrollar empatía y tolerancia hacia sus pares, lo cual sin duda mejora su desenvolvimiento social a futuro dándoles la facilidad para poder colaborar abiertamente con otros individuos.

En respaldo a este último tema, el trabajo investigativo de Castro y Rodríguez (2023) refuerza la existencia de una relación entre las actividades lúdicas y el desarrollo de las habilidades social, a través de distintas prácticas buscaron concientizar a niños de entre 4 y 5 años del CDI “Caminos del Sol” en Colombia, los cuales presentaban comportamientos negativos entre ellos, como no respetar turnos para participar, burlarse de los demás, entre otros. Después de la implementación de las actividades con temáticas de enseñanza y participación activa de los chicos y chicas, observaron mejorías al finalizar la investigación ya que, los participantes dieron retroalimentación positiva demostrando que habían captado el objetivo principal del proyecto, el cual era mejorar las relaciones entre los niños, debido a que ahora mostraban actitudes y comportamientos sanos y también demostraron que podían seguir ordenes sin inconvenientes.

1.5.5 Diseño de Juguetes

Castro (2021), en su trabajo “Diseño de juguetes para estimular la motricidad fina en niños de educación preescolar” describe como a través de la metodología lineal de Bruno Munari, pudo definir los criterios, parámetros y puntos importantes de su diseño a lo largo de todo el proyecto, consiguiendo resultados favorables logrando favorecer al desarrollo de la motricidad fina en niños de 5 a 6 años, los pasos de esta metodología fueron, definición del problema, elementos que lo componen, recopilación de datos, análisis de datos, creatividad, materiales – tecnologías, experimentación, modelos, verificación, dibujos constructivos y por último una solución que se vio plasmada en un prototipo de juego hecho en cartón que estimulaba la coordinación de la mano de los niños para encajar piezas y crear formas más complejas como juegos o juguetes.

Por otro lado, vemos una metodología distinta aplicada por Pesántez y Bravo (2019) en su proyecto de diseño titulado “Diseño de equipamiento lúdico modular para fomentar el desarrollo social en niños de 3 a 6 años de edad”, para el desarrollo de este trabajo se apoyaron en los “Siete principios para hacer sencillas las tareas difíciles” de Norman A. Donald (1990), apegándose al diseño centrado en el usuario, lograron prototipar y validar su proyecto, el cual consiste en distintas piezas modulares que se acoplan entre sí para realizar estructuras más complejas, esto implicaba la colaboración de varios niños (3 a 4 participantes) para poder lograrlo, estimulando así el desarrollo de sus habilidades sociales.

1.5.6 Uso de la tecnología en juguetes

Pruna (2023) menciona en su trabajo sobre *Los juguetes electrónicos especializados y su influencia en el desarrollo cognitivo social y emocional de los niños entre 5 y 7 años* que, en la actualidad el uso de tecnología se ha visto más presente en el aprendizaje de los niños a través de los juguetes, ya que a través de estos los niños pueden desarrollar más su imaginación, probando y evaluando estrategias, equivocándose y sobre todo volviendo a intentarlo.

Peñaranda menciona que para que relación entre tecnología y juguetes sea exitosa, el juguete educativo debe permitir una comunicación eficaz, se debe estimular los sentidos como la vista, el oído y tacto a través de sus características e interacciones mediante contenido multimedia (Peñaranda-Peñaranda et al., 2017).

Además, Brito (2016) en su trabajo de investigación sobre *La tecnología digital, aprendizaje y educación*, menciona que tanto padres de familia, docentes y estudiantes ven a la tecnología como juguetes. Sin embargo, no describiéndolo como algo negativo, sino más bien llegando a coincidir que hasta cierto punto, los niños aprenden más rápido a través de juegos digitales o juguetes tecnológicos. Dando como conclusión de que este pensamiento crea una posibilidad de que el uso de tecnología sea usado con mayor frecuencia y libertad en las aulas.

1.5.7 Materiales adecuados para juguetes infantiles

Para la fabricación de juguetes que serán manipulados por niños se recomienda el uso de materiales no tóxicos. Mirna García médico pediatra de Chile, afirma que los juguetes seguros para los niños deben ser: fabricados con sustancias atóxicas, blandos, con colores vivos, sin ruidos molestos, sin bordes cortantes, abrasivos o punzantes, deben ser livianos, no inflamables, fácil de manipular y, sobre todo sin piezas pequeñas que se puedan desprender e introducir a la boca (García, 2005).

En cuanto al material de los juguetes, Bahamonde Arauz asegura que la madera como material de juguetes didácticos tienen varios beneficios, dependiendo de la forma de los juguetes y edad de los niños. Si se tratan de juguetes didácticos, se considera a la madera un material ideal para el desarrollo de la motricidad fina, del reconocimiento de formas, colores y peso, además de que pone en contacto al niño con la naturaleza. Siempre y cuando se cuiden los parámetros de seguridad como las esquinas o puntas redondeadas (Bahamonde, 2016).

1.5.8 Ergonomía y antropometría en juguetes para niños de 2-4 años

Pesantez y Bravo (2019) en su proyecto sobre el desarrollo social en preescolares y escolares, mencionan que el objetivo de la ergonomía es adaptarse a las necesidades de los usuarios, para que estos puedan desarrollar sus actividades de forma más eficiente en el ambiente en que se encuentren. Estos autores relatan que la ergonomía en los niños es un factor muy importante al momento de diseñar un producto enfocado en ellos, ya que además de las dimensiones y posturas correctas se debe tener en cuenta el peso de aquel producto o de sus piezas, para que esto no represente un peligro a los niños. Además de la ergonomía se debe analizar la antropometría y los cambios de crecimiento de los niños. Siendo la antropometría “la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, con el fin de encontrar diferencias en los individuos, grupos, etc.” según Panero J y Zelnick M (1983), citado en Bravo (2019).

Capítulo 2

2. Metodología.

En este proyecto se implementará la metodología Design Thinking, ya que esta permite una iteración constante en sus etapas, hasta lograr una solución lo más completa posible que cubra la problemática en la que se enfoca el proyecto, las etapas de la metodología aplicada al proyecto son las siguientes:

2.1 Empatizar

Para poder entender y comprender la situación actual del usuario y los actores involucrados que los rodean, se plantea realizar visitas a Unidades Educativas y Centros de cuidado que cuenten con enseñanza en niños de 2 a 4 años, para tener un primer acercamiento y realizar anotaciones respecto al desenvolvimiento de los niños en actividades que involucren motricidad fina, motricidad gruesa, habilidades sociales y ubicación espacial.

Se planeó realizar una visita a dos instituciones, para entrevistar a docentes que estén a cargo de un grupo de niños con el rango de edad que se establece para este proyecto, tomando como base las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto dura la jornada diaria de clases de los niños?
- ¿Los niños siempre se mantienen bajo supervisión de un adulto?
- ¿Qué actividades realizan en su rutina?
- ¿Han notado alguna dificultad en las destrezas motoras de los niños, de ser así cómo lo tratan?
- ¿Cuánto dura su periodo lectivo?
- ¿Considera usted que los niños desarrollan empatía cuando trabajan en equipo?
- ¿Está de acuerdo con que es importante el desarrollo de las destrezas motrices y habilidad social a estas edades?
- ¿Está permitido el uso de material o dispositivos digitales dentro de los salones?

- ¿Qué tan confiado se siente en el manejo de herramientas digitales?

2.2 Definir

Analizar la información recolectada en la etapa de Empatizar, para así definir el problema central que se puede resolver para que los niños tengan un buen desarrollo en sus destrezas motrices y habilidad social. Definiendo el Brief y el perfil del usuario al que será enfocado el proyecto.

2.3 Idear

Se efectuarán procesos creativos como el desarrollo de lluvias de ideas, para generar propuestas distintas las cuales serán presentadas en formato de bocetos o renders rápidos para ser evaluadas por parte del equipo de investigación de MIDI – AM y estudiantes de ingeniería en mecatrónica.

Entre los aspectos que se tendrán en cuenta para analizar la propuesta tenemos:

- Usabilidad
- Viabilidad tecnológica
- Estética
- Complejidad

2.4 Prototipar

Para este proyecto se visualiza la fabricación de un prototipo de alta resolución lo más real a cómo sería el producto final, pero para esto será importante validar distintos aspectos del proyecto por etapas, iniciando con prototipos de baja resolución para el entendimiento de las dimensiones máximas y mínimas que podrá tener, también para comprender como sería el ensamblaje de todos los elementos que harán parte de la propuesta, a su vez definir que tipo de proceso es el más conveniente para su proceso de fabricación, pero se plantea la opción inicial

de usar procesos como impresión 3D FDM y el uso de distintos trabajos de post procesado para generar un acabado estético adecuado.

2.5 Evaluar

Para esta etapa se plantea la realización de observaciones participativas y no participativas en la etapa de implementación del producto en un escenario lo más realista posible en donde se encuentre el grupo objetivo de esta investigación, para esto se realizará una capacitación previa al personal docente para indicar de qué se trata la propuesta para que así, sea realizada bajo la supervisión de los mismos, con la menor intervención de parte del equipo de investigación, para así obtener datos reales sobre el comportamiento de los niños con respecto a la propuesta.

Capítulo 3

3. Resultados y análisis

3.1 Visitas

Se realizó un primer acercamiento en la Unidad Educativa Carmelina Icaza de Amador, ubicada en el recinto Paraíso del cantón Milagro, donde se tuvo una conversación con 2 docentes encargados del área de inicial 1, durante dicha conversación se tocaron temas afines a esta investigación, de la cual se destaca lo mencionado por la directora del plantel “muchos niños llegan sin bases previas, no saben nociones básicas o se les dificulta la escritura”, por parte de los docentes fue presentado el material didáctico y mencionadas las actividades que realizaban para fomentar el desarrollo de las habilidades motoras y sociales.

Se observó que mayormente hacen uso de juegos estilo rompecabeza y de encaje de piezas geométricas, ya que como informan, estos estimulan la motricidad de los niños mientras van aprendiendo, también hacen uso de material digital como videos educativos.

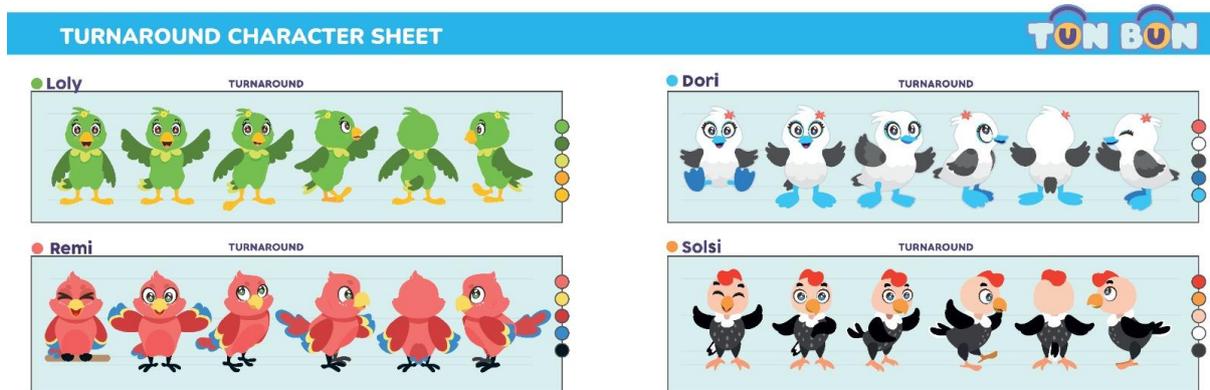
3.2 Criterios de diseño

Este proyecto nace de la colaboración y el respaldo del proyecto de investigación MIDI - AM, cuyo propósito es la creación de material didáctico e interactivo para el desarrollo de los niños y de la carrera de ingeniería en mecatrónica de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de ESPOL.

MIDI - AM, posee una línea de juguetes interactivos bajo el nombre de “Midi Toys”, estos juguetes están basados en personajes animados de sus proyectos pasados de animación y aplicaciones digitales interactivas. En esta ocasión, de los personajes que se observan en la Figura 1, se escogió el personaje de “Solsi” para el diseño de esta propuesta, ya que el animal en el que se basa, el cóndor, es una especie que es fácilmente reconocida por los niños debido a su gran influencia en símbolos patrios, los cuales abundan en los planteles educativos.

Figura 1

Personajes de MidiToys TUN BUN



Nota. Las imágenes fueron diseñadas por la Diseñadora gráfica Andrea Rubio, para el proyecto MidiToys Tun Bun.

Una de las características importantes de los proyectos de MIDI - AM, es que hacen uso de tecnología y componentes digitales para su desarrollo, motivo por el cual se colaborará con la carrera de ingeniería en mecatrónica para cubrir esta parte en específico de la propuesta y, por último, este proyecto se está alineando a la ODS #4, Educación de calidad, por lo cual también se enfocará en añadir un componente educacional pertinente al rango de edad que se está enfocando este diseño.

3.3 Proceso creativo

Mediante el uso de la herramienta lluvia de ideas, se generaron distintas propuestas e ideas enfocadas en satisfacer las necesidades de la problemática y tomando en cuenta las especificaciones del proyecto:

- Estación de juego con múltiples actividades
- Muñeco que proyecta imágenes interactivas
- Juego interactivo que enseña a contar
- Juego que está enfocado a ayudar a los niños a escribir

- Actividad inspirada en el juego de frío o caliente
- Juego de puzzles
- Juego basado en música

Las propuestas fueron presentadas al comité de profesores e investigadores de MIDI - AM y a los estudiantes de Ingeniería en mecatrónica para analizar cuál era la más viable para ser desarrollada, se llegó a la conclusión de unificar ciertas partes de distintas ideas obteniendo la siguiente, un juego centrado en la actividad “frío o caliente”, que use a Solsi como forma de guiar a los niños, para que al finalizar la actividad estos sean recompensados y aprendan en el proceso.

Figura 2

Reunión con Da Hee Park, tutora del proyecto



Nota. Reuniones semanales, autoría propia.

La dinámica de la actividad es encontrar un objeto oculto mediante indicaciones como “frío” para hacer entender al buscador que está lejos de ese objeto y “caliente” para hacerle entender que está cerca de encontrar dicho objeto, se analizó esto desde un punto de vista pedagógico con la Psicopedagoga Lenny Parraga, en donde se estableció que estos términos

quizás pudiesen ser muy ambiguos para los niños, motivo por el cual se los remplazó por los términos “cerca o lejos” que aportarían mucho más a los preescolares ya que son nociones básicas útiles para su aprendizaje, por otro lado, la recompensa que tendrían los niños sería el acceso a un puzle, en donde estos podrán armar la imagen de un tema educativo el cual sería luego explicado por la docente o adulto a cargo de la actividad.

Una vez aprobada la idea, se generaron distintos bocetos para definir la forma física del producto, buscando establecer también que elementos y aspectos tendría el mismo, enfocados en el personaje Solsi, este deberá tener una forma de comunicarse con los niños, se planteó que este tuviera movimiento y sonido para hacerlo más interactivo y atractivo para los niños, dichas acciones serían darles movimiento a sus dos alas, a su pico y que a su vez todo esto funcione mientras Solsi habla.

Figura 3

Boceto explicativo sobre las funciones de Solsi



Nota. primeros bocetos de Solsi, autoría propia.

En cuanto a los otros elementos que formarán parte del juego, se pensó en que los objetos a buscar serían huevos que Solsi perdió, por otro lado, la base de toda la actividad se haría entorno a la “casa de Solsi”, este al ser un cóndor vive en lugares montañosos por lo cual este es el aspecto que se le dará, los huevos tendrán acoples geométricos para ser colocados en la base de Solsi lo cual accionará un mecanismo que soltará piezas de un rompecabezas que será armado posteriormente por los niños.

Figura 4

Boceto explicativo sobre elementos de Solsi.



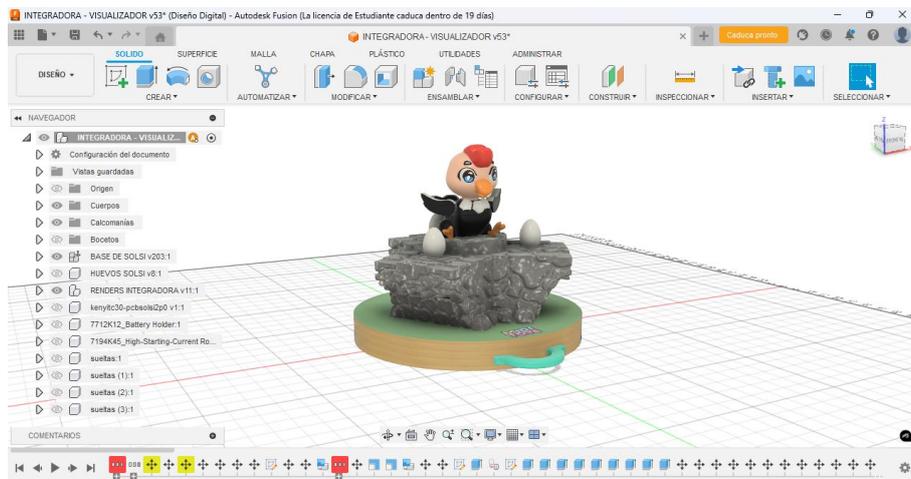
Nota. Bocetos explicativos, autoría propia.

3.4 Modelado 3D

Una vez obtenido el diseño aprobado, se realizó el proceso de digitalizar dicha idea a través del programa Fusion 360, en donde se realizaron los distintos modelados 3D de los componentes del producto en general.

Figura 5

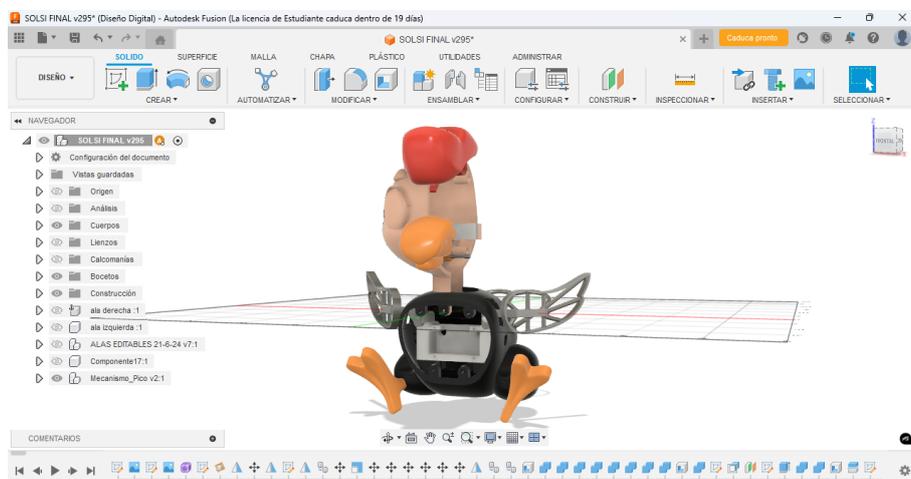
Modelado 3D final de Solsi



Nota. Captura de entorno de Fusion 360, autoría propia.

Figura 6

Modelado de acoples internos para mecanismos



Nota. Captura de entorno de Fusion 360, autoría propia.

3.5 Fabricación

Para la fabricación del juguete se realizaron modelados 3D en el programa Fusion360, laminados en Ultimaker Cura e impresos en impresoras 3D personales y del taller de productos 3M bajo la guía del docente técnico Victor Avilés, quién guió también el proceso de corte de los elementos de madera del producto, las piezas fabricadas tuvieron un proceso de post procesado donde se hizo el resanado, lijado y pintado de los componentes obtenidos.

Figura 7

Impresión 3D de piezas



Nota. Impresiones 3D en PLA, autoría propia.

Figura 8

Corte CNC de piezas de madera



Nota. Corte de madera de contrachapado, autoría propia.

Figura 9

Post procesado de piezas impresas en 3D



Nota. Proceso de lijado de parte 3D previo a su pintado, autoría propia.

3.6 Componente tecnológico

Se colaboró de forma multidisciplinaria para darle movimiento y voz a Solsi, junto con Kenyi Triviño y Steven Almenaba, se diseñaron piezas que harían parte del mecanismo que mueve las alas y el pico, además se desarrolló un circuito que controla todo esto y reproduce la voz, todo esto accionado de forma remota.

Figura 10

Reuniones con alumnos de ingeniería en Mecatrónica

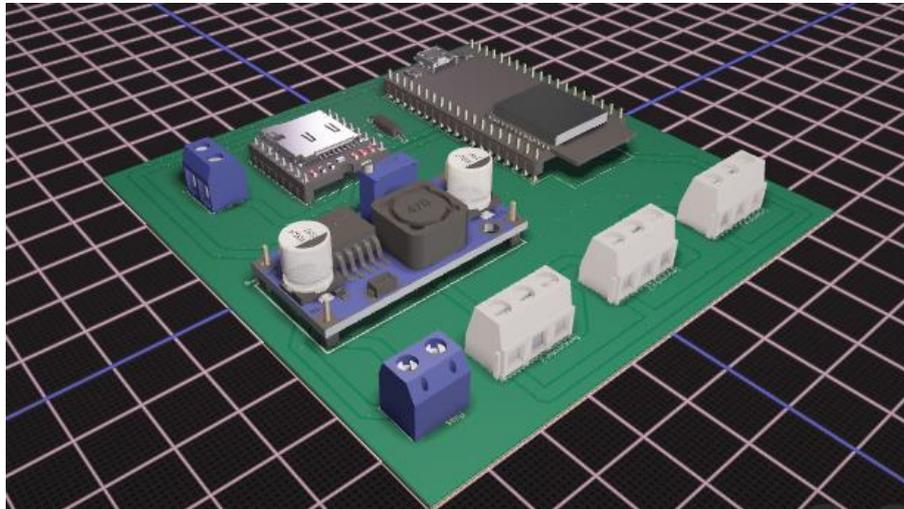


Nota. Pruebas de mecanismos para alas, autoría propia.

3.6.1 Diseño de circuito

Figura 11

Diseño virtual de PCB para el circuito que controlará a Solsi.



Nota. Diseño realizado por el estudiante Kenyi Triviño para este proyecto

Para el desarrollo de la parte electromecánica de Solsi, los estudiantes de mecatrónica que hicieron uso de los siguientes componentes:

- ESP32 WROOM 32D: Microcontrolador que proporciona conectividad Wi-Fi y Bluetooth. Dentro del proyecto fue clave que los diálogos y movimientos de Solsi se realicen mediante el uso de una App Móvil.
- PCB: Placa de material no conductor con pistas conductoras que conectan componentes para formar un circuito. El diseño y elaboración de este elemento estuvo a cargo de Kenyi Triviño y Steven Almenaba.
- Parlante 35W 5Ω: Bocina de altavoz, que permitió que los audios de Solsi sean escuchados con mayor volumen.
- DF Player Mini: Módulo MP3 reproductor de audio. Dentro del proyecto, mediante una tarjeta de memoria SD, permitía almacenar los diálogos de Solsi a reproducirse y escucharse mediante el Parlante 35W 5Ω.

- Servomotor: Motor eléctrico que ofrece precisión en posición, velocidad y aceleración usando retroalimentación. Implementado en productos que requieren movimientos exactos y repetitivos. En el proyecto fue la base que el movimiento de las alas y pico de Solsi.
- Regulador de voltaje LM2596S: Permite regular el voltaje que ingresa en el circuito, logrando que los componentes no sufran una descarga de energía.
- Pila de Litio 3.7v 12000 mAH, Porta pilas y Cargador: Encargados de dar energía y funcionamiento de Solsi.

3.6.2 *Diseño de aplicación móvil*

La parte gráfica fue trabajada en Illustrator con la colaboración de la diseñadora gráfica Andrea Rubio quién realizó la marca de Solsi y parte gráfica de la aplicación móvil.

Figura 12

Logotipo “MIDI TOYS”



Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

Figura 13

Logotipo “Solsi”



Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

El docente o adulto a cargo accionará el botón Iniciar para que Solsi salude y les comente a los niños sobre la pérdida de los huevos que estaba cuidando, y les pida ayuda a los niños para juntos encontrarlos mediante indicaciones de ubicación espacial. Esto lo llevará a la segunda ventana que permite seleccionar en cada turno el equipo que ayudará a Solsi con la búsqueda.

Figura 14

Ventana de Inicio y Selección de equipo en interfaz de app.

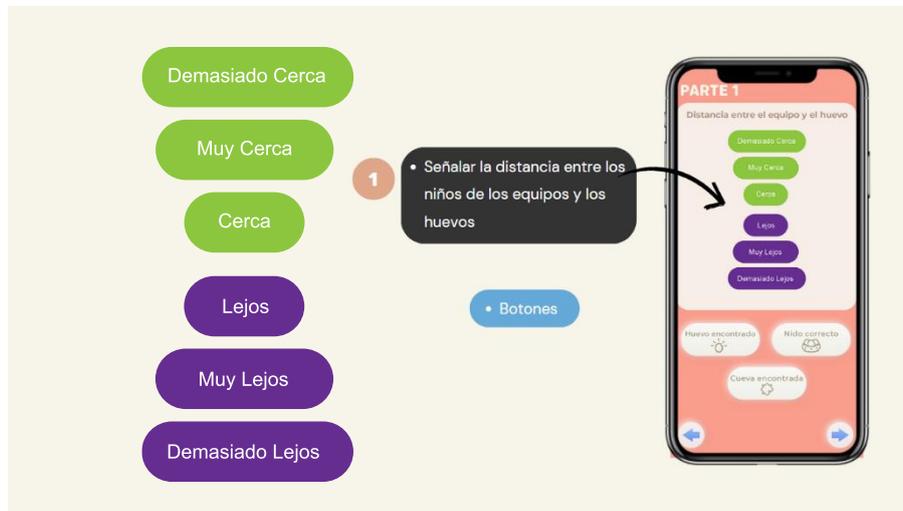


Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

Posterior a la selección de equipos aparecerá una ventana con botones que indican la proximidad de los niños de los equipos en relación con un huevo, el docente mediante la aplicación controlará las indicaciones que Solsi les dirá a los niños.

Figura 15

Botones de proximidad de equipos.



Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

Una vez encontrado el huevo, el docente presionará el botón de Huevo encontrado, lo cual permite que Solsi les indique a los niños que el huevo debe ser regresado al nido.

Figura 16

Botón de huevo encontrado.

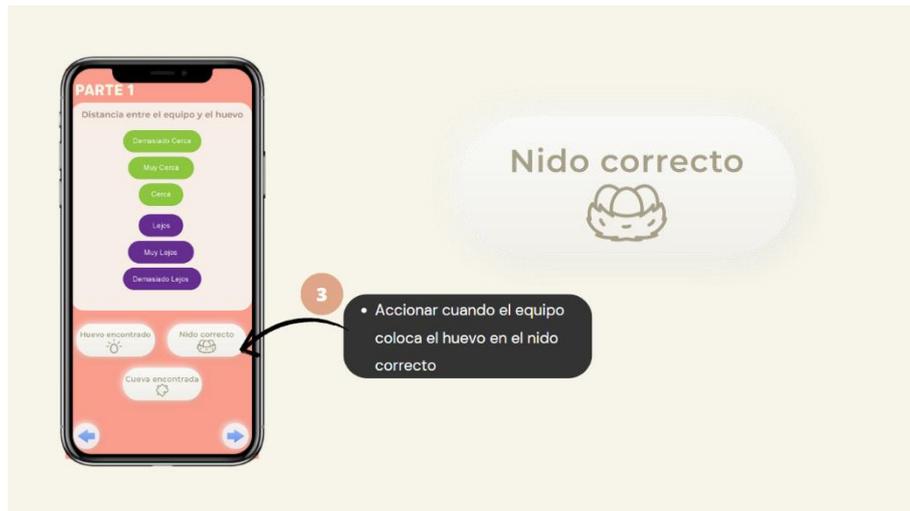


Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

Cada huevo en su base tiene una figura geométrica distinta para encajar en su nido, una vez colocados en el nido correcto, el docente deberá accionar el botón de Nido correcto, y Solsi les pedirá que aseguren el huevo en el nido mediante la rotación.

Figura 17

Botón de Nido correcto.



Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

Como resultado de asegurar el huevo en cada nido, de cada una de las montañas se abren compuertas con fichas sorpresas de un puzle. Al activar el botón Cueva Sorpresa, Solsi les dirá que pueden tomar las piezas encontradas.

Figura 18

Botón de Cueva encontrada.

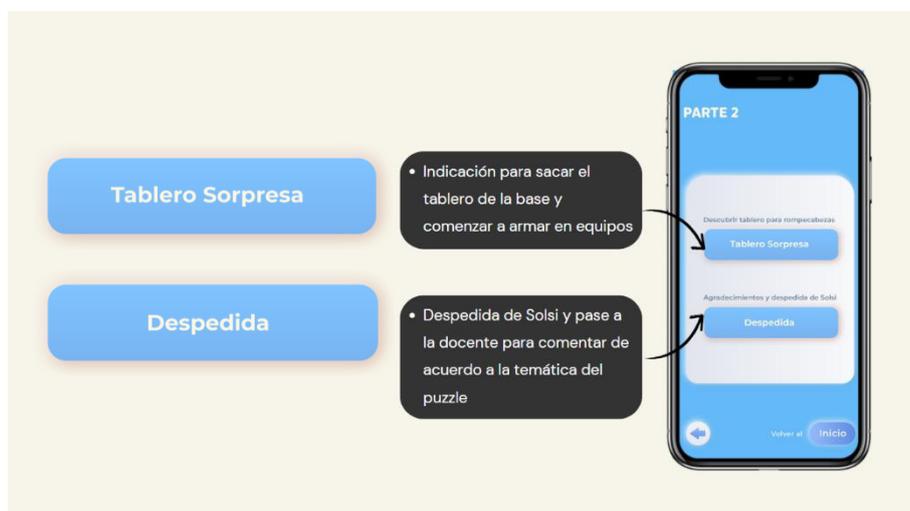


Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

En la última etapa, una vez que todos los grupos hayan descubierto las piezas sorpresas, al accionar el botón de Tablero Sorpresa, Solsi les dirá que alcanza a ver algo más debajo de las montañas, y se refiere al tablero sorpresa de madera, que será la base para que todos los niños coloquen las piezas del puzzle.

Figura 19

Botones de Tablero sorpresa y Despedida de Solsi.



Nota: Elaborado por la Diseñadora Gráfica Andrea Rubio, del Proyecto MIDI - AM.

Uno de los principales beneficios del uso de esta aplicación móvil como control de los diálogos y movimientos de Solsi, es su conectividad directa con el producto. Ya que se hace uso de una red WiFi perteneciente al microcontrolador ESP32, es decir, no se necesita de una red de conexión externa a Solsi.

Finalmente se obtuvo un primer prototipo de Solsi, uno de baja resolución que servirá para validar el funcionamiento de los mecanismos y las actividades del juego con los niños, este no tendrá acabados finales en cuanto a estética ya que se necesita probar cuanto antes que las funciones del producto sean las óptimas, por otro lado, el segundo prototipo de Solsi se trabajará en paralelo mientras se realicen las validaciones, bajo el mismo proceso, pero mejorando los acabados estéticos.

Figura 20

Prototipo de baja resolución



Nota. Prototipo usado para primeras validaciones, autoría propia

Figura 21

Prototipo de alta resolución



Nota. Prototipo final para sesiones de foto y últimas validaciones, autoría propia.

En cuanto a los demás elementos del juego, se les dio un acabado final ya que estos no necesitaban un proceso tan complejo de acabado en cuanto a estética obteniendo un prototipo final de estas partes.

3.7 Descripción del juego

El proyecto alcanzó un nivel de prototipo alto, que permite validar con mayor detalle su buen funcionamiento e impacto en el usuario. Este se describe como un juguete interactivo que a través de distintas actividades fomenta el desarrollo de habilidades motrices, sociales, y mayor comprensión sobre la ubicación espacial. Está diseñado para que puedan jugar por equipos, siendo el número máximo de estos 3 grupos, Solsi puede realizar movimientos de su cuerpo, en sus alas y pico mientras emite sonidos al hablar. Cada una de estas acciones son controladas mediante una aplicación a la que tendrá acceso la docente o adulto que guiará el desarrollo de toda la actividad.

Historia de introducción: Solsi está cuidando unos huevos, sin embargo, cuando despierta para saludar a los niños y les quiere presentar a los huevos, nota que estos no están y que necesitará ayuda para encontrarlos y regresarlos al nido. Por ello desde la altura de su montaña irá guiando a los niños e indicándoles si están cerca o lejos de cada uno de los 3 huevos que no se encuentran en el nido.

Descripción de las actividades:

- **1era etapa:** encontrar huevos en equipos:

Cada equipo de niños deberá por turnos encontrar un huevo (Paso 1) y regresarlo a la montaña de Solsi, este les dirá que lo acomoden en el lugar correcto ya que cada huevo en su base tiene una forma geométrica distinta y única para encajar en su nido (Paso 2). El huevo deberá ser asegurado mediante la rotación esperando que no se vuelva a perder, luego de esto el equipo será recompensado con unas piezas de rompecabezas que caerán de la montaña (Paso 3), esto se repetirá con los otros dos grupos hasta encontrar todos los huevos y así pasar a la siguiente etapa.

Figura 22

Paso 1, ayuden a Solsi a encontrar los huevos



Nota. Recreación de la actividad, autoría propia.

Figura 23

Paso 2, regresen los huevos a sus nidos



Nota. Recreación de actividad, autoría propia.

Figura 24

Paso 3, descubran sorpresas juntos



Nota. Recreación de actividad, autoría propia.

- **2da etapa:** armar un puzle temático en equipos:

La profesora inicia la segunda etapa en donde a través de Solsi les indicará a los niños que debajo de su montaña hay un tablero sorpresa que será la base para que todos los grupos coloquen sus piezas de puzle y descubran una temática educativa interesante que será explicada posteriormente por el docente (Paso 4). Solsi agradece la ayuda de los niños y le da el pase a el docente para explicar la temática descubierta en el puzle, y se despide de los niños.

Figura 25

Paso 4, resuelvan el misterio



Nota. Recreación de actividad, autoría propia.

Figura 26

Render 3D de rompecabezas con el tablero



Nota. Imagen 3D a detalle del tablero y sus piezas, autoría propia.

Las temáticas pueden ser distintas dependiendo del contenido educativo impartido durante el año lectivo. En esta ocasión la temática incluida con Solsi son las distintas condiciones climáticas, como lo son el nublado, soleado, lluvioso y ventoso.

Figura 27

Ilustraciones para temáticas de rompecabezas



Nota. Ilustración realizada por la Diseñadora gráfica Andrea Rubio para este proyecto, basadas en las condiciones climáticas.

Previo al desarrollo de las actividades el docente o adulto a cargo debe realizar lo siguiente:

- Instalar a Solsi sobre una mesa de mínimo 60x60cm en su base.

Figura 28

Paso previo 1, ubicación de Solsi en área de juego



Nota. Fotos realizadas con el prototipo final, autoría propia

- Guardar 10 piezas del puzle en cada una de las montañas de Solsi

Figura 29

Paso previo 2, guardado de piezas en montañas



Nota. Recreación de la actividad, autoría propia.

- Accionar el botón de encendido, conectarse a través de Wi-Fi al juguete, instalar la app móvil Solsi en su celular y abrir la app que controla los diálogos de Solsi en las diferentes etapas del juego.

Figura 30

Paso previo 3, Conexión a Solsi por medio de la aplicación móvil



Nota. Recreación de la actividad, autoría propia.

- Cuando los niños estén presentes en el lugar, deberá formar los grupos de juego, teniendo en cuenta que el número máximo de grupos es 3.

Figura 31

Paso previo 4, organizar a los niños en equipos



Nota. Validaciones finales de Solsi, autoría propia.

3.8 Validaciones del producto

Se realizaron 2 validaciones en la Unidad Educativa Carmelina Icaza de Amador ubicada en el cantón Milagro con dos grupos de 9 niños cada uno y una validación con niños aledaños del sector, en específico con un grupo de 7 niños, la mayoría de ellos dentro del rango de edad de 2 a 4 años, mientras que dos niños de este grupo tenían 5 años, el grupo pudo realizar las actividades sin ningún tipo de problemas, la primera vez que los niños jugaron se movieron de forma errática, en las siguientes pruebas empezaron a formar estrategias y a asumir roles, niños empezaron a tomar un papel de líderes al guiar a sus compañeros indicándoles que tenían que hacer y donde buscar, por otra parte otros grupos se dividían y procuraban buscar en sitios donde sus compañeros no habían buscado, en cuanto a la segunda etapa de la actividad, los niños al inicio tenían complicaciones al formar su parte del rompecabezas, posteriormente empezaron a separar cada grupo sus piezas y a delimitar que parte le pertenecía a cada grupo hasta así finalmente completar la actividad.

Figura 32

Niñas jugando con Solsi en las validaciones.



Nota. Evidencia de una de las validaciones realizadas con Solsi, autoría propia.

Figura 33

Niños escuchando la bienvenida de Solsi.



Nota. Evidencia de validaciones realizadas en Unidad Educativa con Solsi, autoría propia.

Figura 34

Niños realizando la primera etapa.



Nota. Evidencia de validaciones realizadas en Unidad Educativa con Solsi, autoría propia.

Figura 35

Niños realizando la segunda etapa.



Nota. Evidencia de validaciones realizadas en Unidad Educativa con Solsi, autoría propia.

3.9 Elementos de juego

Los elementos que conforman todo el producto son los siguientes:

- Solsi

Figura 36

Render de modelo 3D de Solsi



Nota. Modelo 3D realizado en Fusión 360, autoría propia.

- Montañas y nidos

Figura 37

Render de modelo 3D de montañas de Solsi



Nota. Modelo 3D realizado en Fusión 360, autoría propia.

- Huevos

Figura 38

Render de modelo 3D de huevos geométricos



Nota. Modelo 3D realizado en Fusión 360, autoría propia.

- Puzle

Figura 39

Ilustración de las fichas del tablero



Nota. Ilustraciones hechas en el programa Illustrator, ilustración hecha por la diseñadora gráfica Andrea Rubio.

- Tablero con mango de agarre

Figura 40

Modelo 3D de tablero para fichas

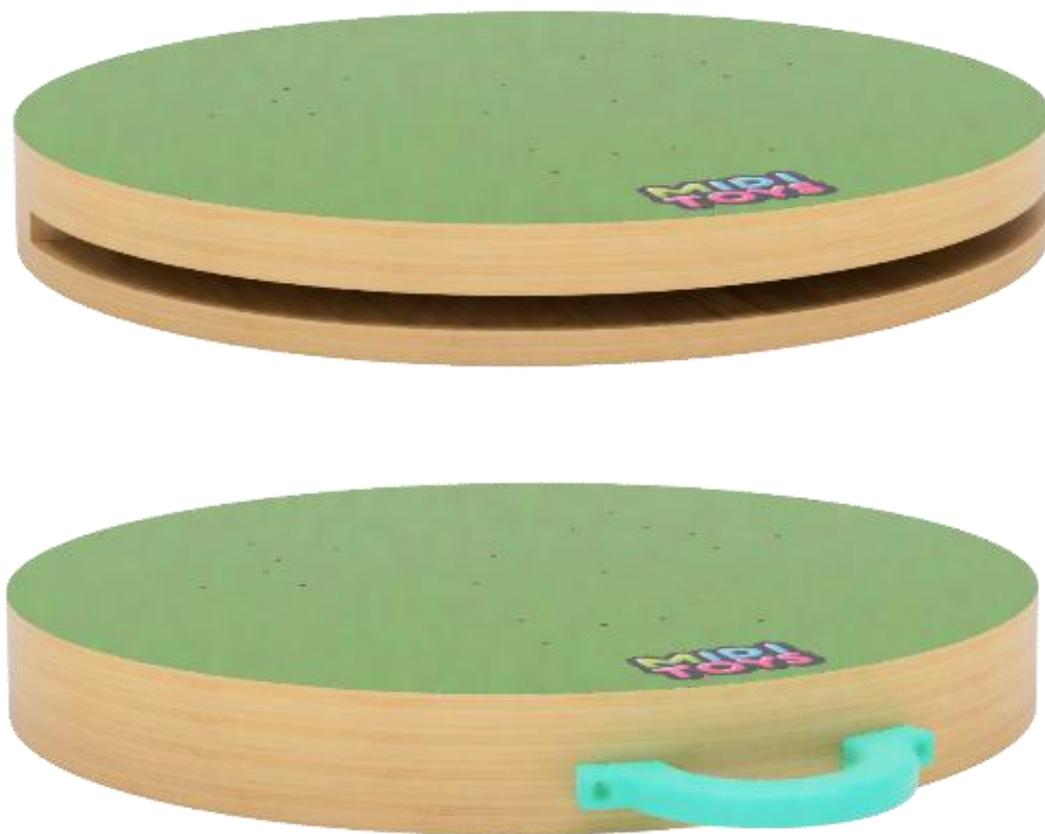


Nota. Renders de modelos 3D de tablero para ficha, autoría propia, las ilustraciones del tablero fueron hechas por la diseñadora gráfica Andrea Rubio.

- Base de Tablero

Figura 41

Modelo 3D de base de juego



Nota. Modelo 3D realizado en Fusión 360, autoria propia, El logo de Midi toys fue diseñado por la diseñadora gráfica Andrea Rubio.

- App

Figura 42

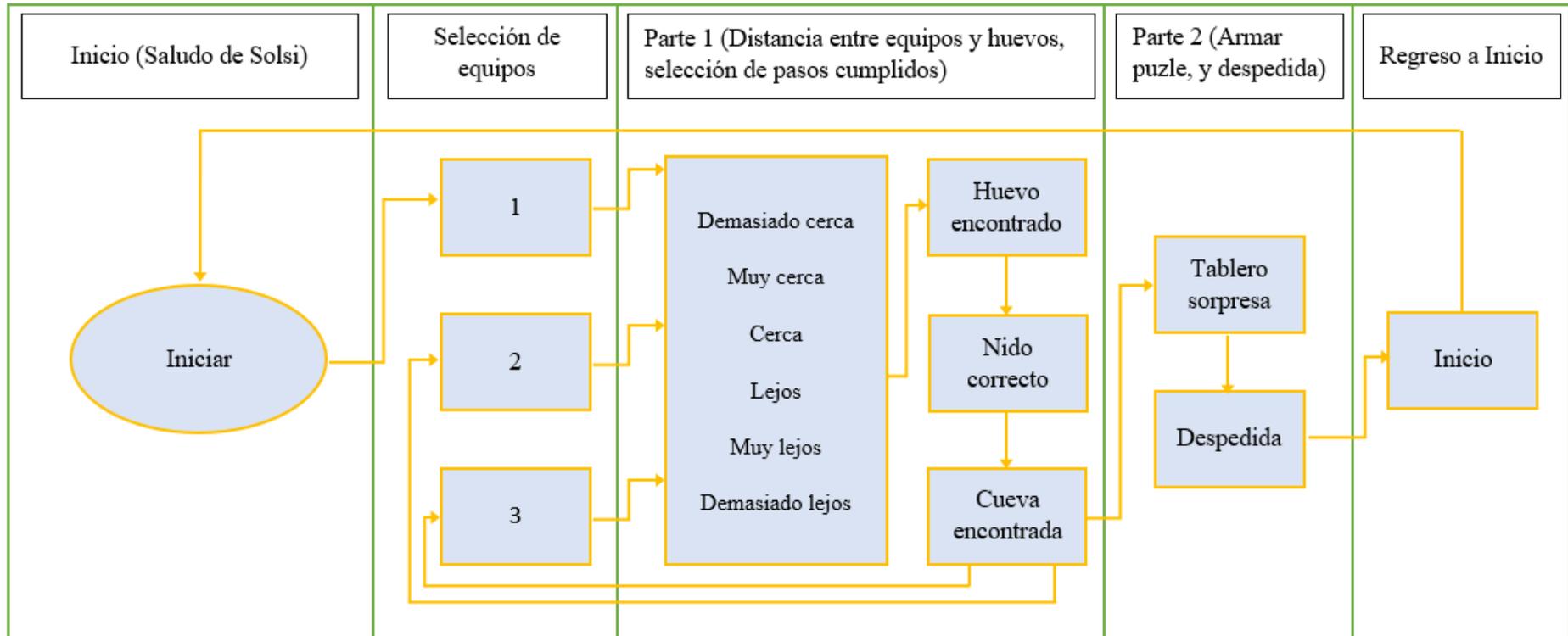
Diseño de interfaces para la aplicación móvil de Solsi



Nota. Diseños hechos en Illustrator por la diseñadora gráfica Andrea Rubio para este proyecto.

Figura 43

Diagrama de flujo de app Solsi



Nota. Diagrama de botones de control de app con los diálogos de Solsi, autoria propia

3.10 Prototipado y Validación

Figura 44

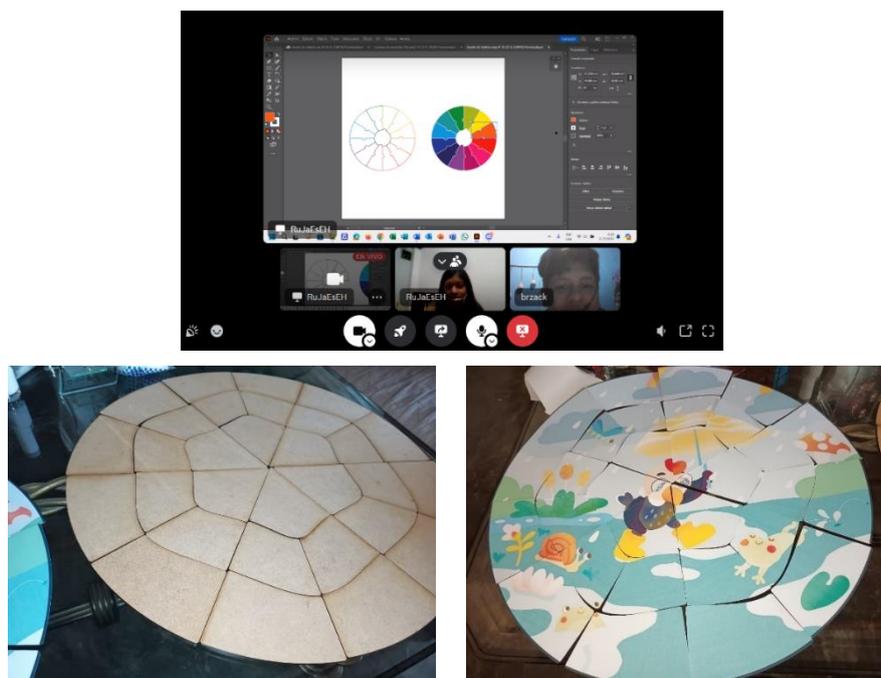
Collage de prototipo inicial en espuma oasis



Nota. Se uso este material para hacer un prototipo básico y examinar dimensiones reales en físico de Solsi, autoría propia.

Figura 45

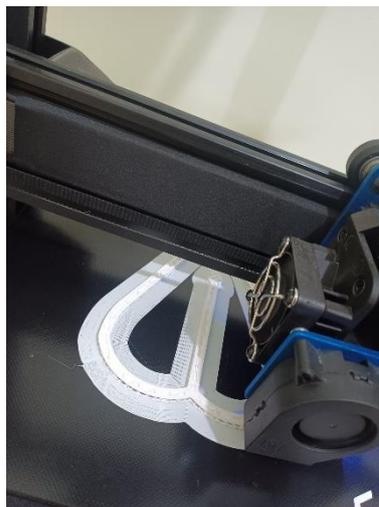
Collage de ideación y fabricación de puzle



Nota. La ilustración fue hecha por la diseñadora gráfica Andrea Rubio, tablero hecho en Mdf mediante corte laser, autoría propia.

Figura 46

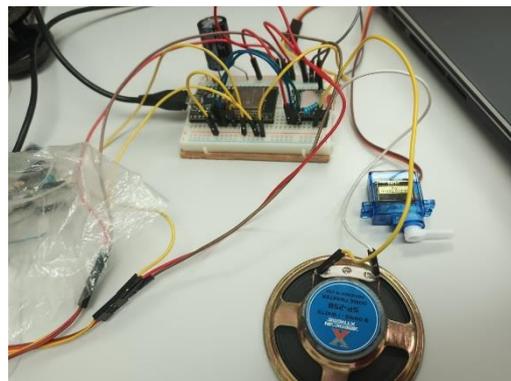
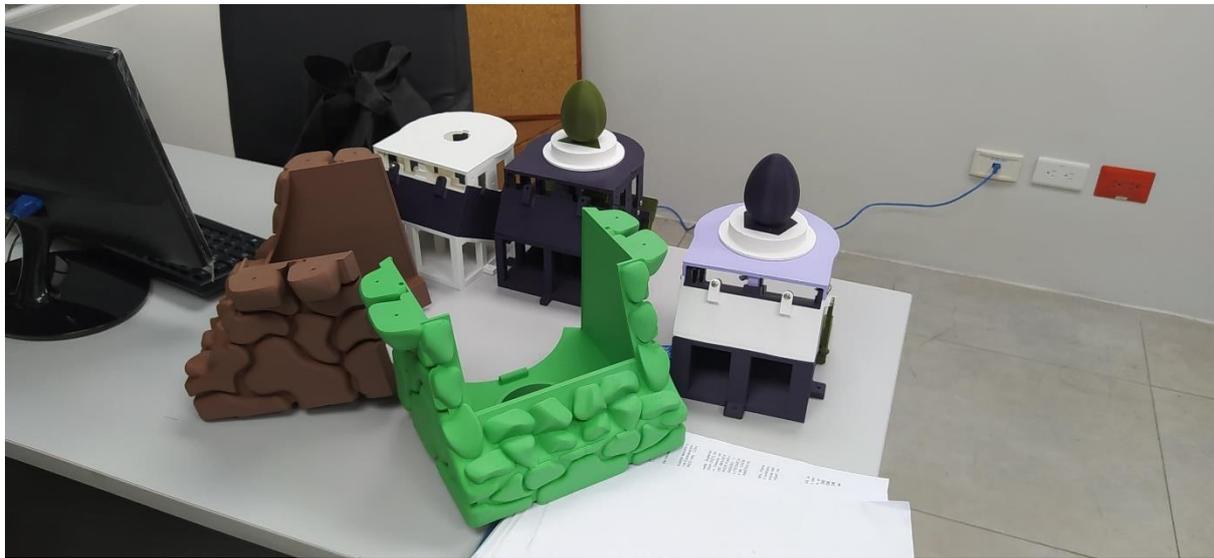
Collage de primeros prototipos en impresión 3D



Nota. Las impresiones fueron hechas en PLA, autoría propia.

Figura 47

Collage de proceso de fabricación del producto final

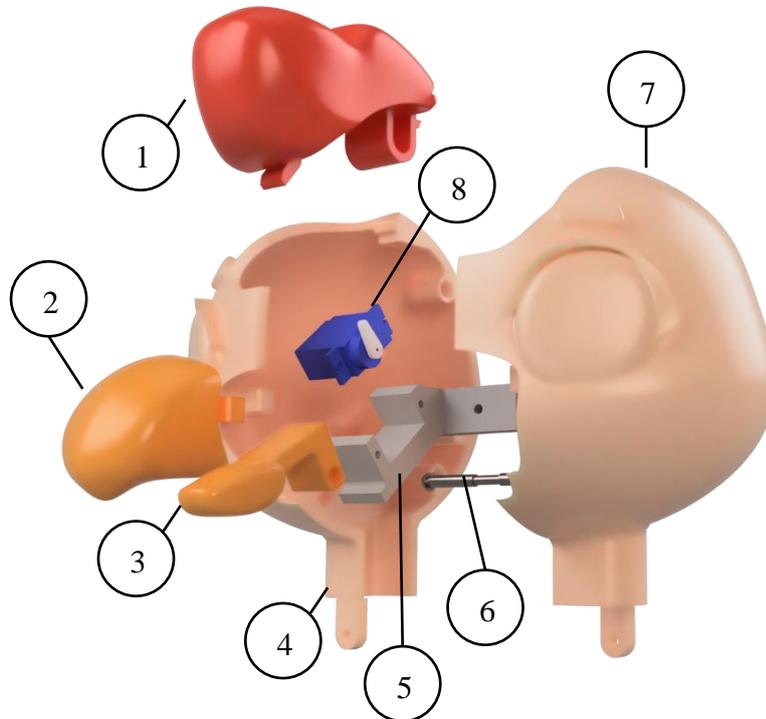


Nota. Para la fabricación del prototipo definitivo se usaron varios procesos de fabricación, como impresión 3D, corte laser, corte Router CNC y además instalación de componentes electrónicos, autoría propia.

3.11 Despiece del producto

Figura 48

Despiece de cabeza de Solsi



Nota. Render de despiece de componentes y elementos de cabeza de Solsi, autoría propia.

Tabla 1

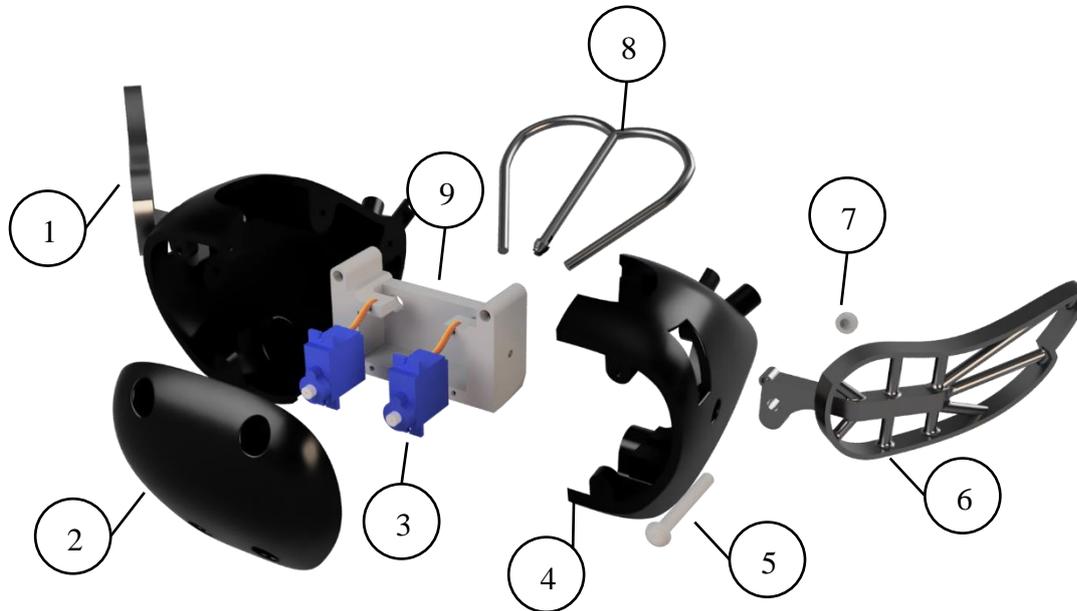
Lista de elementos para la cabeza de Solsi

Numeración	Elemento	Cantidad
1	Cresta	1
2	Pico superior	1
3	Pico inferior	1
4	Cabeza izquierda	1
5	Base de servomotor	1
6	Eje de pico	1
7	Cabeza derecha	1
8	Servomotor	1

Nota. Contiene elementos impresos en 3D y componentes electrónicos, autoría propia.

Figura 49

Despiece cuerpo de Solsi



Nota. Render de despiece de componentes y elementos del cuerpo de Solsi, autoría propia.

Tabla 2

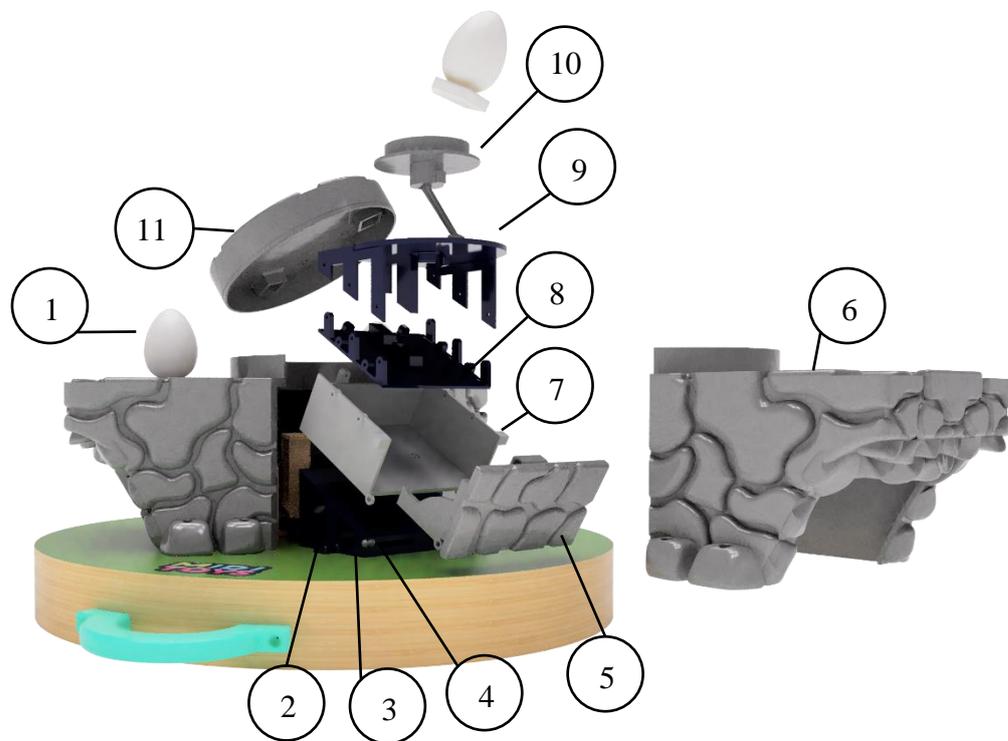
Lista de elementos para armazón interno de Solsi

Numeración	Elemento	Cantidad
1	Marco de ala derecha	1
2	Tapa frontal	1
3	Servomotor	2
4	Torso izquierdo	1
5	Pasador de Ala	2
6	Marco de ala izquierda	1
7	Seguro de pasador	2
8	Marco de cola	1
9	Base para servomotores	1

Nota. Contiene elementos impresos en 3D y componentes electrónicos, autoría propia.

Figura 50

Despiece de montañas de Solsi



Nota. Render de despiece de componentes y elementos de la montaña de Solsi, autoría propia.

Tabla 3

Lista de elementos para armar la casa de Solsi

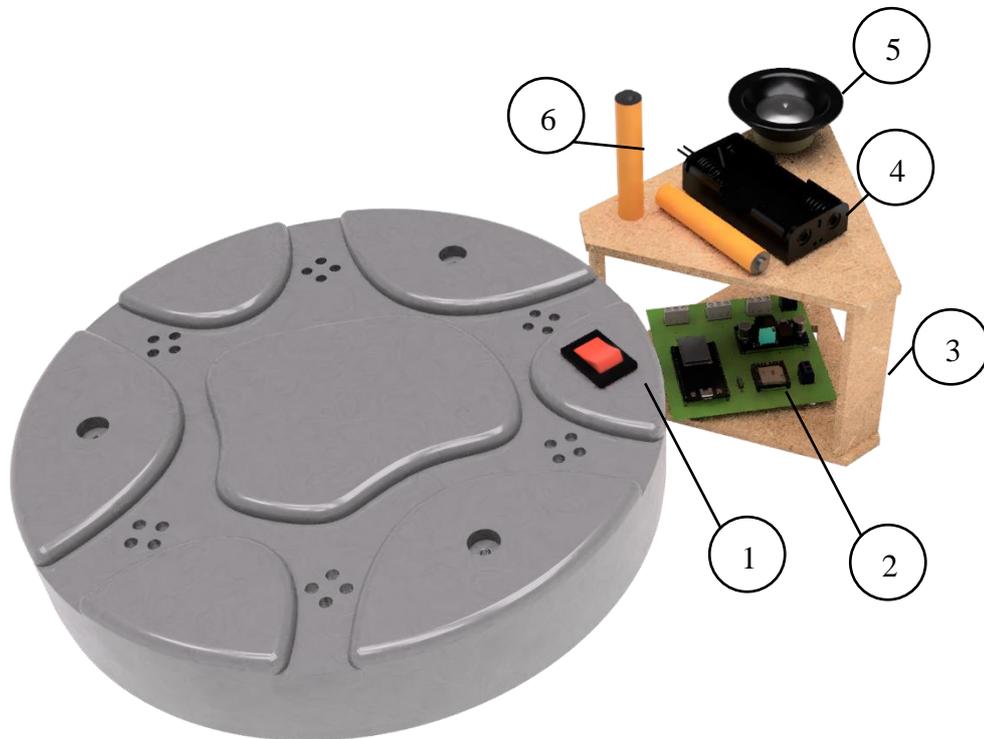
Numeración	Elemento	Cantidad
1	Huevos geométricos	3
2	Base de caja	3
3	Seguro de pasador	12
4	Pasador de caja	6
5	Tapa de caja	3
6	Textura de montaña	3
7	Caja de mecanismo	3

8	Techo de caja	3
9	Plataforma de huevos	3
10	Seguros para huevo	3
11	Plataforma de Solsi	1

Nota. Todos los elementos de esta lista son impresos en 3D, autoría propia.

Figura 51

Despiece de Componentes electrónicos



Nota. Render de componentes usados para que Solsi se pueda mover y hablar, autoría propia.

Tabla 4

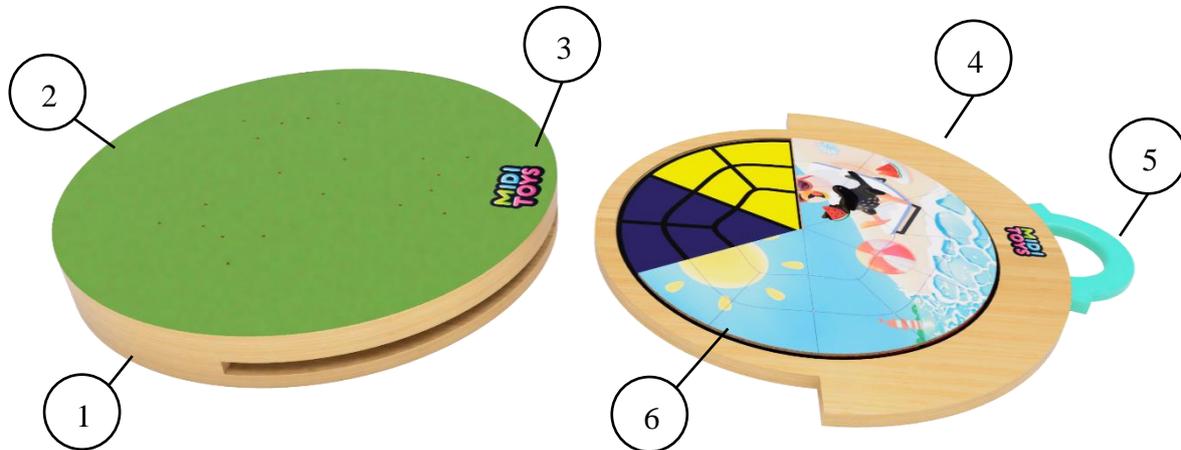
Lista de elementos electrónicos del circuito de Solsi

Numeración	Elemento	Cantidad
1	Interruptor	1
2	PCB	1
3	Base de MDF	1
4	Porta baterías	1
5	Mini Parlante	1
6	Baterías	2

Nota. Elementos usados por los estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica, autoría propia.

Figura 52

Despiece de base de juego y tablero para rompecabezas



Nota. Render de base de juego y tablero para rompecabezas, autoría propia.

Tabla 5

Lista de elementos usados en la base y tablero para rompecabeza

Numeración	Elemento	Cantidad
1	Base de contrachapado	1
2	Fomix texturizado	1
3	Stickers decorativos	2
4	Tablero de contrachapado	1
5	Agarradera plástica	1
6	Fichas de rompecabezas	30

Nota. Los elementos de madera fueron obtenidos mediante corte CNC y laser, autoría propia.

Plano 1

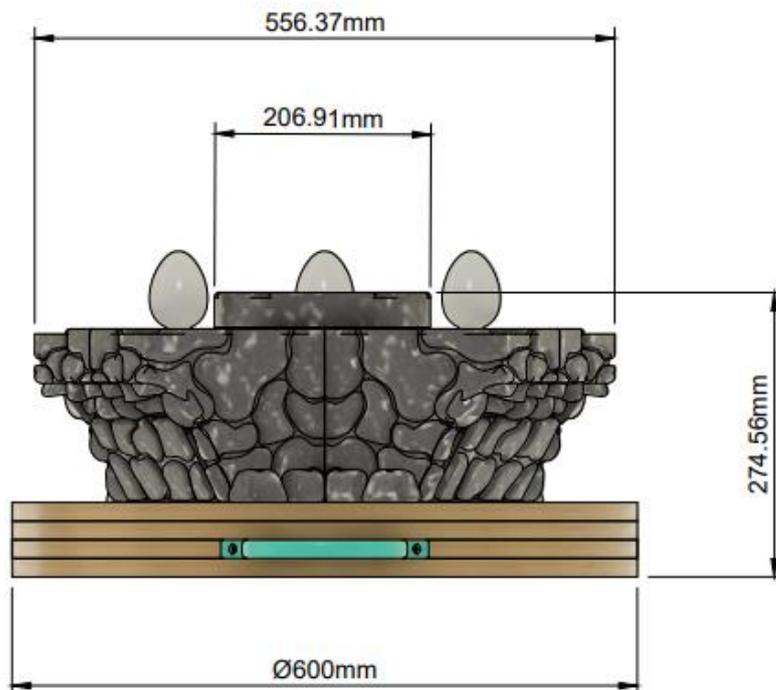
Plano frontal del juego



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 2

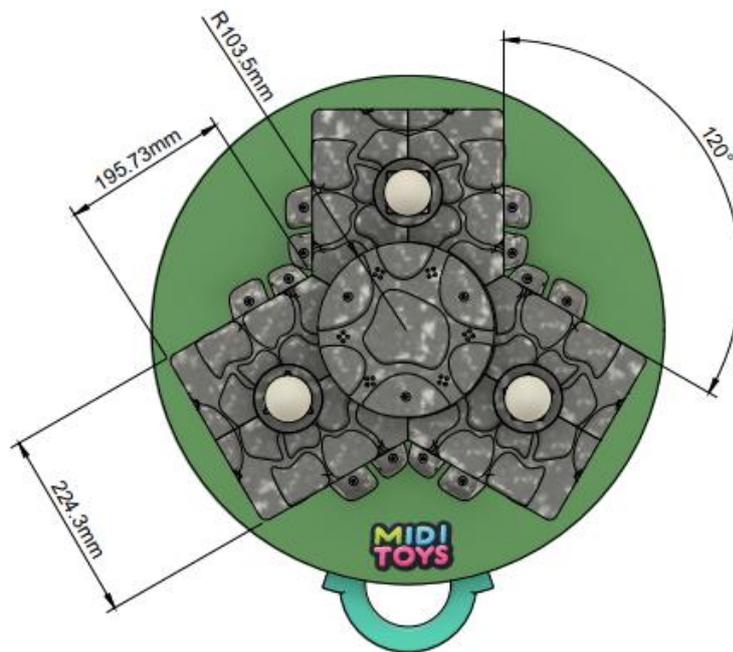
Plano frontal de montañas y base



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 3

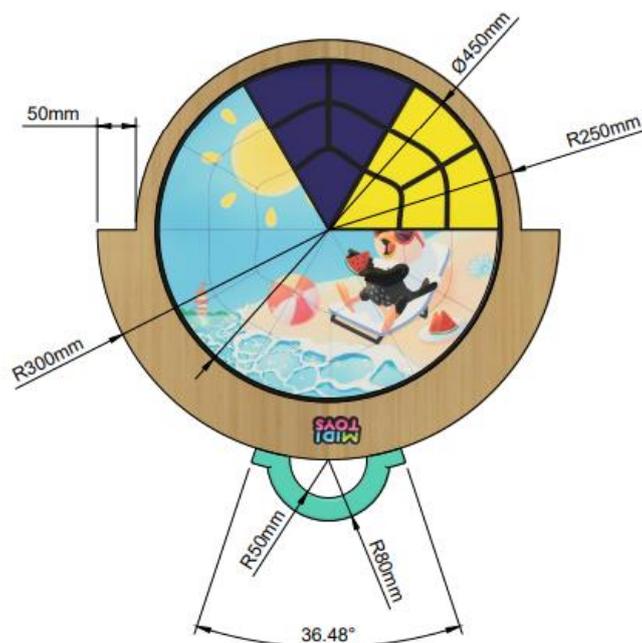
Plano superior de montañas y base



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 4

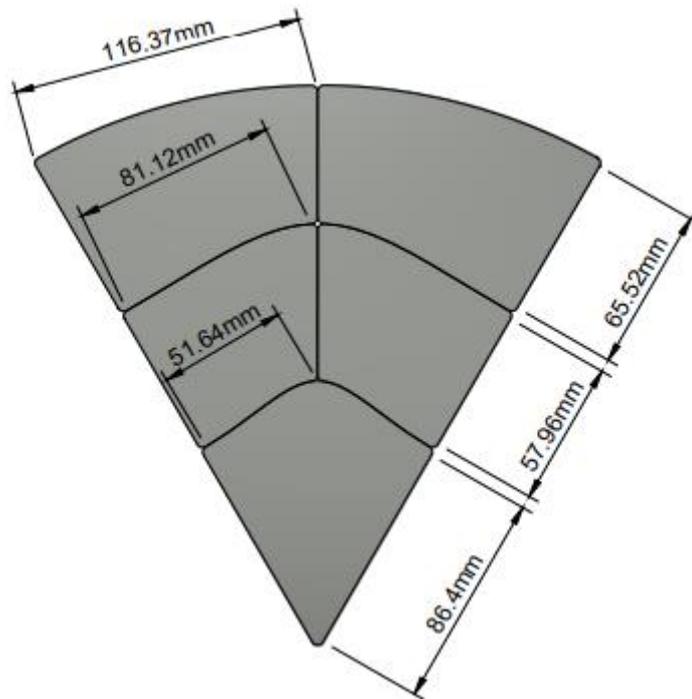
Plano superior de tableros y piezas



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 5

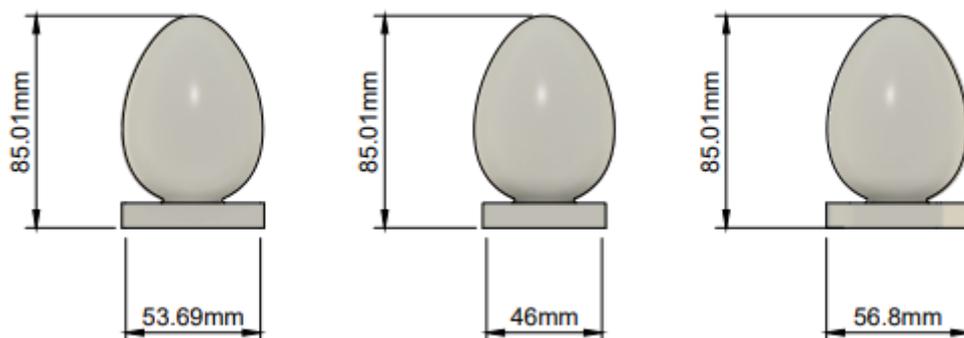
Plano superior de piezas de tablero



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 6

Plano frontal de huevos geométricos



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 7

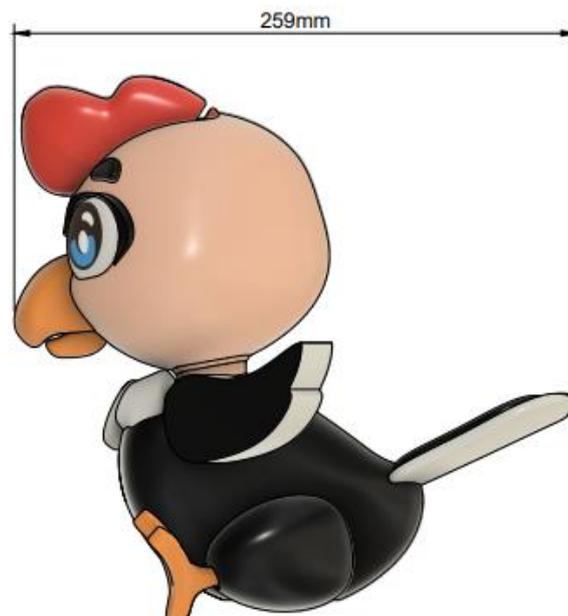
Plano frontal de Solsi



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

Plano 8

Plano lateral de Solsi



Nota. Planos 2D realizados en el programa Fusión 360, autoría propia.

3.12 Costos

Gran parte del producto es plástico y su fabricación está contemplada mediante el uso de impresión 3D FDM, también está conformado por otros materiales, como madera de contrachapado para su base, piezas de MDF y entre otros materiales usados para los acabados del juego, a continuación, se detallan los materiales usados.

Tabla 6

Costos de materiales para fabricación.

Material	Cantidad	Costo total
Tablas de MDF 4mm 60x30cm	3	\$4,25
Pinturas aerosol	8	\$22,79
Aerosol primer plástico 400ml	1	\$8,57
Madera contrachapada 18mm	1	\$30,00
Tornillos y pernos	30	\$1,00
Decoración	1	\$3,00
Tela	1	\$5,00
Papel sticker	2	\$3,40
Pintura con textura	1	\$17,00
Filamento	6	\$126
TOTAL		\$221,01

Nota. datos obtenidos de la fabricación del prototipo final, autoría propia.

El apartado de interactividad que tiene el juego es conseguido gracias al diseño de un circuito que hace uso de componentes electrónicos, los cuales son controlados por medio de una aplicación móvil, esta última se desarrolló en el programa Flutter, a continuación, se detallan los componentes usados.

Tabla 7

Costos de componentes electrónicos del juego

Componentes	Cantidad	Precio Unitario	Total
ESP32 WROOM 32D	1	\$12,50	\$12,50
Juego de jumpers macho-macho	2	\$2,50	\$5,00
Diseño de PCB	1	\$15,00	\$15,00
Elaboración de PCB	1	\$13,00	\$13,00
DF Player Mini	1	\$2,50	\$2,50
Juego de resistencias	1	\$1,00	\$1,00
Parlante 35W 5Ω	1	\$5,00	\$5,00
Servomotor	3	\$2,50	\$7,50
Espadines Hembra-Macho	1	\$0,50	\$0,50
Espadines Macho-Macho	1	\$0,50	\$0,50
Pila de Litio 3.7v 12000 mAH	2	\$2,75	\$5,50
Cargador Universal de pilas	1	\$4,00	\$4,00
Portador de pilas	1	\$3,00	\$3,00
Regulador	1	\$3,95	\$3,95
Total			\$78,95

Nota. datos obtenidos de la fabricación del prototipo final, autoría propia.

Para la primera inversión en maquinaria y servicios requeridos para la producción del producto se establece el siguiente escenario, en donde se haría la adquisición de una impresora 3D y herramientas para la fabricación de ciertos componentes del juego, mientras que se hará uso de servicios externos para la realización de componentes puntuales.

Tabla 8

Costos y depreciaciones de maquina y herramientas

Equipos	Costo	Depreciación mensual	Depreciación anual
Impresora k1 Max	\$859,61	\$14,33	\$171,92
Router eléctrico	\$60,00	\$1,00	\$12,00
Lijadora de mano	\$32,00	\$0,53	\$6,40
Totales	\$951,61	\$15,86	\$190,32

Nota. Se está considerando 5 años plazo para la depreciación de los elementos mostrados en esta tabla, autoría propia.

Se fijó el precio final del producto tomando como base todos los datos ya antes presentados y que mensualmente se fabricarán 3 unidades al mes, así obteniendo el siguiente resultado, estableciendo su precio de venta al público en \$420.

Tabla 9

Precio de venta del producto

Descripción	Precios
Materiales	\$221,01
Electrónica	\$78,95
Mano de obra	\$30,00
Depreciación	\$5,29
Subtotal	\$335,25
Utilidad 25%	\$83,81
Total	\$419,06
PVP	\$420

Nota. los valores son precios establecidos para la reproducción de una unidad, autoría propia.

Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Solsi demostró mediante las validaciones que es un producto que a través de las actividades que se realizan, si estimula la motricidad fina y gruesa, y las habilidades sociales mediante el trabajo en equipo en busca de cumplir con éxito objetivos en común. Los prototipos realizados permitieron confirmar su funcionamiento, dando pauta para realizar un producto final con mayor confiabilidad. El nivel de prototipado final logrado permitió que sea testeado en escenarios reales y que se observe los beneficios de Solsi respecto al desarrollo de las habilidades motrices al realizar agarre y encaje de objetos, así mismo, el entender sobre ubicación espacial al buscar objetos sabiendo si están cerca o lejos de estos, todas estas actividades realizadas de forma grupal, lo cual ayudó en sus habilidades sociales.

4.2 Recomendaciones

Teniendo el prototipo final construido, se puede recomendar lo siguiente: El volumen que tiene Solsi al hablar se podría mejorar con componentes de mayor potencia, y, respecto a las temáticas de los puzzles, estas pueden ser adaptadas a los diferentes contenidos educativos que se desee impartir, convirtiéndose en una oportunidad para que el producto sea implementado con niños de mayor edad y así ampliar el mercado de Solsi.

Referencias

Bravo Maldonado, C. A. (2019). Diseño de equipamiento lúdico modular para fomentar el desarrollo social en niños de 3 a 6 años de edad (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

Brito, R., & Dias, P. (2016). La tecnología digital, aprendizaje y educación: prácticas y percepciones de niños menores de 8 años y sus padres. *Ensayos*, 31(2), 23-40.

Cabanilla, I. (2019). La importancia de utilizar el juego simbólico en la primera infancia de los niños y niñas. Universidad Nacional de Tumbes, Trujillo. Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/1042/QUILICHE%20CABANILLAS%2c%20IRMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro Mendoza, I. M., & Rodriguez Mancera, C. P. Las actividades lúdicas como estrategia para fortalecer la convivencia escolar de los niños y niñas de preescolar 1 del CDI Caminos del Sol.

DESARROLLO INFANTIL INTEGRAL – Ministerio de Inclusión Económica y Social.

(s. f.). <https://www.inclusion.gob.ec/desarrollo-infantil-integral/>

Fuentes Castro, Á. (2021). Diseño de juguetes para estimular la motricidad fina en niños de Educación Preescolar.

García, E., & Alarcon, M. (2016). Influencia del juego infantil en el desarrollo y aprendizaje del niño y la niña. *EFDeportes*, 15 (153).

García, M., & Vargas, N. A. (2005). Conocimiento y percepciones culturales de los padres sobre los juguetes apropiados para sus hijos: Encuesta en dos Consultorios de Atención Primaria de Santiago Metropolitano. *Revista chilena de pediatría*, 76(4), 363-368.

González, Á. R. (2008). El juego infantil, su estudio y como abordarlo. *Revista Innovación y experiencias educativas*, 13, 2-4.

Herrera, I. C. B., Parado, J. C. B., & Aburto, L. L. G. (2021). Importancia del desarrollo de la motricidad fina en la etapa preescolar para la iniciación en la escritura. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(30), 1.

Ibarra Arenas, K. B. Aprendiendo Daily Routines por medio de juegos para propiciar un aprendizaje del inglés divertido y significativo.

Luís, A., De Mora, M., Lic, I. S., & Andaluz Zúñiga, J. V. (2019). La motricidad y su influencia en el desempeño escolar. Un estudio de casos escuela “San José”, Babahoyo, Ecuador.

Marín Marín, C. P. (2013). Estrategias metodológicas para la enseñanza de la ubicación espacial, teniendo como base las fases de enseñanza propuestas por Van Hiele (Doctoral dissertation, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira).

Minedu. (2019). Juego Simbólico en la hora del Juego Libre en los Sectores (1° Edición). Amauta Impresiones Comerciales S.A.C.

Norman, D. (1990). *Psicología de los objetos cotidianos*. Madrid, España: Nera.

Peñaranda-Peñaranda, M. M., Bayona-Trigos, R. A., & Manzano-Durán, O. (2017). Las tecnologías de la información y la comunicación: una herramienta estratégica para el desarrollo académico y profesoral. *Revista Ingenio*, 14(1), 65-74.

Platas Vázquez, R. (2017). La importancia del juego en el desarrollo social del niño.

Pruna, F. X. J., Redín, E. S. E., Mariño, P. A. A., & Guarochico, W. F. A. (2023). Los juguetes electrónicos especializados y su influencia en el desarrollo cognitivo social y emocional de los niños entre 5 y 7 años. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 11(1), e3-1.

Rey Castillo, D. R. (2020). La Construcción del Concepto de Trabajo en Equipo a través de los Juegos Sociomotores en Niños de Preescolar (Doctoral dissertation, Universidad de los Llanos).

Rodríguez, B., & Andrea, S. (2022). El juego como estrategia para trabajar las emociones y favorecer la socialización en el preescolar.

Rubio, E. M. S., & Espinosa, J. N. C. (2023). La motricidad fina en la educación inicial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3568-3598.

Serrano Alfonso, O. C. Fortalecimiento de la dimensión cognitiva de los niños de transición 6 de la escuela normal superior de Bucaramanga, para la adquisición de las nociones matemáticas de ubicación espacial, mediante el juego Y la música como estrategias lúdico-pedagógicas (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).

Serrano, P., & De Luque, C. (2019). Motricidad fina en niños y niñas: Desarrollo, problemas, estrategias de mejora y evaluación (Vol. 84). Narcea Ediciones.

Tinedo Olaya, F. A. (2022). Motricidad gruesa y ubicación espacio temporal de los niños de 4 años de la IEI “012 Caritas Felices”, Tumbes, 2021.

Torres, C., & Torres, M. (2007). El juego como estrategia de aprendizaje en el aula. Obtenido de Universidad de los Andes:

http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16668/juego_aprendizaje.pdf.

Vázquez, H. I. R., Palchisaca, Z. G. T., Mediavilla, C. M. Á., & Jarrín, S. A. (2020). Incidencia de la educación física en el desarrollo de la motricidad fina y gruesa de los niños. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(11), 482-495.

Anexos

Evidencias de Validaciones

Figura 53

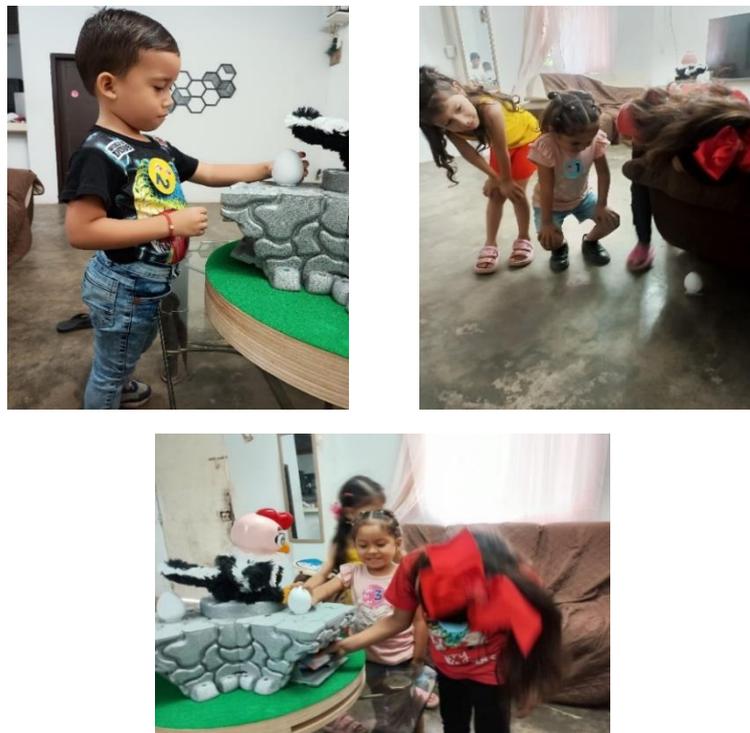
Collage de Visitas a Unidad Educativa en el cantón Milagro



Nota. Se revisó el material que se usaba en la institución para estimular las destrezas y habilidades de los niños, autoría propia.

Figura 54

Collage de validaciones



Nota. Validaciones con niños y niñas realizando todas las actividades de Solsi, autoría propia.

Diálogos de Solsi

01. Hola, soy Solsi, soy un cóndor y vivo en las cordilleras. Son montañas muy altas, y estoy cuidando estos huecos... ¿Dónde están los huevos? Deben estar dentro de este lugar, ¿se habrán caído? Necesito su ayuda chicos y chicas, sé que si trabajamos juntos podremos encontrarlos, yo los ayudaré a buscar los huevos desde aquí arriba. ¡Vamooooos!

02. Equipo 1, ¡vamos!, ¡comencemos!

03. Equipo 2, ¿listos?, ¡vamos!

04. Equipo 3, ya falta poco, ¡vamos!

05. Equipo 1, estás cerca.

06. Equipo 2, estás cerca.

07. Equipo 3, estás cerca.

08. Equipo 1, estás muy cerca.

09. Equipo 2, estás muy cerca.

10. Equipo 3, estás muy cerca.

11. Equipo 1, estás demasiado cerca, ¡ya casi lo tienes.!

12. Equipo 2, estás demasiado cerca, ¡ya casi lo tienes.!

13. Equipo 3, estás demasiado cerca, ¡ya casi lo tienes.!

14. Equipo 1, estás lejos

15. Equipo 2, estás lejos

16. Equipo 3, estás lejos

17. Equipo 1, te estás alejando, prueba en otro lugar

18. Equipo 2, te estás alejando, prueba en otro lugar
19. Equipo 3, te estás alejando, prueba en otro lugar
20. Equipo 1, te estás alejando mucho, intenta en otro lugar, ¡tú puedes!
21. Equipo 2, te estás alejando mucho, intenta en otro lugar, ¡tú puedes!
22. Equipo 3, te estás alejando mucho, intenta en otro lugar, ¡tú puedes!
23. ¡¡Lo hicieron!! ¡Muchas gracias! Cada huevo tiene su propio nido, así que deben colocar el huevo en el nido que tengan las mismas formas.
24. ¡¡Perfecto!! ese es el nido correcto, ahora gira el huevo, así este no se caerá o se volverá a perder, bueno... eso espero.
25. ¡No puede ser!, otro escondite y con más piezas dentro, ¡cójánlas equipo!
26. ¡Vaya! descubrieron un escondite en mi casa y este tiene piezas de rompecabezas, ¡son tuyas!
27. ¡Increíble! Apareció un último escondite, muy bien, pueden coger las piezas del rompecabezas.
28. ¡¡Lo hicieron equipos!!, lograron regresar los huevos a casa trabajando juntos. Pero creo que alcanzo a ver algo más debajo... ¡Es un tablero!, deben trabajar todos juntos para armar el rompecabezas con sus piezas.
29. ¡Excelente trabajo niños! Lo que han completado se ve muy interesante. Conozco a alguien que les puede contar más sobre esto. Así que esto ha sido todo, muchas gracias por ayudarme, ¡son increíbles!

Códigos de programación del circuito de movimientos de las alas y pico de Solsi, junto con la emisión de sonidos al hablar

```
#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <DFRobotDFPlayerMini.h>

const char* ssid = "ESP32_AP";
const char* password = "12345678";

AsyncWebServer server(80);
Servo servo;
bool shouldStart = false;
bool equipo1 = false;
bool equipo2 = false;
bool equipo3 = false;
bool huevo = false;
bool nido = false;
bool cueva = false;
bool sorpresa = false;
bool despedida = false;
bool shouldStop = false;
bool d_cerca = false;
bool m_cerca = false;
bool cerca = false;
bool lejos = false;
bool m_lejos = false;
bool d_lejos = false;

enum Estado {
    INICIO,
```

```
EQUIPO1,  
EQUIPO2,  
EQUIPO3,  
ENDING,  
};
```

```
enum Estado2 {  
    DCERCA,  
    MCERCA,  
    CERCA,  
    LEJOS,  
    MLEJOS,  
    DLEJOS,  
};
```

```
DFRobotDFPlayerMini player;  
Estado estado = INICIO;  
Estado2 state;
```

```
void moverServo(int velocidad){  
    //Rapido: 10  
    //Normal: 15  
    //Lento: 25  
    for (int pos = 180; pos >= 90; pos -= 1) {  
        servo.write(pos);  
        delay(velocidad);  
    }  
    for (int pos = 90; pos <= 180; pos += 1) {  
        servo.write(pos);  
        delay(velocidad);  
    }  
}
```

```

void aleteo(int num_sonido, int velocidad, int tiempo = 0){
    // La variable tiempo es un delay como 3er parametro predeterminado en 0seg
    // Ese valor esta como predeterminado ya que es el valor
    // maximo de tiempo en que se reproducen todos los sonidos
    // El delay debe ser medio segundo mas de lo que dure el sonido a reproducir

    // Se colocan los servos a 180 grados
    servo.attach(18);
    servo.write(180);

    player.play(num_sonido);
    moverServo(velocidad);
    moverServo(velocidad);

    servo.detach();
    delay(tiempo);
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial2.begin(9600);

    if (player.begin(Serial2)){
        Serial.println("DFPlayer Mini online.");

        // Set volume to a desired level (0 to 30)
        player.volume(30);
    }else {
        Serial.println("Connecting to DFPlayer Mini failed!");
    }
}

```

```

// Configurar ESP32 como Access Point
WiFi.softAP(ssid, password);

IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
Serial.print("AP IP address: ");
Serial.println(IP);

server.on("/control", HTTP_POST, [](AsyncWebServerRequest *request) {
  if (request->hasParam("command", true)) {
    String command = request->getParam("command", true)->value();
    if (command == "iniciar") {
      shouldStart = true;
    }else if (command == "equipo1") {
      equipo1 = true;
    }else if (command == "equipo2") {
      equipo2 = true;
    }else if (command == "equipo3") {
      equipo3 = true;
    }else if (command == "Dcerca") {
      d_cerca = true;
    }else if (command == "Mcerca") {
      m_cerca = true;
    }else if (command == "cerca") {
      cerca = true;
    }else if (command == "lejos") {
      lejos = true;
    }else if (command == "Mlejos") {
      m_lejos = true;
    }else if (command == "Dlejos") {
      d_lejos = true;
    }else if (command == "huevo") {
      huevo = true;
    }
  }
});

```

```

}else if (command == "nido") {
    nido = true;
}else if (command == "cueva") {
    cueva = true;
}else if (command == "sorpresa") {
    sorpresa = true;
}else if (command == "despedida") {
    despedida = true;
}else {
    request->send(400, "text/plain", "Invalid command");
}
}else {
    request->send(400, "text/plain", "No command sent");
}
});
server.begin();
}

```

```

void loop() {

```

```

    switch (estado) {

```

```

        case INICIO:

```

```

            if (shouldStart) {

```

```

                Serial.println("Se ha iniciado a Solsi");

```

```

                aleteo(1,20,15500);

```

```

            while (!equipo1 && !equipo2 && !equipo3) {

```

```

                Serial.print(".");

```

```

                delay(1000);

```

```

            }

```

```

            if (equipo1) {

```

```

    estado = EQUIPO1;
} else if (equipo2) {
    estado = EQUIPO2;
} else if (equipo3) {
    estado = EQUIPO3;
}
}
break;

```

```

case EQUIPO1:

```

```

    aleteo(2,20);
    while (!huevo) {
        if (d_cerca) {
            state = DCERCA;
        } else if (m_cerca) {
            state = MCERCA;
        } else if (cerca) {
            state = CERCA;
        } else if (lejos) {
            state = LEJOS;
        } else if (d_lejos) {
            state = DLEJOS;
        } else if (m_lejos) {
            state = MLEJOS;
        }
    }

```

```

switch (state){

```

```

    case DCERCA:
        aleteo(11,20);
        d_cerca = false;
        while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
            if (huevo) break;

```

```

Serial.print(".");
delay(1000);
}

if (m_cerca) {
    state = MCERCA;
} else if (cerca) {
    state = CERCA;
} else if (lejos) {
    state = LEJOS;
} else if (d_lejos) {
    state = DLEJOS;
} else if (m_lejos) {
    state = MLEJOS;
}
break;

case MCERCA:
    aleteo(8,20);
    m_cerca = false;
    while (!d_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    }
}

```

```

    }else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

case CERCA:
    aleteo(5,20);
    cerca = false;
    while (!d_cerca && !m_cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    }else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    }else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

case LEJOS:
    aleteo(14,20);
    lejos = false;
    while (!m_cerca && !d_cerca && !cerca && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");

```

```

    delay(1000);
}
if (m_cerca) {
    state = MCERCA;
} else if (d_cerca) {
    state = DCERCA;
} else if (cerca) {
    state = CERCA;
} else if (d_lejos) {
    state = DLEJOS;
} else if (m_lejos) {
    state = MLEJOS;
}
break;

case MLEJOS:
    aleteo(17,20);
    m_lejos = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !d_cerca && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (d_lejos) {

```

```

        state = DLEJOS;
    }
break;

case DLEJOS:
    aleteo(20,20);
    d_lejos = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_cerca) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    } else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

}
Serial.print(".");
delay(1000);
}
if (huevo) {
    aleteo(23,20,2500);
    huevo = false;

```

```

while (!nido) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
}
if (nido) {
    aleteo(24,20,3000);
    nido = false;
    while (!cueva) {
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (cueva) {
        aleteo(26,20,1500);
        cueva = false;
        equipo1 = false;
    }
}
}
while (!equipo1 && !equipo2 && !equipo3) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
}
if (equipo2) {
    estado = EQUIPO2;
} else if (equipo3) {
    estado = EQUIPO3;
} else if (sorpresa){
    estado = ENDING;
}
break;

case EQUIPO2:

```

```

aleteo(3,20);
while (!huevo) {
  if (d_cerca) {
    state = DCERCA;
  } else if (m_cerca) {
    state = MCERCA;
  } else if (cerca) {
    state = CERCA;
  } else if (lejos) {
    state = LEJOS;
  } else if (d_lejos) {
    state = DLEJOS;
  } else if (m_lejos) {
    state = MLEJOS;
  }
  switch (state){
    case DCERCA:
      aleteo(12,20);
      d_cerca = false;
      while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
      }
      if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
      } else if (cerca) {
        state = CERCA;
      } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
      } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
      }
    }
  }
}

```

```

    }else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

case MCERCA:
    aleteo(9,20);
    m_cerca = false;
    while (!d_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    }else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    }else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

case CERCA:
    aleteo(6,20);
    cerca = false;
    while (!d_cerca && !m_cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");

```

```

    delay(1000);
}
if (m_cerca) {
    state = MCERCA;
} else if (d_cerca) {
    state = DCERCA;
} else if (lejos) {
    state = LEJOS;
} else if (d_lejos) {
    state = DLEJOS;
} else if (m_lejos) {
    state = MLEJOS;
}
break;

case LEJOS:
    aleteo(15,20);
    lejos = false;
    while (!m_cerca && !d_cerca && !cerca && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    } else if (m_lejos) {

```

```

        state = MLEJOS;
    }
break;

case MLEJOS:
    aleteo(18,20);
    m_lejos = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !d_cerca && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    }
break;

case DLEJOS:
    aleteo(21,20);
    d_lejos = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_cerca) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }

```

```

    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    } else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
    break;

}
Serial.print(".");
delay(1000);
}
if (huevo) {
    aleteo(23,20,2500);
    huevo = false;
    while (!nido) {
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (nido) {
        aleteo(24,20,3000);
        nido = false;
        while (!cueva) {
            Serial.print(".");
            delay(1000);
        }
    }
}

```

```

    if (cueva) {
        aleteo(25,20,1000);
        cueva = false;
        equipo2 = false;
    }
}
}
while (!equipo1 && !equipo2 && !equipo3) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
}
if (equipo1) {
    estado = EQUIPO1;
} else if (equipo3) {
    estado = EQUIPO3;
} else if (sorpresa){
    estado = ENDING;
}
break;

case EQUIPO3:
    aleteo(4,20);
    while (!huevo) {
        if (d_cerca) {
            state = DCERCA;
        } else if (m_cerca) {
            state = MCERCA;
        } else if (cerca) {
            state = CERCA;
        } else if (lejos) {
            state = LEJOS;
        }else if (d_lejos) {

```

```

    state = DLEJOS;
}else if (m_lejos) {
    state = MLEJOS;
}
switch (state){
case DCERCA:
    aleteo(13,20);
    d_cerca = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    }else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    }else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

case MCERCA:
    aleteo(10,20);
    m_cerca = false;
    while (!d_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");

```

```

    delay(1000);
}
if (d_cerca) {
    state = DCERCA;
} else if (cerca) {
    state = CERCA;
} else if (lejos) {
    state = LEJOS;
} else if (d_lejos) {
    state = DLEJOS;
} else if (m_lejos) {
    state = MLEJOS;
}
break;

case CERCA:
    aleteo(7,20);
    cerca = false;
    while (!d_cerca && !m_cerca && !lejos && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    } else if (m_lejos) {

```

```

        state = MLEJOS;
    }
break;

case LEJOS:
    aleteo(16,20);
    lejos = false;
    while (!m_cerca && !d_cerca && !cerca && !m_lejos && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    } else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }
break;

case MLEJOS:
    aleteo(19,20);
    m_lejos = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !d_cerca && !d_lejos) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }

```

```

    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_cerca) {
        state = DCERCA;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    }
    break;

case DLEJOS:
    aleteo(22,20);
    d_lejos = false;
    while (!m_cerca && !cerca && !lejos && !m_lejos && !d_cerca) {
        if (huevo) break;
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (m_cerca) {
        state = MCERCA;
    } else if (cerca) {
        state = CERCA;
    } else if (lejos) {
        state = LEJOS;
    } else if (d_lejos) {
        state = DLEJOS;
    } else if (m_lejos) {
        state = MLEJOS;
    }

```

```

    }
    break;

}
Serial.print(".");
delay(1000);
}
if (huevo) {
    aleteo(23,20,2500);
    huevo = false;
    while (!nido) {
        Serial.print(".");
        delay(1000);
    }
    if (nido) {
        aleteo(24,20,3000);
        nido = false;
        while (!cueva) {
            Serial.print(".");
            delay(1000);
        }
        if (cueva) {
            aleteo(27,20,1000);
            cueva = false;
            equipo3 = false;
        }
    }
}
while (!sorpresa) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
}

```

```

    if (equipo1) {
        estado = EQUIPO1;
    } else if (equipo3) {
        estado = EQUIPO3;
    } else if (sorpresa){
        estado = ENDING;
    }
break;

case ENDING:
    aleteo(28,20,9500);
    while(!despedida){
        Serial.print(".");
    }
    if (despedida){
        aleteo(29,20,8000);
    }
    shouldStart = false;
    estado = INICIO;
break;
}
}

```

Códigos de App

Home page:

```

class HomePage extends StatelessWidget {
    const HomePage({super.key});

    Future<void> sendCommand(String command) async {
        const url = 'http://192.168.4.1/control'; // IP del ESP32 en modo AP
        try {
            final response = await http.post(

```

```

    Uri.parse(url),
    body: {'command': command},
  );
  if (response.statusCode == 200) {
    print('Command sent successfully: $command');
  } else {
    print('Failed to send command');
  }
} catch (e) {
  print('Error: $e');
}
}

```

@override

```

Widget build(BuildContext context) {
  return Scaffold(
    body: Stack(
      children:[
        Container(
          decoration: const BoxDecoration(
            image: DecorationImage(
              image: AssetImage("assets/images/homePage/fondo.png"),
              fit: BoxFit.cover
            )
          )
        ),
        Center(
          child: Row(
            children:[
              const SizedBox(
                width: 22,
              ),

```

```

    InkWell(
      onTap:(){
        sendCommand("equipo1");
        Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
FirstPhase()));
      },
      child: Image.asset(
        "assets/images/homePage/boton1.png",
        width: 120,
        height: 70,
      ),
    ),
    InkWell(
      onTap:(){
        sendCommand("equipo2");
        Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
FirstPhase()));
      },
      child: Image.asset(
        "assets/images/homePage/boton2.png",
        width: 120,
        height: 70,
      ),
    ),
    InkWell(
      onTap:(){
        sendCommand("equipo3");
        Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
FirstPhase()));
      },
      child: Image.asset(
        "assets/images/homePage/boton3.png",
        width: 120,

```

```
        height: 70,  
    ),  
    ),  
    l  
    )  
    )  
    l  
    )  
    );  
    }  
}
```

Página de inicio:

```
import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:solsi/views/home_page.dart';
import 'package:http/http.dart' as http;

class StartPage extends StatelessWidget {
  const StartPage({super.key});

  Future<void> sendCommand(String command) async {
    const url = 'http://192.168.4.1/control'; // IP del ESP32 en modo AP
    try {
      final response = await http.post(
        Uri.parse(url),
        body: {'command': command},
      );
      if (response.statusCode == 200) {
        print('Command sent successfully: $command');
      } else {
        print('Failed to send command');
      }
    } catch (e) {
      print('Error: $e');
    }
  }

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    final screen = MediaQuery.of(context).size;
```

```

return Scaffold(
  body: Stack(
    children: [
      Container(
        decoration: const BoxDecoration(
          image: DecorationImage(
            image: AssetImage("assets/images/inicio/fondo.png"),
            fit: BoxFit.cover
          )
        ),
      ),
      Positioned(
        top: screen.height * 0.02,
        right: screen.width * 0.05,
        child: Image.asset(
          "assets/images/inicio/interrogacion.png",
          width: screen.width * 0.1,
          height: screen.height * 0.05,
        )
      ),
      SingleChildScrollView(
        child: Column(
          children: [
            SizedBox(
              height: screen.height * 0.1,
            ),
            Image.asset(
              "assets/images/inicio/letrasSolsi.png",
              width: screen.width * 0.6,

```

```

    height: screen.height * 0.2,
  ),
  SizedBox(
    height: screen.height * 0.05,
  ),
  Image.asset(
    "assets/images/inicio/solsi.png",
    height: screen.height * 0.3,
    width: screen.width * 0.6,
  ),
  SizedBox(
    height: screen.height * 0.025,
  ),
  ElevatedButton(
    onPressed: (){
      sendCommand('iniciar');
      Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
HomePage()));
    },
    child: Text(
      "Iniciar",
      style: TextStyle(
        fontSize: screen.width * 0.06,
        fontWeight: FontWeight.bold,
        color: Colors.brown[300]
      ),
    ),
  ),
  SizedBox(height: screen.height * 0.085,),

```

```

        Image.asset(
            "assets/images/inicio/piePagina.png",
            height: screen.height * 0.25,
            width: screen.width,
        ),
    ],
),
),
]
)
);
}
}

```

Primera fase:

```

class FirstPhase extends StatelessWidget {
  const FirstPhase({super.key});

  Future<void> sendCommand(String command) async {
    const url = 'http://192.168.4.1/control'; // IP del ESP32 en modo AP
    try {
      final response = await http.post(
        Uri.parse(url),
        body: {'command': command},
      );
      if (response.statusCode == 200) {
        print('Command sent successfully: $command');
      } else {
        print('Failed to send command');
      }
    }
  }
}

```

```
    }  
  } catch (e) {  
    print('Error: $e');  
  }  
}
```

@override

```
Widget build(BuildContext context) {  
  return Scaffold(  
    body: Stack(  
      children: [  
        Container(  
          decoration: const BoxDecoration(  
            image: DecorationImage(  
              image: AssetImage("assets/images/fPhase/fondo_2.png"),  
              fit: BoxFit.cover  
            )  
          ),  
        ),  
        Center(  
          child: Column(  
            children: [  
              const SizedBox(  
                height: 162,  
              ),  
              ElevatedButton(  
                style: ElevatedButton.styleFrom(  
                  backgroundColor: Colors.lightGreen  
                ),
```

```

onPressed: () {
  sendCommand("Dcerca");
},
child: const Text(
  "Demasiado Cerca",
  style: TextStyle(
    color: Colors.white
  ),
),
),
ElevatedButton(
  style: ElevatedButton.styleFrom(
    backgroundColor: Colors.lightGreen
  ),
  onPressed: () {
    sendCommand("Mcerca");
  },
  child: const Text(
    "Muy Cerca",
    style: TextStyle(
      color: Colors.white
    ),
  ),
),
ElevatedButton(
  style: ElevatedButton.styleFrom(
    backgroundColor: Colors.lightGreen
  ),
  onPressed: () {

```

```

        sendCommand("cerca");
    },
    child: const Text(
      "Cerca",
      style: TextStyle(
        color: Colors.white
      ),
    ),
  ),
  ElevatedButton(
    style: ElevatedButton.styleFrom(
      backgroundColor: Colors.deepPurple[700]
    ),
    onPressed: () {
      sendCommand("lejos");
    },
    child: const Text(
      "Lejos",
      style: TextStyle(
        color: Colors.white
      ),
    ),
  ),
  ElevatedButton(
    style: ElevatedButton.styleFrom(
      backgroundColor: Colors.deepPurple[700]
    ),
    onPressed: () {
      sendCommand("Mlejos");
    },

```

```

    },
    child: const Text(
      "Muy Lejos",
      style: TextStyle(
        color: Colors.white
      ),
    ),
  ),
),
ElevatedButton(
  style: ElevatedButton.styleFrom(
    backgroundColor: Colors.deepPurple[700]
  ),
  onPressed: () {
    sendCommand("Dlejos");
  },
  child: const Text(
    "Demasiado Lejos",
    style: TextStyle(
      color: Colors.white
    ),
  ),
),
],
)
),
Center(
  child: Column(
    children: [
      const SizedBox(

```

```

    height: 520,
  ),
  Row(
    children: [
      InkWell(
        onTap: (){
          sendCommand("huevo");
        },
        child: Image.asset(
          "assets/images/fPhase/botonHuevo.png",
          height: 100,
          width: 200,
        )
      ),
      InkWell(
        onTap: (){
          sendCommand("nido");
        },
        child: Image.asset(
          "assets/images/fPhase/botonNido.png",
          height: 100,
          width: 200,
        ),
      )
    ],
  ),
  const SizedBox(
    height:25
  ),
),

```

```

    InkWell(
      onTap: () {
        sendCommand("cueva");
      },
      child: Image.asset(
        "assets/images/fPhase/botonCueva.png",
        height: 100,
        width: 200,
      ),
    ),
  ],
)
),
Positioned(
  bottom: 10,
  right: 10,
  child: InkWell(
    onTap: (){
      Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
SecondPhase()));
    },
    child: Image.asset(
      "assets/images/fPhase/botonAdelante.png",
      width: 80,
      height: 80,
    ),
  ),
),
),
Positioned(

```

```

        bottom: 10,
        left: 10,
        child: InkWell(
          onTap: (){
            Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
HomePage()));
          },
          child:Image.asset(
            "assets/images/fPhase/botonAtras.png",
            width: 80,
            height: 80,
          ),
        ),
      ),
    ],
  ),
);
}
}

```

Segunda Fase:

```

class SecondPhase extends StatelessWidget {
  const SecondPhase({super.key});
  Future<void> sendCommand(String command) async {
    const url = 'http://192.168.4.1/control'; // IP del ESP32 en modo AP
    try {
      final response = await http.post(
        Uri.parse(url),
        body: {'command': command},

```

```

);
if (response.statusCode == 200) {
  print('Command sent successfully: $command');
} else {
  print('Failed to send command');
}
} catch (e) {
  print('Error: $e');
}
}

```

@override

```

Widget build(BuildContext context) {
  final size = MediaQuery.of(context).size;

  return Scaffold(
    body: Stack(
      children: [
        Container(
          decoration: const BoxDecoration(
            image: DecorationImage(
              image: AssetImage("assets/images/sPhase/fondo.png"),
              fit: BoxFit.cover,
            ),
          ),
        ),
        ),
        ),
        Center(
          child: Column(
            children: [

```

```

    SizedBox(
      height: size.height * 0.35,
    ),
    InkWell(
      onTap: () {
        sendCommand("sorpresa");
      },
      child: Image.asset(
        "assets/images/sPhase/botonSorpresa.png",
        height: size.height * 0.25,
        width: size.width * 0.75,
      ),
    ),
    InkWell(
      onTap: () {
        sendCommand("despedida");
      },
      child: Image.asset(
        "assets/images/sPhase/botonDespedida.png",
        height: size.height * 0.25,
        width: size.width * 0.75,
      ),
    ),
  ],
),
),
Positioned(
  bottom: size.height * 0.02,
  right: size.width * 0.05,

```

```

    child: InkWell(
      onTap: () {
        Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
StartPage()));
      },
      child: SizedBox(
        height: size.height * 0.12,
        width: size.width * 0.25,
      ),
    ),
  ),
  Positioned(
    bottom: size.height * 0.02,
    left: size.width * 0.05,
    child: InkWell(
      onTap: () {
        Navigator.push(context, MaterialPageRoute(builder: (context) => const
FirstPhase()));
      },
      child: SizedBox(
        width: size.width * 0.25,
        height: size.height * 0.12,
      ),
    ),
  ),
],
),
);
}
}

```