



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del  
Producto**

**Diseño de un juguete de apoyo para la  
adquisición de rutinas en personas autistas  
sin lenguaje.**

**Autor:**

**Álvarez Acosta, Ana Isela**

**Tutora:**

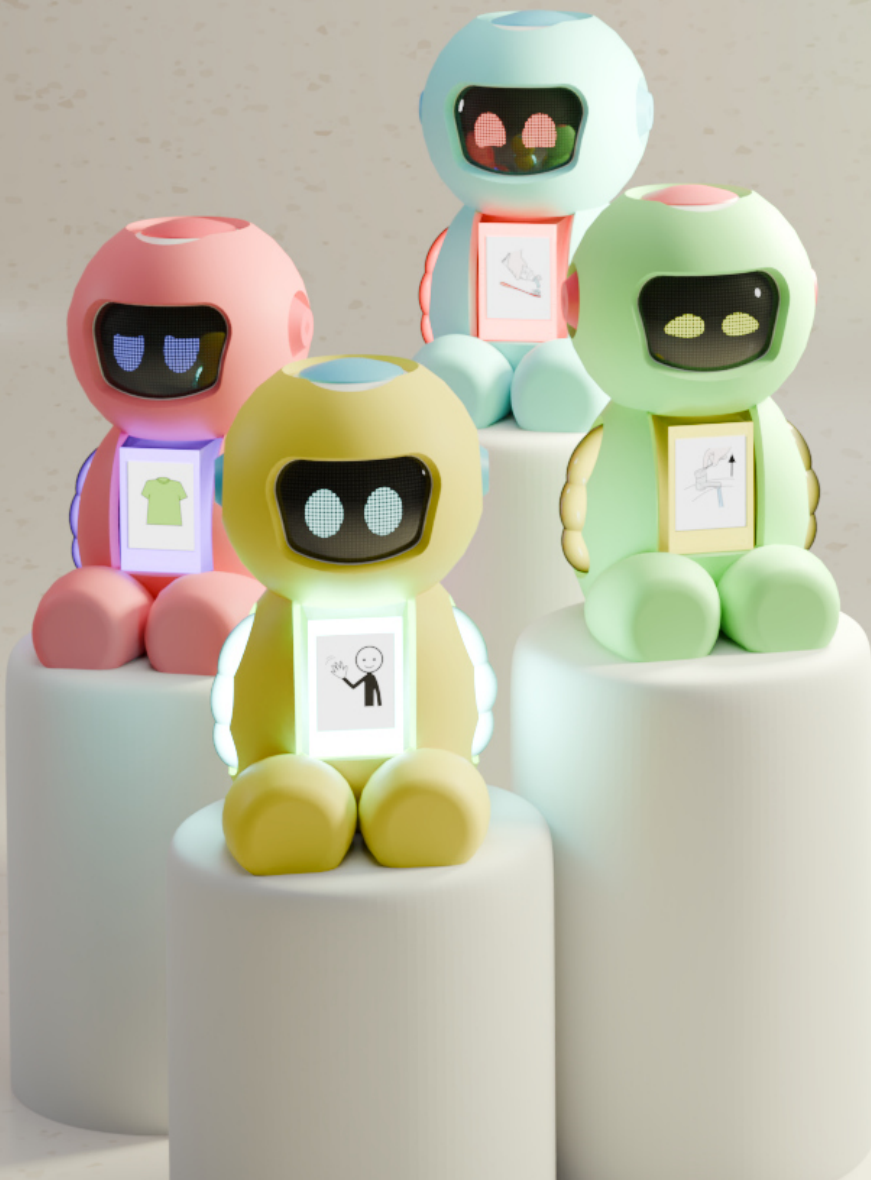
**Martín Pérez, Pilar**

**Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía**

**Valladolid, Septiembre, 2025.**

# DISEÑO DE UN JUGUETE DE APOYO PARA LA ADQUISICIÓN DE RUTINAS EN PERSONAS AUTISTAS SIN LENGUAJE

AUTOR: ANA ISELA ÁLVAREZ ACOSTA  
TUTORA: PILAR MARTÍN PÉREZ





## AGRADECIMIENTOS

Agradezco este proyecto especialmente a mi hermano Pablo, que ha sido mi principal fuente de inspiración.

Gracias a mi tutora Pilar, que puso su confianza en este proyecto desde el primer momento y me abrió las puertas para poder realizarlo, acompañándome durante todo este proceso

Gracias a mis padres, mi pareja y mi gato, que no se han separado de mi en todo momento, permitiendo que esto salga a flote.



## RESUMEN

En este proyecto se presenta un juguete de apoyo para personas con autismo sin lenguaje o de grado tres, con la finalidad principal de mejorar su calidad de vida. Se busca el fomento de la autonomía personal, sirviendo de herramienta para la realización de tareas sencillas, además de buscar una conexión emocional con el usuario, mediante el uso de estímulos y texturas agradables. Esto se logra en base al diseño inclusivo y técnicas como el design thinking..

Se desarrollarán sus características físicas y estéticas, a la vez que una aplicación para poder interactuar con la interfaz y programar rutinas de forma sencilla, abarcando diversos campos requeridos para realizar un diseño industrial.

## PALABRAS CLAVE

Trastorno del Espectro Autista (TEA) / Juguete terapéutico / Diseño inclusivo / Elaboración de rutinas

## ABSTRACT

In this project, a support toy is presented for people with nonverbal autism or level three autism, with the main purpose of improving their quality of life. The project aims to promote personal autonomy, serving as a tool for carrying out simple tasks, while also seeking to establish an emotional connection with the user through the use of pleasant stimuli and textures. This is achieved through inclusive design and techniques such as design thinking.

Its physical and aesthetic features will be developed, along with an application that enables interaction with the interface and the simple programming of routines, covering various fields required for industrial design.

## KEYWORDS

Autism Spectrum Disorder (ASD) /Therapeutic toy, /Inclusive design / Routine development



# ÍNDICE DEL PROYECTO

<b>1.MOTIVACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>2.OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
3.1. BREVE PRESENTACIÓN DEL AUTISMO .....	20
3.2. HISTORIA DEL AUTISMO .....	21
3.3. EPIDEMIOLOGIA, CRITERIOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPIA .....	25
3.4. EL AUTISMO DE GRADO TRES .....	31
3.5. LA IMPORTANCIA DE LAS RUTINAS EN PERSONAS CON AUTISMO .....	32
3.6. USO DE SAAC EN EL AUTISMO NO VERBAL.....	35
3.7. DISEÑAR PARA PERSONAS CON AUTISMO .....	38
<b>4. ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>45</b>
4.1 LA TECNOLOGÍA EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE DE PERSONAS CON AUTISMO.....	46
4.2. PATENTES REGISTRADAS .....	54
<b>5. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>57</b>
5.1 REALIZACIÓN DE ENCUESTAS .....	58
5.2. IDEAS Y BOCETOS INICIALES.....	59
<b>6. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>63</b>
6.1. NORMAS ARMONIZADAS .....	64
6.2. NORMALIZACIÓN TÉCNICA .....	65
<b>7. DISEÑO FINAL .....</b>	<b>67</b>



7.1. IDENTIDAD GRÁFICA.....	68
7.2. PROPUESTA FINAL.....	71
7.3. FUNDAS PERSONALIZABLES.....	77
7.4. COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO.....	79
7.5. COMPONENTES ELECTRÓNICOS.....	87
7.6. ENVASE.....	93
7.7. APLICACIÓN MÓVIL.....	97
7.8. FUNCIONAMIENTO.....	106
<b>8. MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>109</b>
8.1. MATERIALES.....	110
8.2. PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	119
<b>9. PRESUPUESTO.....</b>	<b>125</b>
9.1. COSTES DE FABRICACIÓN.....	127
9.2. COSTE DE LA MANO DE OBRA INDIRECTA.....	130
9.3. CARGAS SOCIALES.....	131
9.4. GASTOS GENERALES.....	132
9.5. BENEFICIO INDUSTRIAL.....	133
9.6. PRESUPUESTO TOTAL.....	134
<b>10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....</b>	<b>135</b>
10.1. CONCLUSIONES.....	137
10.2. LÍNEAS FUTURAS.....	136
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>137</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Persona envuelta en una manta, representación del mundo interno de las personas con autismo. (Fuente: Nilov, 2021, en Pexels).....	20
Figura 2— Logo de la Johannes-Mathesius-Gesellschaft (s. f.) <a href="https://www.mathesius.org/">https://www.mathesius.org/</a> .....	21
Figura 3 - Triplett family archives. (s. f.) Primer niño diagnosticado con autismo por Leo Kanner [Fotografía]. BBC. <a href="https://www.bbc.com/news/magazine-35350880">https://www.bbc.com/news/magazine-35350880</a> .....	22
Figura 4 - Hans Asperger trabajando con un niño en la Clínica de Educación Curativa de Viena (Fuente: Pictorial Press, citado en Sheffer, 2018, en The New York Times). .....	23
Figura 5 - Triada de Wing. Fuente: Revista fronteras en Medicina, Hans Asperger (1906-1980): el hombre detrás del epónimo <a href="https://www.revistafronteras.com.ar/contenido/art.php?recordID=Mjc2MQ==">https://www.revistafronteras.com.ar/contenido/art.php?recordID=Mjc2MQ==</a> .....	24
Figura 6 - Evolución del alumnado con autismo. Fuente: Autismo España. El alumnado con autismo continúa aumentando por décimo año consecutivo (2022) [ <a href="https://autismo.org.es/actualidad/noticias/el-alumnado-con-autismo-continua-aumentando-por-decimo-ano-consecutivo/">https://autismo.org.es/actualidad/noticias/el-alumnado-con-autismo-continua-aumentando-por-decimo-ano-consecutivo/</a> ] .....	25
Figura 7 - Niñas jugando- Fuente: Pexels (cottonbro studio). .....	28
Figura 8- Ejemplo de horario visual. Fuente: Teletón México, Recomendaciones para padres de niños con autismo ante COVID-19 (2 de abril de 2020) <a href="http://teleton.org/recomendaciones-para-padres-de-ninos-con-autismo-ante-covid-19/">http://teleton.org/recomendaciones-para-padres-de-ninos-con-autismo-ante-covid-19/</a> .....	32
Figura 9 - Sistema de pictogramas. FUente: ARASAAC , bajo licencia CC BY-NC-SA. Disponible en: <a href="http://www.tropicalstudio.com/proyectos/arasaac/">http://www.tropicalstudio.com/proyectos/arasaac/</a> .....	33
Figura 10 - Niño usando pictogramas. Fuente: Espacio Autismo, PICTOGRAMAS Y AUTISMO: Cómo y para qué utilizarlos (29 de agosto de 2023). <a href="https://www.espacioautismo.com/pictogramas-autismo-pdf-imprimir/">https://www.espacioautismo.com/pictogramas-autismo-pdf-imprimir/</a> .....	35

Figura 11 - Set de pictogramas “Mi Estuche de Pictos”. Fuente: Ofertitas <a href="https://www.ofertitas.es/pictos-mi-estuche-chollo/351011/">https://www.ofertitas.es/pictos-mi-estuche-chollo/351011/</a> .....	36
Figura 12 - Sobreestimulación sensorial. Fuente: Pexels, Piacquadio (2020) .....	38
Figura 13 - Fases del design thinking. Fuente: Endeavor Hub, Design Thinking: la importancia de emprender desde las necesidades del usuario. Endeavor Hub, Design Thinking: la importancia de emprender desde las necesidades del usuario. <a href="https://endeavor-hub.com/hub">https://endeavor-hub.com/hub</a> .....	40
Figura 14 - Habitación sensorial Cómo hacer una habitación sensorial en casa, licencia CC BY-NC-ND 4.0. <a href="https://elpuzzleazul.home.blog/como-hacer-una-habitacion-sensorial-en-casa/">https://elpuzzleazul.home.blog/como-hacer-una-habitacion-sensorial-en-casa/</a> .....	43
Figura 15 - Captura de pantalla de la interfaz web de AsTeRICS GRID (Fuente: AsTeRICS GRID (Lorenzo Moreno)) .....	47
Figura 16 - Captura de pantalla de la interfaz web de SecuenciACC (Fuente: SecuenciACC (Lorenzo Moreno)) .....	47
Figura 17 - Captura de pantalla de la interfaz web de PictogramAgenda (Fuente: PictogramAgenda (Lorenzo Moreno)) .....	47
Figura 18 - Logo de la aplicación Leeloo AAC. Fuente: Assistive Cards. ....	48
Figura 19 - Interfaz Picaa. Tecnoaccesible/Picaa <a href="https://tecnoaccesible.net/catalogo/picaa">https://tecnoaccesible.net/catalogo/picaa</a> .....	48
Figura 20 - Fotografía de la aplicación Pictogram Room. Fuente: Fundación Orange .....	49
Figura 21 - Menú de Sigueme Fuente: martagamez (2020), Blog de Orange .....	49
Figura 22 - Supresión de ruido gracias a Unfear. “Unfear, la aplicación de Samsung que pone la tecnología al servicio de las personas con autismo” (Pérez, 2023), MarketingDirecto. ....	50
Figura 23 - NAO robot socia. Fuente: Robot NAO, un compañero de viaje, Tecnología Esment. ....	51
Figura 24 - Modelos de PARO Fuente: Imagen extraída de "Paro robot perro de mar", Robots.nu. ....	52
Figura 25 - Vista frontal de Milo.Fuente: Meet Milo: The Robot Who Helps Kids Learn (Hill, 2016), ParentMap. ....	53
Figura 26 - Robot de entrenamiento para autistas Fuente: Li Jing, O (2019), Patente n.º CN 208839045 U .....	54

Figura 27 - Robot flor para autistas. Fuente: Universidad de Macedonia (2023)	
Patente nº GR1010783B.....	54
Figura 28 - Peluche para el desarrollo cognitivo Fuente: Gettysburg College (2023),	
Patente US 11741851 B2.....	55
Figura 29 - Robot para la generación y seguimiento de rutinas. Fuente: Universidad	
de Sevilla (2023) Patente ES202231456U .....	55
Figura 30 - Primeros conceptos. Elaboración propia. ....	59
Figura 31 - Primeros bocetos. Elaboración propia. ....	60
Figura 32 - Boceto definitivo. Elaboración propia .....	61
Figura 33 - Imagotipo. Elaboración propia.....	69
Figura 34 - Imagotipo en blanco sobre fondo. Elaboración propia. ....	69
Figura 35 - Paleta de colores Remi. Elaboración propia. ....	70
Figura 36 - Tipografía. Elaboración propia.....	70
Figura 37 - Modelos de Remi expuestos. Elaboración propia.....	72
Figura 38 - Ojos de Remi. Elaboración propia. ....	73
Figura 39 - Remi sin funda. Elaboración propia. ....	74
Figura 40 - Presentación en distintos colores. Elaboración propia. ....	75
Figura 41 - Remi contextualizado en un baño. Elaboración propia.....	76
Figura 42 - Remi contextualizado en un salón. Elaboración propia. ....	76
Figura 43 - Funda de jirafa. Elaboración propia.....	77
Figura 44 - Funda espacial. Elaboración propia.....	78
Figura 45 - Base. Elaboración propia. ....	79
Figura 46 - Parte delantera. Elaboración propia. ....	80
Figura 47 - Parte trasera. Elaboración propia. ....	81
Figura 48 - Cara. Elaboración propia. ....	81
Figura 49 - Brazo. Elaboración propia.....	82
Figura 50 – Tapa de las orejas. Elaboración propia. ....	82
Figura 51 - Oreja. Elaboración propia. ....	83
Figura 52 - Eje central. Elaboración propia. ....	83
Figura 53 - Sujeción pantalla. Elaboración propia. ....	84
Figura 54 - Recubrimiento matriz. Elaboración propia. ....	84
Figura 55 - Botón. Elaboración propia. ....	85
Figura 56 - Funda derecha. Elaboración propia.....	85

Figura 57 - Funda izquierda. Elaboración propia. ....	86
Figura 58 - Placa Arduino Mega 2560 Rev 3 Fuente: Arduino bajo licencia <b>CC BY-SA 4.0</b> , Wikimedia Commons (23 de agosto de 2023).....	87
Figura 59 - Módulo TP4056. Fuente: Fuente: adlerweb (Openclipart, 2019).....	87
Figura 60 - Tarjeta Micro SD. Fuente: Asim18, 2008 (licencia CC BY 3.0). ....	88
Figura 61 - Módulo microSD Fuente: Leantec.....	88
Figura 62 - Módulo PAM8043. Fuente: Quartz Components .....	88
Figura 63 - Sensor tácil de arduino. Fuente: Llamas, bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0. ....	89
Figura 64 - Módulo bluetooth arduino. Fuente: FreeSVG (obra en dominio público). ....	90
Figura 65 - Condensador electrolítico. Fuente: FreeSVG (obra en dominio público). ....	91
Figura 66 - Condensadores cerámicos. Fuente: New Workspace, Roboflow.....	91
Figura 67 - Fusible en línea. Fuente: Haragayato, 2006; Wikimedia Commons (licencia CC BY-SA 3.0).....	91
Figura 68 - Envase abierto. Elaboración propia. ....	93
Figura 69. Envase cerrado. Elaboración propia. ....	94
Figura 70 - Plano del envase. Elaboración propia.....	96
Figura 71 - Pantalla de inicio de Remi. Elaboración propia. ....	97
Figura 72 - Flujo de usuario. Elaboración propia. ....	98
Figura 73 - Menú "casa". Elaboración propia. ....	99
Figura 74 - Menú "calendario". Elaboración propia. ....	100
Figura 75 - Menú "Personalización". Elaboración propia.....	101
Figura 76 - Menú "Ajustes". Elaboración propia.....	102
Figura 77 - Pantalla de carga. Elaboración propia. ....	103
Figura 78 - Mockup de la aplicación. Elaboración propia. ....	104
Figura 79 - Aplicación RemiTrack. Elaboración propia. ....	105
Figura 80 - Aplicación Remi. Elaboración propia .....	105
Figura 81 - Rutina de pictogramas para lavarse los dientes. Fuente: Palao S. ARASAAC.....	107

Figura 82 – Estructura química del ABS. Fuente: *Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review*, Journal of Materials Science, Springer (2015). .....	110
Figura 83 -Pellets de plástico ABS. Fuente: Shiraz Plastic (2024). .....	111
Figura 84 - Juguete fabricado en ABS. Fuente: Decathlon / Innovagood .....	112
Figura 85 - Fuente: Remilawal, 2016, Wikimedia Commons (licencia CC BY-SA 4.0). .....	112
Figura 86 - Policarbonato. Fuente: Needpix .....	114
Figura 87 - Juguetes de caucho natural. Fuente: Patapum. ....	116
Figura 88. Hojas de cartón. Fuente: PPD, 2019 (Pixnio, dominio público). ....	117
Figura 89. Diseño genérico de la unidad de inyección. Fuente: Gran loco, 2006, Wikimedia Commons (licencia CC BY-SA 3.0). ....	119
Figura 90 - Espráis de pintura. Fuente: Magical Sculptures .....	121
Figura 91 - Tabla de presupuestos, coste del material. Elaboración propia.....	127
Figura 92 - Tabla de presupuestos, coste de mano de obra directa. Elaboración propia. ....	128
Figura 93 - Tabla de presupuestos, costes operativos. Elaboración propia. ....	129
Figura 94 - Tabla de presupuestos, cargas sociales. Elaboración propia.....	131
Figura 95 - Tabla de presupuestos, hoja de presupuesto industrial. Elaboración propia. ....	134

# 1.MOTIVACIÓN

El autismo es un trastorno del que cada vez existe más concienciación, aquellas personas con autismo de grado uno o síndrome de Asperger han podido ponerle voz en redes sociales y otros medios de comunicación. También existen diversos personajes, tanto literarios como de televisión, que presentan este tipo de autismo, como Shaun Murphy en *The Good Doctor* o Sheldon Cooper en *The Big Bang Theory*.

Pese a que esto ha resultado un gran avance para dar visibilidad a todo el colectivo autista, quiero retratar una parte de este que muchas veces queda olvidada y que me ha acompañado durante toda mi vida. Mi hermano Pablo posee un autismo de grado tres, un grado donde la comunicación pasa a ser ininteligible, lo que ocasiona que ellos mismos no se puedan poner voz. Por lo tanto, yo quiero poner la voz por él y por todas aquellas personas que cuentan con este grado, creando a su vez una herramienta que les ayuda a gestionarse en su día a día con mayor autonomía.



## **2.OBJETIVOS**

En el presente trabajo, se han establecido una serie de objetivos cuyo fin principal es el desarrollo de un juguete de apoyo para personas con autismo de grado tres, que además de ser una herramienta que le ofrezca ayuda a la hora del *desarrollo de pequeñas rutinas básicas*, funcione como un apoyo emocional que sea de su agrado y los pueda acompañar a lo largo de su día a día, pudiendo generar una *conexión emocional* con el usuario.

Se pretende lograr con el siguiente producto una mejora significativa en la realización de tareas sencillas de forma autónoma, además de que resulte una experiencia motivadora y satisfactoria para ellos, mediante el uso del *refuerzo positivo*.

Crear una herramienta que se pueda usar tanto en casa como en el colegio, pudiendo servir como un *refuerzo terapéutico* al que los especialistas y familias pueden recurrir de cara a las personas con autismo.

Poder realizar un *seguimiento diario* del desarrollo de las rutinas que puedan consultar tanto padres como profesionales, sirviendo de nexo de unión entre ellos.

*Y visibilizar el autismo* de grado tres, debido a la falta difusión, comprensión social y reconocimiento de sus necesidades específicas.

Para el correcto desarrollo de este proyecto, se atenderá a las *necesidades de las personas con autismo*, por lo que se realizará una investigación previa, considerando valores del diseño inclusivo, para obtener el diseño más adaptado posible.

Se considerará, a su vez, a la *sostenibilidad* del proyecto, procurando realizar el menor impacto medioambiental posible a lo largo de su ciclo de vida.

Se abogará por crear un producto duradero, resistente y seguro para el usuario.

# 3.MARCO TEÓRICO

### 3.1. BREVE PRESENTACIÓN DEL AUTISMO

Para realizar un diseño efectivo para personas con *Trastorno del Espectro Autista (TEA)*, es necesario tener un concepto claro de lo que este trastorno supone para la vida cotidiana de aquellos que lo poseen. Las personas autistas padecen un retraso en el desarrollo cognitivo y emocional. Básicamente se podría decir que viven en su mundo, tienen su propia conducta, sienten sensaciones de una forma única y entienden el lenguaje de una forma diferente.

Dadas estas premisas, las *relaciones interpersonales* se les dificultan en gran medida, y el interés por otras personas podría ser el mismo que pudieran tener por un objeto. Tampoco saben ponerse en el lugar del otro, lo que puede llegar a parecer una falta de empatía, pero que es más bien una carencia de intencionalidad.

Puede darse la imitación de palabras y frases de forma repetitiva, lo que se conoce como ecolalia. También puede producirse una repetición en ciertos movimientos corporales o estereotipias.

Tienen unos intereses muy marcados y los pequeños cambios, tanto en el entorno como en sus rutinas, suponen un mundo para ellos. Por lo general, suelen ser tremendamente inflexibles a los cambios.

La denominación completa de esta patología recibe el nombre de Trastorno del Espectro Autista o TEA. Espectro hace referencia al amplio abanico de casos de autismo que existen, dando lugar a que *no haya dos diagnósticos de autismo iguales*, por lo que no se debe tender a la generalización. Trastorno, en cambio, nos indica que el autismo acompañará toda la vida a aquel que lo posea, y por lo tanto, por mucha prevención y terapia que se aplique, aunque se mejore, será incurable.



*Figura 1. Persona envuelta en una manta, representación del mundo interno de las personas con autismo. (Fuente: Nilov, 2021, en Pexels).*

## 3.2. HISTORIA DEL AUTISMO

Para entender un poco más de la psique de este trastorno, hay que remontarse tiempo atrás, ya que no es algo nuevo. El Trastorno del Espectro Autista ha coexistido con la presencia del ser humano pese a que se le haya puesto nombre hace relativamente poco, como pasa con otras muchas enfermedades y trastornos mentales.

Antes del S. XX, se han llegado a registrar casos que, pese a no contar con un diagnóstico preciso, las características que se detectan darían indicios claros de rasgos autistas.

Ejemplo de esto es el caso documentado por el monje Johannes Mathesius en el S. XIV, por algunos considerado como el primer caso registrado en la historia, donde se relata cómo Lutero consideraba a un niño de doce años con rasgos autistas como una masa de carne en un espíritu sin alma, que de vez en cuando era poseída por criaturas demoníacas.



Figura 2— Logo de la Johannes-Mathesius-Gesellschaft (s.f.) <https://www.mathesius.org/>

Otro caso es el del fraile Junípero Serra, cuyo testimonio se recoge en el libro anónimo “Las florecillas de San Francisco”, donde se da a entender que el fraile tenía dificultad a la hora de interpretar tanto el lenguaje verbal como el no verbal, lo que suponía una incompatibilidad para adaptarse a las convenciones sociales y una incompreensión de las claves sociales y el lenguaje pragmático.

Hugh Blair de Borgue es un caso especialmente curioso, ya que se aprobó la nulidad de su matrimonio debido a una serie de características que hoy en día corresponderían a un diagnóstico de TEA.

Hasta entrado el S. XX no se acuña el término autismo en medicina. En 1911, el psiquiatra *Paul Eugen Bleuler* definió el término autismo en su artículo “Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien”, donde incluía el trastorno como una alteración de la esquizofrenia en la cual el paciente perdía el contacto total con la realidad.

Carl Jung, estudiante de Bleuler, incluyó el autismo dentro de dos nuevos conceptos que él mismo introdujo en 1923, la introversión y la extroversión, situando esta condición como el grado máximo de introversión.

En 1926, en Moscú, la psiquiatra Grunya Efimovna Sukhareva publicó en un artículo la descripción detallada de seis jóvenes que compartían rasgos autistas, usando el término psicopatía autista para referirse a estos. Sin embargo, este artículo, solo disponible en ruso, fue traducido muy tarde, por lo que no se considera una pionera en este ámbito.

Por lo cual, la denominación de Trastorno del Espectro Autista, como una neurodivergencia diferenciada de la esquizofrenia, se remonta a 1943, de la mano de *Leo Kanner*, en su artículo “*Autistic disturbances of affective contact*”. El psiquiatra infantil de origen austrohúngaro trabajaba en ese momento en el hospital Johns Hopkins en Baltimore, Estados Unidos. Considerado el primer hospital de psiquiatría infantil, donde se le dio la oportunidad de seguir de cerca a once niños que compartían características similares, relatando todos estos casos en su artículo.



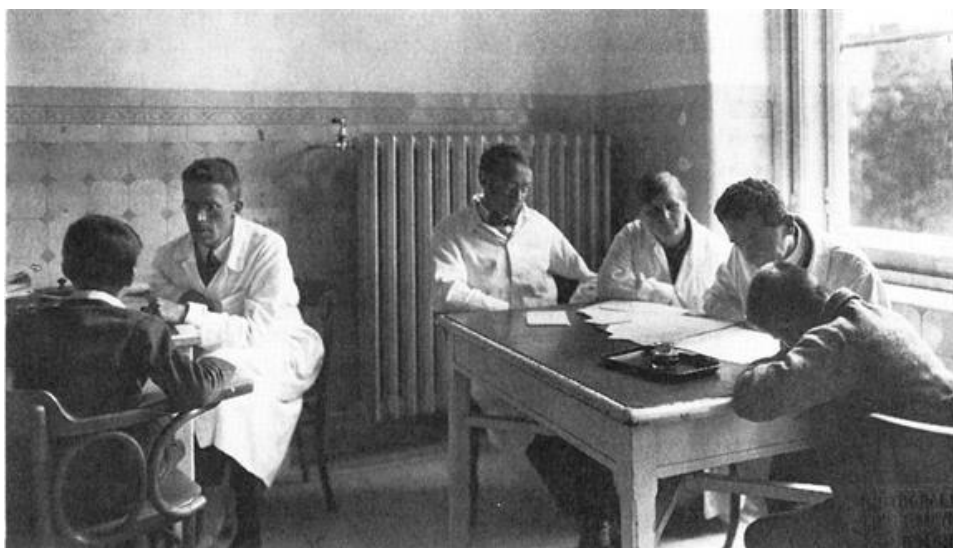
Figura 3 - Triplett family archives. (s.f.) Primer niño diagnosticado con autismo por Leo Kanner [Fotografía]. BBC. <https://www.bbc.com/news/magazine-35350880>

Estos niños presentaban varias características en común, como los patrones obsesivos, la ecolalia, la falta de respuesta a estímulos provenientes del mundo

exterior, los movimientos repetitivos o los problemas con el lenguaje y la comunicación. Denominando todos estos casos como un único síndrome, el autismo extremo, diferenciándolo claramente de la esquizofrenia con la que previamente fue asociado.

Kanner sugería que esto tenía un carácter biológico y provenía desde el nacimiento, sin embargo, posteriormente planteó la posibilidad de que fuera causado por un factor psicológico, dando lugar a la teoría de las “*madres nevera*”, enfatizada por Bruno Bettelheim. Sugerían que la patología autista se formaba en un entorno frío, de una familia donde ambos padres poseen una educación superior, cuyas progenitoras eran distantes e indiferentes, extremadamente perfeccionistas con ellos, lo que generaba una falta de apego por parte del menor.

Esta teoría hizo mucho daño, haciendo que muchas madres fueran culpadas injustamente, hasta que fue desmentido por Kanner ante el descontento de las familias, y posteriormente desestimado por Bernard Rimald en 1964, que aportó pruebas y hechos fundamentados en contra de esta teoría.

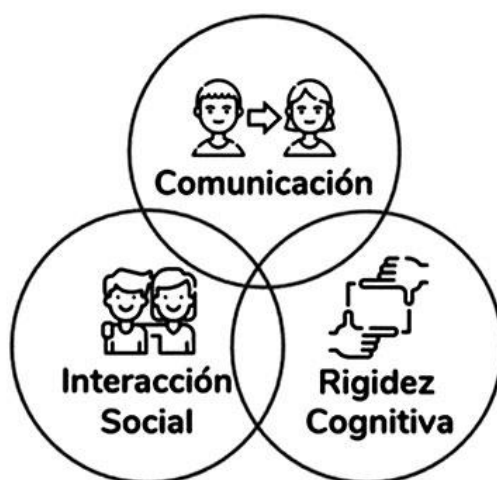


*Figura 4 - Hans Asperger trabajando con un niño en la Clínica de Educación Curativa de Viena (Fuente: Pictorial Press, citado en Sheffer, 2018, en The New York Times).*

Volviendo a la década de los 40, *Hans Asperger* también describió en su artículo “*Die Autistischen Psychopathen in Kindersalter*” a una serie de niños austriacos que tenían dificultades sociales y del lenguaje. Pese a que tanto las descripciones registradas por Kanner, como las de Asperger compartían varias características en común, ambos psiquiatras sostenían que estas eran patologías diferentes, siendo los casos registrados por Asperger de menor gravedad, y no fue hasta los años 60

cuando Asperger incluiría su diagnóstico dentro del Trastorno del Espectro Autista, lo que hoy conocemos como trastorno Asperger.

En el año 1979, gracias a *Lorna Wing y Judith Goul*, se sugirió una nueva percepción del autismo, en la cual dejaba de ser una patología tan distante y rígida, y pasaba a acuñarse con el término de espectro. Ya que, tras un estudio realizado en Londres, se determinó que además de las personas que contemplaban todos los rasgos de lo que se consideraba autismo clásico o de Kanner, había otras que contaban con una *triada característica*. Tenían problemas de interacción social, comunicación y de inflexibilidad en sus rutinas, que también podían ser catalogados dentro del autismo, dejando de existir unos límites categóricos que caractericen a un paciente concreto frente a otro.



*Figura 5 - Triada de Wing. Fuente: Revista Fronteras en Medicina, Hans Asperger (1906-1980): el hombre detrás del epónimo*  
<https://www.revistafronteras.com.ar/contenido/art.php?recordID=Mjc2MQ==>

La concepción del autismo ha variado significativamente durante estos últimos años, gracias a lo cual en el DSM o Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders se ha pasado de considerar al autismo como una característica de la esquizofrenia (DSM-I), a una categoría diagnóstica propia (DSM-III), y por último como un trastorno del neurodesarrollo en el DSM más reciente (DSM-V), donde finalmente se le da el nombre de Trastorno del Espectro Autista (TEA).



### 3.3. EPIDEMIOLOGIA, CRITERIOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPIA

Los trastornos del Espectro Autista, epidemiológicamente, aumentan año tras año. Hoy en día se estima que tiene un alcance de 1/59 habitantes, lo que demuestra un crecimiento muy rápido, ya que en los años 2000 se estimaba que 1/150 habitantes lo eran. Los factores de este aumento no son claros, pero probablemente se deba a una mayor visibilidad y aceptación de los trastornos mentales, sumado a la mayor sensibilidad de los diagnósticos.

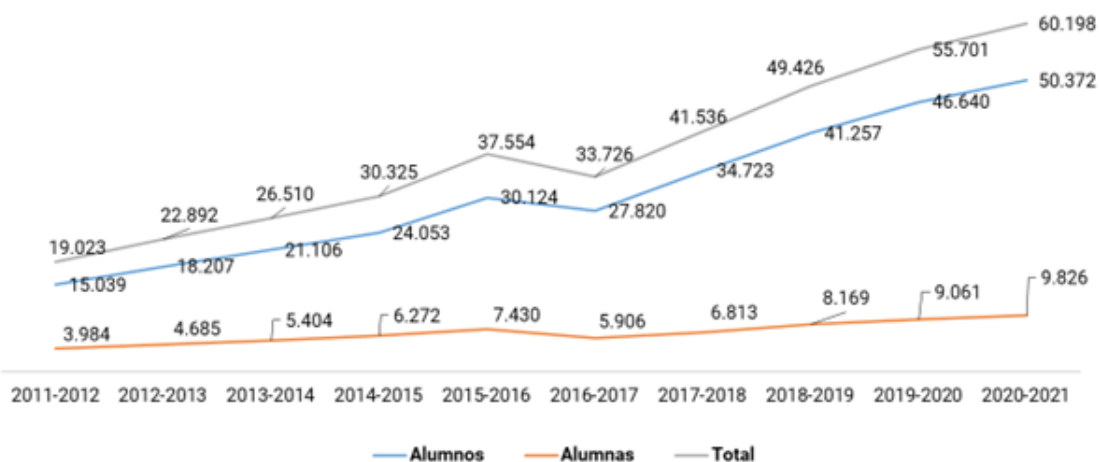


Figura 6 - Evolución del alumnado con autismo. Fuente: Autismo España. El alumnado con autismo continúa aumentando por décimo año consecutivo (2022) [<https://autismo.org.es/actualidad/noticias/el-alumnado-con-autismo-continua-aumentando-por-decimo-ano-consecutivo/>]

Esta clasificación abarca el Trastorno Autista, el Trastorno Asperger, el Trastorno Desintegrativo Infantil y los Trastornos Generalizados del Desarrollo no especificado. Y desde el DSM-5 presentan una división en tres grados de severidad, diferenciados en función de la ayuda que necesitan.

Según este manual diagnóstico, las características que debe cumplir el paciente para que cumpla con un diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista son las siguientes:

A	Deficiencias persistentes en la comunicación social y en la interacción social en diversos contextos	1. Las deficiencias en la reciprocidad socioemocional varían, por ejemplo, desde un acercamiento social anormal y fracaso de la conversación normal en ambos sentidos, pasando por la disminución en intereses, emociones o afectos compartidos, hasta el fracaso en iniciar o responder a interacciones sociales.
		2. Las deficiencias en las conductas comunicativas no verbales utilizadas en la interacción social varían, por ejemplo, desde una comunicación verbal y no verbal poco integrada, pasando por anomalías del contacto visual y del lenguaje corporal o deficiencias de la comprensión y el uso de gestos, hasta una falta total de expresión facial y de comunicación no verbal.
		3. Las deficiencias en el desarrollo, mantenimiento y comprensión de las relaciones varían, por ejemplo, desde dificultades para ajustar el comportamiento en diversos contextos sociales, pasando por dificultades para compartir juegos imaginativos o para hacer amigos, hasta la ausencia de interés por otras personas.
B	Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades, que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos, actualmente o por los antecedentes	1. Movimientos, utilización de objetos o habla estereotipados o repetitivos.
		2. Insistencia en la monotonía, excesiva inflexibilidad de rutinas o patrones ritualizados de comportamiento verbal o no verbal.
		3. Intereses muy restringidos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad o foco de atención.
		4. Hiper- o hiporreactividad a los estímulos sensoriales o interés inhabitual por aspectos sensoriales del entorno.

C	Los síntomas deben de estar presentes en las primeras fases del período de desarrollo (pero pueden no manifestarse totalmente hasta que la demanda social supera las capacidades limitadas, o pueden estar enmascarados por estrategias aprendidas en fases posteriores de la vida).
D	Los síntomas causan un deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento habitual.
E	Estas alteraciones no se explican mejor por la discapacidad intelectual (trastorno del desarrollo intelectual) o por el retraso global del desarrollo. La discapacidad intelectual y el trastorno del espectro autista con frecuencia coinciden; para hacer diagnósticos de comorbilidades de un trastorno del espectro autista y discapacidad intelectual, la comunicación social ha de estar por debajo de lo previsto para el nivel general de desarrollo.

El TEA suele manifestarse en niños de alrededor de tres años de edad, por lo que detectar las señales de alarma a una edad temprana es indispensable en este tipo de diagnósticos.

Al darse en niños de tan tierna edad, una detección e intervención temprana, mediante las diversas terapias existentes, puede dar como resultado grandes mejoras en los niños, pudiendo beneficiarse de estas en su día a día, permitiendo una reorganización mental más sana, donde se desarrollen aquellas facetas de su personalidad donde prevalezcan características no autísticas.

Ante lo anteriormente mencionado, surge la duda de qué terapias existen para poder afrontar este trastorno. Hoy en día, no hay prueba de una terapia totalmente efectiva para prevenir el autismo, lo que puede en un caso ser efectivo y causar una evolución significativa, en otro puede no tener efecto ninguno. A pesar de esto, los aspectos a tratar en todas estas terapias son claros.

Se debe tratar la sociabilización, la interrelación con el entorno, la comunicación, la simbolización del lenguaje y los hábitos tanto personales como sociales de la persona afectada en su vida cotidiana.



Figura 7 - Niñas jugando. Fuente: Pexels (cottonbro studio).

A continuación, se citarán las terapias más comunes que se aplican a las personas con TEA:

<p><b>Método ABA</b> (Análisis Conductual Aplicado), desarrollado por Ivar Loovas.</p>	<p>Se basa en el <i>refuerzo positivo</i> para poder mantener o generalizar las conductas y comportamientos considerados como positivos, y disminuir los considerados como negativos. Este método se realiza mediante tres componentes: el comportamiento que se quiere enseñar, el antecedente y el consecuente. Siendo el antecedente la instrucción dada al niño y el consecuente el refuerzo positivo. En caso de no responder de forma correcta, se le indicará qué debe responder hasta que dé con la respuesta correcta. Esta terapia se realiza en un entorno relajado y cómodo para aquel al que se somete a ella, gracias a lo cual se consiguen mejores resultados.</p>	<p>Fomenta el desarrollo de habilidades sociales y comunicativas que pueden aplicar de forma diaria.</p>
--	--	--

<i>Método TEACCH</i> o Intervención combinada.	Busca entender cómo funciona la mente de la persona con autismo, cómo piensan, aprenden y experimentan el mundo que les rodea. Es un método que incluye la superación de problemas de adaptación escolar, la realización de ejercicios motrices, la búsqueda de motivación, de habilidades exploratorias e intelectuales o el desarrollo de estrategias para facilitar la comprensión entre la persona autista y su entorno cercano.	Se adapta de forma individualizada a cada persona para que puedan llevar su vida de una forma más efectiva en el ambiente que los rodea.
Terapia de vinculación entre el niño autista y sus padres.	Acompañamiento emocional que ayuda a realizar una correcta interacción familiar a través de estrategias terapéuticas.	Recuperación de lazos afectivos y refuerzo de conexiones emocionales.
Apoyo conductual positivo (ACP).	Surge a partir del análisis conductual aplicado, pasando de un enfoque más puro e interno a una centralización en el entorno y a su contexto social específico. Abogando por las relaciones de interdependencia de la persona con la sociedad, su integración y participación en comunidad.	Establecimiento de apoyos en el entorno, que sirvan como herramientas para enfrentarse a las diversas exigencias que, en este, puedan presentarse.
Musicoterapia.	Las experiencias musicales permiten que el usuario se desarrolle tanto a nivel individual, mediante cambios en su estado de ánimo o reorientación de conductas; como a nivel grupal, de interacción. Esta terapia puede darse tanto de forma activa como receptiva.	Facilitación de la comunicación y las relaciones a través de la música.

Arteterapia.	A través de medios creativos, como la pintura, la danza, la escritura... se aplican formas de intervención terapéutica. Durante estas sesiones, el paciente puede conectar consigo mismo y con sus procesos primarios, siendo capaz de representarlos.	Busca otorgar a la persona con autismo una herramienta con la cual pueda expresar libremente sus miedos y dificultades internos, además de establecer un medio con el que poder expresarse.
Sesiones de psicomotricidad.	Se trabajan las dificultades de manipulación y movimientos, además del control de la mirada, todo ello a partir de la interrelación para permitir un proceso de individualización en el individuo.	Mejorar la conciencia sobre los propios movimientos en personas con autismo.

En adición a las ya mencionadas, podemos enumerar una gran cantidad de terapias y métodos de intervención, contando con un enfoque tan amplio que resulta imposible abordarlos en su totalidad.

### 3.4. EL AUTISMO DE GRADO TRES

Como se indica previamente, en el DSM se establecen tres grados de autismo, siendo el uno el menos grave y el tres el más grave.

El diseño que se va a realizar tiene como público objetivo a las personas con TEA de grado tres o autismo severo, por lo que se hará un pequeño hincapié en lo que esto supone, ya que existen características concretas para cada uno de los grados existentes.

Este tipo de autismo normalmente viene asociado a una discapacidad intelectual. La comunicación social de estas personas está muy afectada, no suelen tener lenguaje verbal y, si lo tienen, no es funcional, utilizan pocas palabras, algunas ininteligibles y raramente inician una interacción con otras personas.

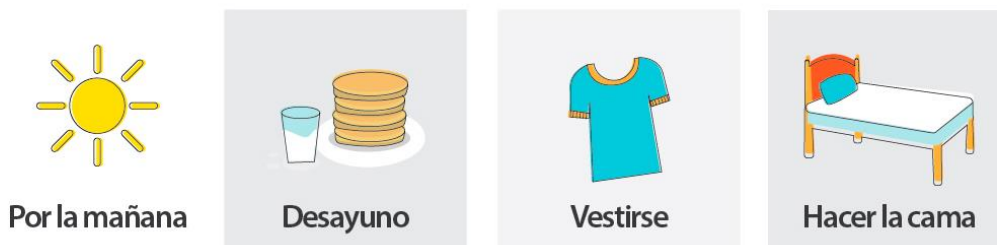
Su comportamiento es inflexible, estando muy restringido. Presentan graves problemas para hacer frente a los cambios o para cambiar el foco de atención. Esto hace que haya una falta de conductas anticipatorias en situaciones cotidianas, a no ser que se base en la repetición. Presentan rituales simples, intereses muy restringidos y una atención selectiva.

Además, no son conscientes ni de sus necesidades ni de las situaciones de peligro, presentando muy poca autonomía personal a la hora de realizar hábitos básicos.

### 3.5. LA IMPORTANCIA DE LAS RUTINAS EN PERSONAS CON AUTISMO

Como ya se ha mencionado anteriormente, una característica típica del autismo es la inflexibilidad existente en relación con las rutinas y los pequeños cambios. Al ser este uno de los objetivos a trabajar en el proyecto, a continuación, se realizará una mayor incidencia sobre él.

Mantener cierta estabilidad y estructura en la vida de una persona con autismo es algo sustancial, debido a la dificultad de adaptación que sufren estas personas. Una rutina se compone de infinidad de acciones automáticas que para cualquier persona sin una neurodivergencia parecerían lógicas, de tal forma que una pequeña acción está compuesta por otros miles de pequeñas acciones que se complementan entre sí y dan lugar a una acción que engloba a todas. Un ejemplo de esto sería ir al servicio, esta pequeña acción incluye a su vez otras como bajarse los pantalones o tirar de la cadena al final. A una persona con autismo se le deben dar todas estas especificaciones, con una estructura más clara de la que estamos acostumbrados, porque su forma de organizar el mundo difiere de la normativa.



*Figura 8 - Ejemplo de horario visual. Fuente: Teletón México, Recomendaciones para padres de niños con autismo ante COVID-19 (2 de abril de 2020). <http://teleton.org/recomendaciones-para-padres-de-ninos-con-autismo-ante-covid-19/>*

El orden en la secuencia de acciones a realizar en las actividades cotidianas también es un factor importante. Primero se pone la ropa interior y luego ya se pueden poner los pantalones. Si estos pasos se realizasen en sentido contrario, causarían más de un problema.

Para explicar todo esto, entra en juego la generalización. Los patrones que aprende un usuario autista son literales, asociados a cada contexto, surgiendo un problema para trasladarlos a contextos diferentes, ya que la similitud o diferencia entre



Esto dificulta en gran medida la autonomía del usuario con autismo, ya que enfrentarse a una nueva actividad supone un reto del que es incapaz de encontrar una solución por sí mismo. Por ello, es conveniente contar con una serie de apoyos y herramientas para poder desenvolverse ante tales dificultades. Un ejemplo de esto es el apoyo visual, por medio de pictogramas, donde a través de distintos dibujos se hace un desglose de todos los pasos que hay que seguir para realizar una actividad de forma clara y ordenada, evitando dar pie a confusiones.



Para poder entender mejor cómo es el procesamiento de una rutina para la persona autista se cita un extracto de una entrevista realizada por una persona con autismo de alto funcionamiento, donde explica qué actividades ha realizado hoy, atendiendo minuciosamente a cada detalle, con un lenguaje claro y un desglose ordenado de todas aquellas pequeñas acciones que se mencionaban anteriormente.

Pregunta. - Miguel Ángel, ¿qué has hecho hoy en el Centro de Día?

Respuesta. - He estado en la piscina de Parquesol nadando los tres metros y me he salido y me he metido en la ducha y me he quitado el traje de baño y el gorro. Me he secado con la toalla, la cabeza, el cuello, los sobacos, los brazos y las manos y el culo. Me he puesto el calzoncillo negro, la camiseta blanca, el pantalón de chándal azul, los calcetines y los playeros y me he atado los cordones con dos nudos. Me he puesto la chaqueta y me he subido la cremallera “pa” arriba. He metido el traje de baño, toalla y el gorro en la mochila con la cremallera subida.

Los niños con autismo no van a entender rápidamente qué se espera de ellos ni cómo funcionan las conductas sociales. Por lo que probablemente no se consiga el comportamiento esperado la primera vez que se realice, es un aprendizaje lento y constante que se va interiorizando poco a poco. Una buena práctica para lograr esto es el uso de códigos de conducta e historias sociales, una serie de instrucciones muy claras donde se pueda interpretar con facilidad qué se debe hacer en cada situación de la vida cotidiana.

### 3.6. USO DE SAAC EN EL AUTISMO NO VERBAL

Los SAAC o Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa son una serie de técnicas, herramientas y formas de comunicación que complementan al lenguaje hablado, de tal forma que permitan compensar las dificultades comunicativas que puedan existir en una persona.

En personas cuya capacidad de comunicarse es nula, estos sistemas se vuelven una pieza fundamental, posibilitando expresar necesidades básicas, estados de ánimo, opiniones, pudiendo convertirse en comunicadores de forma activa.

Además, los formatos visuales en los que se puede presentar refuerzan la comprensión, facilitando y agilizando la comunicación.

Sin embargo, pese a resultar una forma eficiente de representar conceptos, no permite alcanzar la complejidad del lenguaje convencional, restringiendo esta comunicación en cierto modo.



*Figura 10 - Niño usando pictogramas. Fuente: Espacio Autismo, PICTOGRAMAS Y AUTISMO: Cómo y para qué utilizarlos (29 de agosto de 2023). <https://www.espacioautismo.com/pictogramas-autismo-pdf-imprimir/>*

Dentro de estos sistemas podemos encontrar tres elementos fundamentales: signos gestuales, gráficos y tangibles.

En este caso se pretende el uso de elementos gráficos, concretamente en los pictogramas, en los que se hará incidencia a continuación.

En un sistema de pictogramas se indican conceptos de un simple vistazo, gracias a signos icónicos que hacen uso de la abstracción para representar ideas, objetos y demás de forma sencilla.

Existen diversos sistemas de pictogramas que permiten reforzar la comunicación de las personas que los emplean, como el sistema BLISS, el PIC, el SCP o el REBUS.

En un estudio de Mark Mizuko de 1989 se demostró que dentro de estos sistemas el SPC (Sistema Pictográfico de Comunicación) es el que facilita de mayor forma la comprensión, siendo considerado “más transparente”. Hoy en día, este sistema es uno de los más utilizados como herramienta de apoyo para el colectivo autista.



Figura 11 - Set de pictogramas “Mi Estuche de Pictos”. Fuente: Ofertitas <https://www.ofertitas.es/pictos-mi-estuche-chollo/351011/>

Gracias a las nuevas tecnologías, podemos acceder a una gran cantidad de recursos y bancos pictóricos en línea, algunos de ellos de libre uso y otros con licencias Creative Commons (las cuales permiten su uso, pero limitan ciertas funciones).

La fundación ARASAAC, desarrollada por el Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa, es uno de los portales que más recursos de esta índole ofrece, habiendo una cantidad inconmensurable de recursos, entre los que se encuentran pictogramas a color, en blanco y negro, imágenes y videos en lenguaje

de signos, lo que permite una combinación casi infinita de estas, permitiendo a los especialistas hacer uso de ellos a su discreción.

### 3.7. DISEÑAR PARA PERSONAS CON AUTISMO

A la hora de realizar un diseño adaptado a una minoría, podemos hablar de diseño inclusivo. La creación de un objeto destinado a usuarios con una percepción del mundo y una organización mental que difiere de la de uno mismo es un reto que hay que afrontar. Sería egoísta desarrollarlo desde la perspectiva de una persona no neurodivergente, por lo que hay que tratar de crear a través de otra visión, una visión en la que busquemos generar un entorno seguro y cómodo para el usuario objetivo, en el que se atienda a cada detalle para obtener una experiencia satisfactoria.

Para ello será necesario realizar un análisis de cómo actúan los estímulos en personas con autismo, ya que se suele dar el caso de que exista una hipersensibilidad o una hiposensibilidad sensorial.



*Figura 12 - Sobreestimulación sensorial. Fuente: Pexels, Piacquadio (2020)*

Cuando se da un estímulo de forma extrema hablamos de hipersensibilidad, en cambio, si la capacidad para detectar ese estímulo está disminuida, hablaremos de hiposensibilidad. Estas condiciones se pueden dar en uno o varios sentidos y de forma alterna. Una misma persona puede tener un sentido del tacto muy desarrollado, llegando a causar incomodidad a la hora de entrar en contacto con ciertas texturas, y sin embargo tener el sentido del olfato mucho más disminuido de

lo que es considerado normal, Esto también puede dar lugar a problemas, dado que hay olores que nos alertan, como el olor a quemado, o malos olores que tratamos de evitar. Teniendo en cuenta que el ser humano cuenta con cinco sentidos, se pueden formar una variedad de combinaciones únicas, dando lugar a una interpretación del mundo diferente en cada uno de los casos.

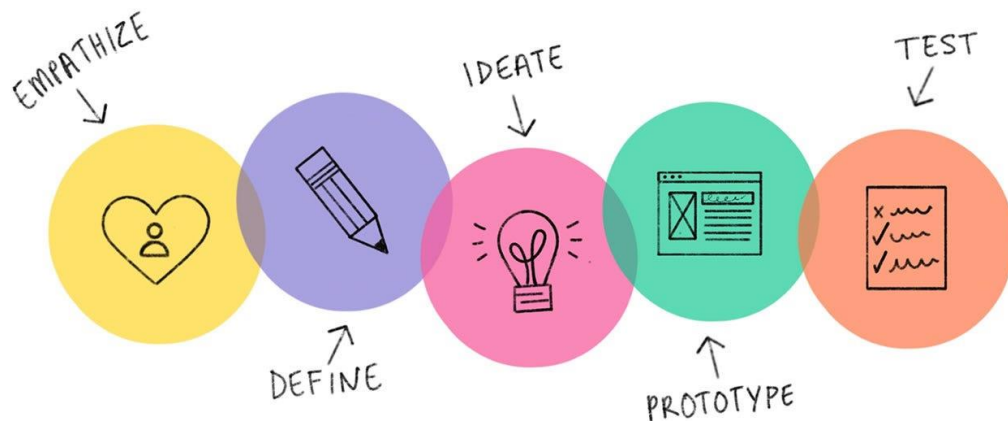
Como se menciona en Ansiedad, TOC y Conductas Disruptivas de Prieto, Matos y Baetti, lo anteriormente mencionado se debe a una *disfuncionalidad del procesamiento sensorial*, condición que influye en cómo el cerebro organiza la información que nos llega por medio de los sentidos, haciendo que aquella persona que lo padezca tenga una percepción distinta del mundo, afectando a su reacción frente a este. Si un estímulo se percibe de forma ampliada, la reacción ante ese estímulo también estará ampliada.

Una vez interiorizado el concepto, hay que plantearse cómo adaptar el diseño a las diversas reacciones autísticas que se pueden producir, ya que, aunque en el desarrollo del producto no nos centremos en estimular cada uno de los sentidos, todos ellos tendrán una influencia en mayor o menor medida en el usuario. Esto es algo que a la hora de hacer un diseño no se suele tener en cuenta, siempre hay un par de estímulos que destacan de entre los demás, en los que se suele poner el foco, y el resto usualmente quedan en el olvido.

En este caso, habrá que explorar diversas técnicas para que todos los sentidos resulten favorecidos, suscitando formas en las que cualquier usuario se pueda sentir cómodo a la hora de manipular tanto la interfaz como el producto en su conjunto.

Se considera que el método más acertado en este caso es el Design Thinking, usando el diseño no como una herramienta para mejorar la apariencia de un producto, sino como un conjunto donde, mediante el diseño, consigamos otorgar valor, en este caso crear una herramienta que satisfaga una necesidad del colectivo autista.

Una característica clave en el Design Thinking es el punto de vista empático por el que este aboga. Hay que aproximarse a los deseos del usuario y tratar de observar el mundo desde sus propios ojos. Otras características a tener en cuenta son el pensamiento integrativo, donde distintas perspectivas nos dejan ver los puntos más relevantes de un problema dando lugar a mejores soluciones; la positividad, la experimentación y la colaboración de distintas áreas.



*Figura 13 - Fases del design thinking. Fuente: Endeavor Hub, Design Thinking: la importancia de emprender desde las necesidades del usuario. Endeavor Hub, Design Thinking: la importancia de emprender desde las necesidades del usuario. <https://endeavor-hub.com/hub>*

Como Parón Willdes, J. (2013) menciona: Los diseñadores diseñamos para la experiencia y sabemos que el cuerpo está preparado para percibir, a través de los sentidos. Por lo tanto, es fundamental reflexionar que si existe una alteración sensorial la percepción del espacio será totalmente distinta.

La personalización aplicada a cada uno de los sentidos nos permitirá que el propio usuario pueda crear un microentorno basado en sus gustos y preferencias. Sin embargo, no se puede someter todo a un proceso de personalización y ahí entra en juego la investigación, existen diversos estudios que permiten conocer cuáles son los gustos de la mayoría de la población autista, funcionando a modo de guía en este proceso.

Tras lo anteriormente mencionado, se analizará cada uno de los sentidos que se van a trabajar de forma individual para poder abordarlos con mayor profundidad:



	Hiposensibilidad	Hipersensibilidad
<i>Sentido de la vista.</i>	Ignorarán a ciertas personas y objetos, y de otros solo verán los contornos. En este caso, los colores brillantes y las luces intensas son la mejor opción.	Se distraerán fácilmente con el movimiento, se quedarán mirando fijamente a ciertas personas y objetos y las luces brillantes les resultarán muy molestas.
<i>Sentido del tacto.</i>	Es la más común en personas con autismo, provocando rechazo a ciertos materiales y tejidos. En su vida cotidiana, esto puede provocar dificultades para vestirse, asearse y rechazo a ser tocado por otras personas. También puede generar problemas a la hora de sujetar ciertos objetos, dificultando su funcionamiento y pudiendo causarles daño, puesto que su umbral del dolor es muy bajo.	El umbral del dolor es muy elevado, lo que puede complicar la percepción del dolor, por lo que hay que ser muy cuidadoso, evitando temperaturas, formas o texturas que los puedan lastimar.
<i>Sentido del oído.</i>	La presencia de ruidos fuertes les puede provocar irritabilidad, ya que se presentan de forma intensa, además, pueden percibir ruidos imperceptibles para un oído normal, cosa que hay que cuidar en el producto a diseñar, evitando sonidos indeseables de los distintos componentes.	No suelen responder a las llamadas por parte de otras personas y suelen disfrutar haciendo ruidos fuertes.

De cara a la proyección del producto final, no se atenderá al estudio de otros sentidos, sin embargo, respecto al sentido del olfato, se buscará evitar olores fuertes a la hora de la fabricación del producto, ya que es un sentido que no interesa trabajar.

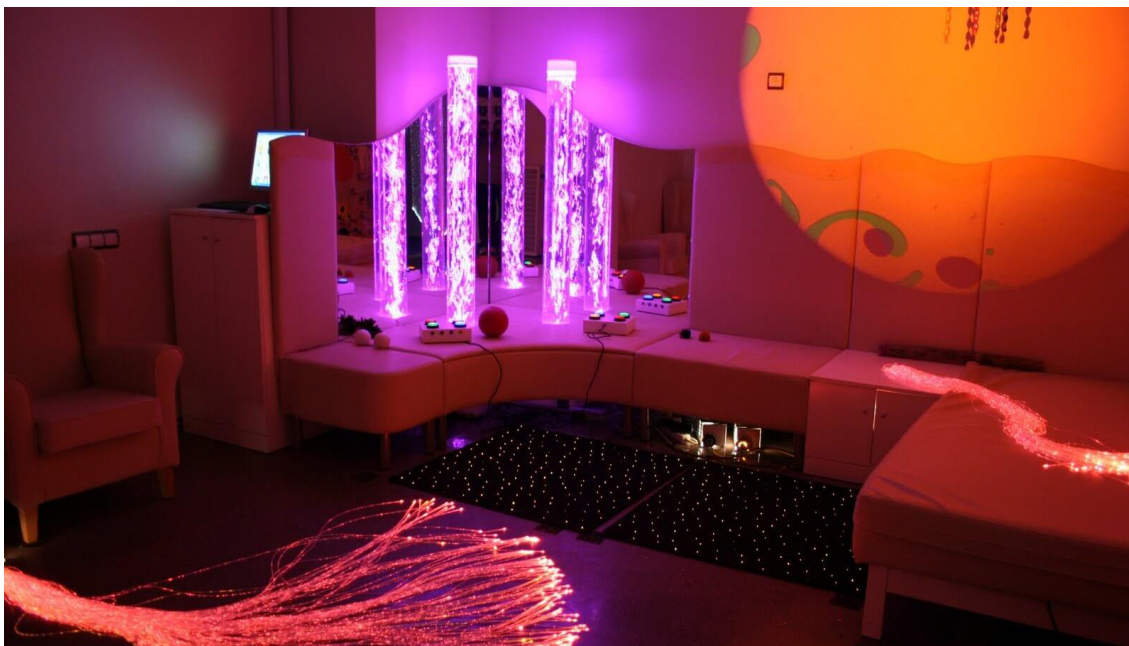
De la información extraída en la tabla, se puede concluir que se necesitará poder regular ciertos parámetros, como la regulación del sonido dentro de unos umbrales establecidos o el de la intensidad luminosa. Además, tiene que facilitarse la percepción visual del objeto, pero que a la vez resulte sencillo. Hay que ser muy precavido con las texturas a utilizar, en algunos casos será necesario que sean muy suaves para no provocar el rechazo del usuario y, en otros casos, será beneficioso que cuenten con unas texturas muy marcadas. En todo caso, deben ser agradables y sin terminaciones bruscas que puedan causar accidentes.

Al ser un dispositivo electrónico, el control del sobrecalentamiento se vuelve un punto fundamental, ya que en algunos casos el mínimo calentamiento generará rechazo y en otros puede no ser detectado e incluso provocar heridas graves.

Otro punto que mencionar respecto al sentido de la vista es el uso del color, un tema crucial a la hora de diseñar un producto y determinante de si este será exitoso. Por ello, será conveniente tener presente la psicología del color y la cromoterapia en toda la etapa de diseño, de tal forma que resulte inclusivo para el colectivo autista. De este tema existen diversos estudios, que sugieren que una persona autista podría tener una percepción distinta de los colores en comparación con una persona neurotípica. Sin embargo, se ha considerado que ninguno de estos aporta una conclusión realmente aplicable.

Por lo tanto, se ha optado por tener en cuenta conocimientos relativos al diseño de espacios y extrapolarlos al diseño de producto, ya que hay una gran información acerca de este ámbito.

A partir de esta información, se puede extraer que se recomienda el uso principal de colores neutros, completados con colores notorios en las zonas que queremos resaltar, siguiendo principios de simplicidad en texturas y formas para no causar un sobreestímulo sensorial buscando imitar a las salas de relajación. Sin embargo, uno de los objetivos del producto es el refuerzo positivo mediante estímulos, en el caso de que esto suceda, se intercambiaría este modo de “sala de relajación” a una especie de sala Snoezelen, un método donde se habilita una sala con experiencias sensoriales controladas, permitiendo su exploración, lo que resulta muy beneficioso para personas con discapacidad.



*Figura 14 - Habitación sensorial Cómo hacer una habitación sensorial en casa, licencia CC BY-NC-ND 4.0. <https://elpuzzleazul.home.blog/como-hacer-una-habitacion-sensorial-en-casa/>*

A veces a las personas con autismo les puede molestar determinado color, se puede ver un ejemplo de esto en un extracto de "El Autismo desde dentro" de Hilde de Clercq, donde Justin, un niño de 10 años, no consigue lavarse adecuadamente sin razón aparente. Un día, no cepilla a su caballo como habitualmente hace, al preguntarle su madre por qué, este responde que no le gusta tocar el color azul. El cepillo era de color azul, igual que el baño y todos los útiles que había en este, jabón: toallas...

Esto sugiere que se deben adaptar los colores a las preferencias del usuario, ya que, aunque no posea lenguaje, es muy común que exprese su preferencia por un color determinado.

A la hora de seleccionar un juguete para una persona con autismo, no se debe tener en cuenta su edad, sino su nivel de desarrollo. Se opta por juguetes con un factor didáctico, que no sean fáciles de romper y no cuenten con piezas pequeñas. Normalmente, los juguetes destinados a niños autistas buscan desarrollar la motricidad fina o gruesa, la coordinación, sus sentidos y habilidades sociales.



# **4. ESTUDIO DE MERCADO**

## 4.1 LA TECNOLOGÍA EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE DE PERSONAS CON AUTISMO

Durante las últimas décadas, las nuevas tecnologías se han propagado en prácticamente todos los ámbitos de nuestra vida, teniendo una gran repercusión en cómo se concibe la educación actualmente. Los estudiantes con discapacidad no son ajenos a ello, pudiendo ser un gran apoyo para estos durante todo su ciclo vital.

Gracias a esto, las personas con autismo cuentan cada vez con más recursos disponibles que facilitan su aprendizaje, sus interacciones sociales y su correcto desenvolvimiento con la sociedad.

Investigaciones recientes sostienen que los autistas tienen mayor capacidad de aprendizaje de forma visual, esto es debido a que son pensadores visuales, por lo que los programas de intervención están basados en esto y, a su vez, acompañados de estímulos sensoriales, algo cada vez más fácil de conseguir gracias a estas tecnologías. De esta forma, se crean herramientas más adaptadas que promueven la motivación y logros de cada usuario.

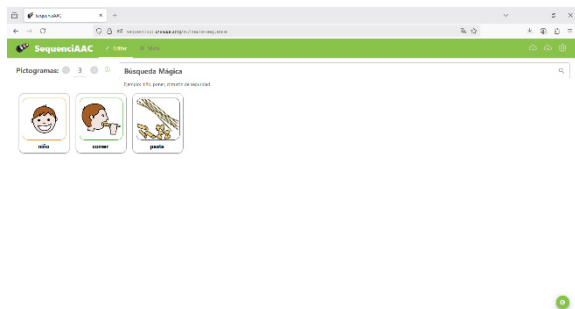
Existen una gran cantidad de plataformas y estudios realizados referentes a este tema, a continuación, se mencionarán algunos de los más relevantes, centrados en el autismo no verbal de grado tres:

### APLICACIONES RELACIONADAS

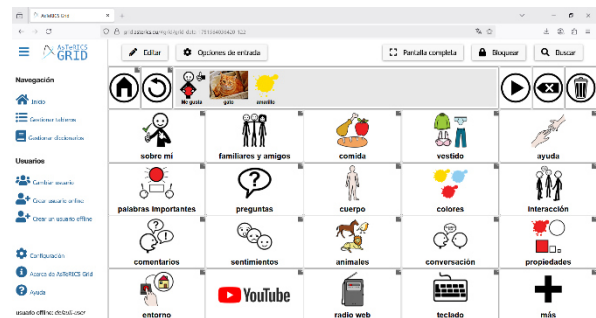
**ARASAAC:** Anteriormente mencionada como banco de pictogramas, ofrece a su vez una gran cantidad de herramientas para poder ponerlas en práctica, entre ellas destaca:

- **SequenciaACC:** con esta función en línea, es posible crear secuencias de pictogramas haciendo una búsqueda escrita en el gran repertorio de la web.
- **AsTeRICS Grids:** una función más intuitiva para los usuarios donde se pueden formar secuencias, pero con la facilidad de que los pictogramas se encuentran agrupados en apartados en función de la relación que guardan entre sí.

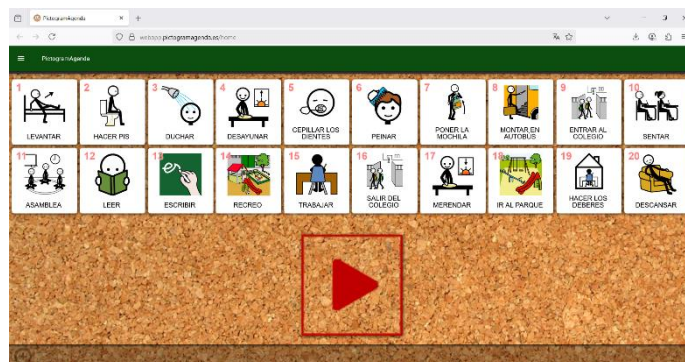
- **PictogramAgenda:** en este caso, se trata de una aplicación que puedes descargar en cualquier dispositivo, permitiendo hacer uso de los pictogramas para crear una agenda visual secuencial y con una presentación clara. Tanto este programa, como los anteriores se apoyan en la síntesis de voz para reforzar el entendimiento.



*Figura 16 - Captura de pantalla de la interfaz web de SecunciACC (Fuente: SecunciACC (Lorenzo Moreno))*



*Figura 15 - Captura de pantalla de la interfaz web de AsTeRICS GRID (Fuente: AsTeRICS GRID (Lorenzo Moreno))*



*Figura 17 - Captura de pantalla de la interfaz web de PictogramAgenda (Fuente: PictogramAgenda (Lorenzo Moreno))*

**Leeloo:** aplicación que busca ayudar a niños no verbales a comunicarse, presenta una interfaz atractiva y agradable con paquetes de imágenes agrupadas por temas como en el caso anterior, sin embargo de forma más limitada. Está basada en principios ACC y PECS y cuenta con un lector de voz.



Figura 18 - Logo de la aplicación Leeloo AAC. Fuente: Assistive Cards.

:\_

**Picaa:** esta aplicación pretende crear un método personalizado de aprendizaje para cada usuario gracias a la personalización. Sumado a esto, busca ser una herramienta de apoyo al profesional, creando un nexo entre estos y las familias.



Figura 19 - Interfaz Picaa. Tecnoaccesible/Picaa <https://tecnoaccesible.net/catalogo/picaa>

**Pictogram Room:** este proyecto tiene el objetivo de que el usuario entienda de dónde provienen los pictogramas, ya que en muchos casos estos solo son asociados como líneas y círculos con un significado. De este modo, gracias a una cámara y un proyector, los alumnos se convierten en pictogramas y realizan su propio proceso de abstracción. Promueve a su vez el autoconocimiento corporal.





Figura 20 - Fotografía de la aplicación Pictogram Room. Fuente: Fundación Orange

**Sígueme:** es una aplicación que busca poder asociar imágenes, dibujos o pictogramas a su significado, captando la atención del usuario mediante estímulos.

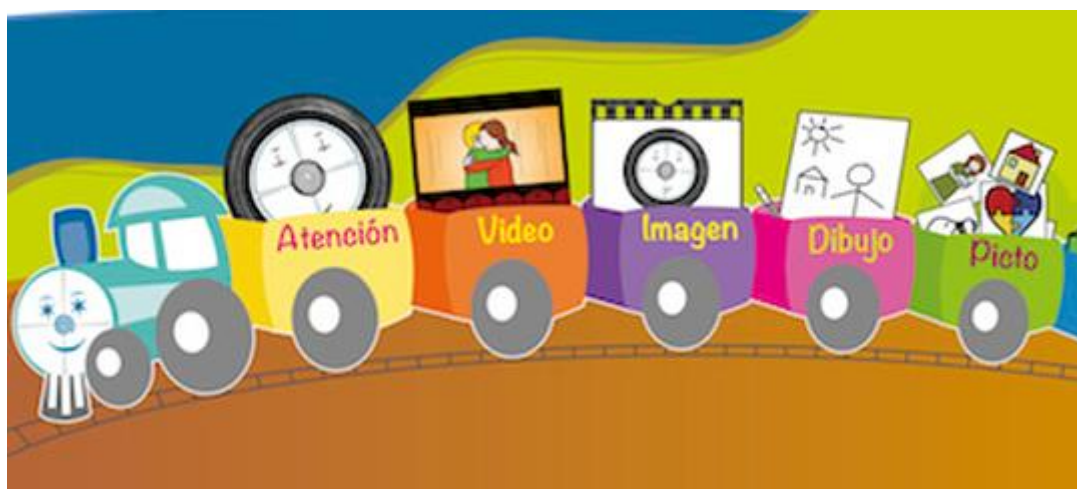
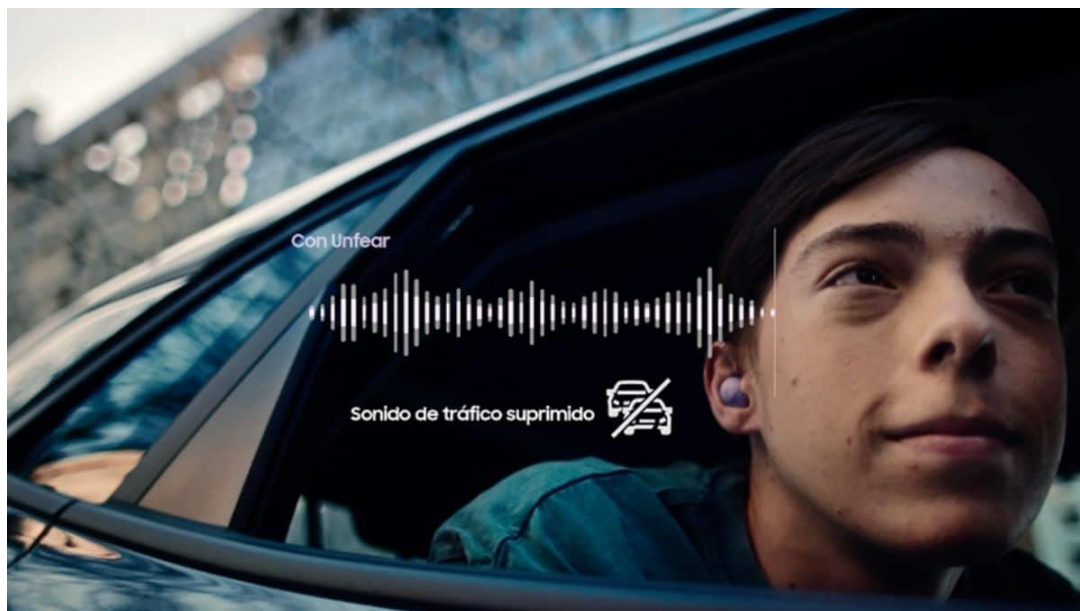


Figura 21 - Menú de Sígueme Fuente: martagamez (2020), Blog de Orange.

**ELIGe©:** esta aplicación permite crear agendas personalizadas para cada uno de los usuarios que el profesional trate, permitiendo que estos elaboren su propio horario, lo que fomenta su autonomía. Además, almacena su estado de ánimo y dolencias.

**GESTIAC:** es una aplicación desarrollada para crear rutinas gracias al uso de pictogramas o imágenes, donde se puede establecer un tiempo de realización de cada una de ellas, lo que permite mayor comprensión y gestión del tiempo.

**UNFEAR:** es una aplicación de Samsung que se pone en funcionamiento gracias a sus cascos, estos, mediante el uso de inteligencia artificial, permiten la cancelación de ruido de forma personalizada. Tienen varios modos de uso, uno para silenciar ruidos molestos del ambiente, otros para poder concentrarse en conversaciones o la visualización de contenidos y otros para favorecer la relajación en situaciones o entornos que generen estrés.



*Figura 22 - Supresión de ruido gracias a Unfear. “Unfear, la aplicación de Samsung que pone la tecnología al servicio de las personas con autismo” (Pérez, 2023), MarketingDirecto.*

## ESTUDIOS QUE RELACIONAN LA ROBÓTICA CON EL AUTISMO

**Enhancing Communication in Minimally Verbal Autistic Children: A Study on NAO-Assisted Therapy**

En este estudio se compara una terapia asistida con NAO, un robot humanoide programable para distintas funciones, con una terapia del habla convencional en niños autistas con bajas capacidades de habla.



*Figura 23 - NAO robot socia. Fuente: Robot NAO, un compañero de viaje, Tecnología Esment.*

Ambas actividades se desarrollaron en un entorno seguro y controlado, impartándose la misma cantidad de sesiones en ambos casos, pero demostrando un mayor crecimiento en la terapia asistida por el robot.

Esto conduce el campo terapéutico en el autismo a un punto donde la actuación de la robótica puede ser muy valiosa, permitiendo reforzar el aprendizaje del alumno, con patrones fáciles y predecibles, que refuerzan la atención conjunta, reforzando su motivación y demostrando una mayor intencionalidad por parte del usuario. Y lo más importante, siendo una herramienta fácilmente tolerable por todos, que no ha supuesto ningún problema ni incomodidad a la hora de realizar estudios.

#### **Use of the PARO robot as a social mediator in a sample of children with neurodevelopmental disorders and typical development.**

En el siguiente estudio se hace uso del robot terapéutico PARO, tanto en autistas sin discapacidad intelectual como en aquellos que la presentan, entre otros grupos de estudio; con el objeto de mejorar las habilidades sociales de estos.



*Figura 24 - Modelos de PARO Fuente: Imagen extraída de "Paro robot perro de mar", Robots.nu.*

PARO imita a una foca bebé y se usa en terapias dirigidas a un gran grupo de personas, buscando relajar y reducir el estrés del paciente y, a su vez, mejorar la socialización, imitando una terapia con animales, pero en un entorno controlado.

En este estudio se puede apreciar que, pese a que los autistas sin discapacidad intelectual manifiestan mejoras gracias al uso de este robot, aquellos que sí la presentan no tienen mejoras significativas. Esto puede apuntar a que para este grupo de personas sería propicio buscar alternativas que, mediante otros métodos alejados de este, puedan centrarse en este grupo de personas, pudiendo beneficiarse también de los robots terapéuticos.

### **Enhancement of the Communication Effectiveness of Interactive Robots for Autism Therapy by Using Touch and Colour Feedback**

En el siguiente estudio, se hacen dos pruebas para ver la interacción de un niño autista en función del feedback que reciba. Para ello, se contrasta el resultado de niños autistas con niños no autistas a partir de su respuesta al accionar un pulsador. Este estudio es de gran ayuda a la hora de aplicar sistemas de respuesta en el diseño de robots destinados a personas autistas.

En la primera prueba, el feedback empleado es el contacto físico, emulando diversas situaciones como chocar los cinco mediante dibujos. Estas situaciones no tuvieron gran efecto en los niños autistas, obteniendo una respuesta indiferente a todas ellas.

En cambio, en la segunda prueba, cuyo feedback era el uso de su color favorito, se demostraron resultados positivos, pudiendo ser este un método bastante efectivo a la hora de trabajar con personas autistas. Además, dentro de este, se demostró que

la respuesta era mucho mejor si el color aparecía en el propio pulsador en comparación con que estuviera en otro dispositivo.

### **The use of robotics in the intervention with children with ASD in Macao: An exploratory study with Milo.**

Este estudio hace uso de Milo, un robot asistencial que ayuda a personas con autismo a reconocer expresiones faciales y emociones, pudiendo desenvolverse con mayor facilidad en entornos sociales.



*Figura 25 - Vista frontal de Milo. Fuente: Meet Milo: The Robot Who Helps Kids Learn (Hill, 2016), ParentMap.*

Un grupo de niños realizó diversas pruebas con este y se presentaron algunas situaciones adversas. Ciertos niños se aburrían al ser muy fácil y otros se frustraban al contestar varias preguntas mal, perdiendo la concentración. Se concluye de este modo que el robot mejoraría si existiese una mayor interacción directa con este, ya que la mayoría de las interacciones se realizan por medio de una tablet que se encuentra entre el alumno y el robot. Además, hay falta de contacto visual y la comunicación es solo dirección robot-usuario. Por último, el robot trata distintos contextos con los que los niños no se sienten familiarizados.

Todas estas problemáticas encontradas deben ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar un robot para que este no cuente con los mismos fallos.

## 4.2. PATENTES REGISTRADAS

### Training toy for autistic children

CN215995606U

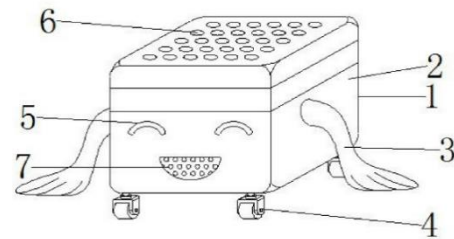
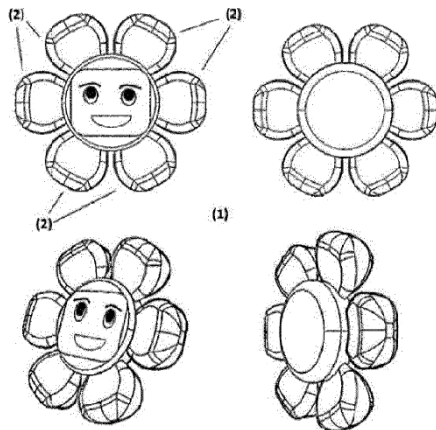


Figura 26 - Robot de entrenamiento para autistas Fuente: Li Jing, O (2019), Patente n.º CN 208839045 U

Este juguete busca entrenar a los niños con autismo para poder enfrentarse a diferentes situaciones sociales. Esto lo consigue mediante el uso de un sistema en el que, al tocar o agarrar los brazos acolchados del robot, este reproduce mensajes anteriormente grabados con voz humana, para transmitir una sensación de cercanía y familiaridad.

Además, brinda estímulos en tiempo real, cuenta con superficies redondeadas para evitar golpes o accidentes y cuenta con ruedas para que pueda ser transportado más fácilmente.



### Robot and method for applications on autism spectrum disorder

GR1010783B; W02025083457A1

Figura 27 - Robot flor para autistas.  
Fuente: Universidad de Macedonia (2023)  
Patente n.º GR1010783B

Este robot, con forma de flor de peluche, busca facilitar las interacciones sociales entre la persona con autismo y su entorno, sirviendo como un vehículo de adaptación. Busca lograr esto gracias a su forma no convencional, ya que la mayoría



de los robots de apoyo suelen recordar a personas y animales. Todo ello unido a expresiones faciales simples.

También hace uso de lenguaje tanto verbal como no verbal, colaborando como mediador en actividades intervenidas por el especialista. Cuenta con un método estructurado en cinco fases para poder mejorar las habilidades sociales.

### Cognitive aid device and method for assisting

US11741851B2; US2021005101A1;  
WO2021003249A1

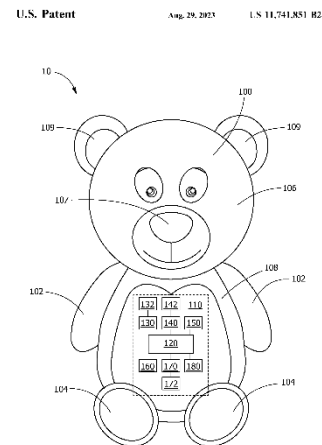
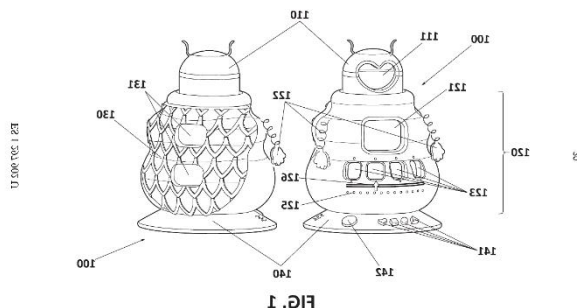


Figura 28 - Peluche para el desarrollo cognitivo Fuente: Gettysburg College (2023), Patente US 11741851 B2

Este dispositivo busca que un individuo con problemas de dificultad cognitiva realice una rutina de movimiento cognitivo descrita por el propio dispositivo. Además, incluye un sistema de monitoreo, procesamiento de datos y un estímulo cuando la rutina se ha realizado exitosamente.



### Adaptive robot for the generation and follow-up of user routines

ES202231456U

Figura 29 - Robot para la generación y seguimiento de rutinas. Fuente: Universidad de Sevilla (2023) Patente ES202231456U

Es un robot creado para ayudar a las personas con autismo de grado uno o autismo muy leve, planificar y autogestionar su rutina diaria. Este, es un diseño para trabajar con personas con capacidad de comunicación verbal y que asisten a entornos educativos junto a personas neurotípicas. Aunque el objetivo es similar al de Remi, sus funciones de interacción más complejas, como el diálogo o esconder la cabeza, para indicar relajación hacen que sea difícil de comprender y utilizar por las personas con autismo severo o de grado tres.



# **5. DESARROLLO DEL PROYECTO**

## 5.1 REALIZACIÓN DE ENCUESTAS

Con el fin de conocer diversas opiniones de personas que conviven y trabajan a diario con personas con autismo de grado tres, se ha desarrollado una serie de encuestas. La muestra está compuesta por 23 padres y 10 profesionales, un grupo de población reducido pero concreto. Cada caso de autismo es diferente entre sí, y estas respuestas permiten poder tener un contexto globalizado de cada uno de estos. Este chequeo inicial ha servido solo como orientación y a veces confirmación de las percepciones e intenciones iniciales. En ningún caso se pretende un carácter estadístico ni mucho menos predictivo.

Las preguntas propuestas y resultados de esta encuesta se pueden consultar en el Anexo I.

El chequeo ha permitido poder realizar el diseño del producto en base a estas. De ellas se ha extraído que la mayoría de los usuarios con autismo experimenta problemas a la hora de realizar tareas cotidianas, necesitando ayuda por parte de otra persona para poder realizarlas. Tanto padres como profesionales han coincidido en que la tarea más complicada es lavarse los dientes, en la que se centrará el estudio y los prototipos iniciales.

Además, se ha visto reflejada la preferencia de los familiares por productos que establezcan vínculos emocionales y los profesionales por sus capacidades como herramienta terapéutica, por lo que se debe atender a un punto medio entre ambos.

Se recomienda el uso de estímulos sensoriales, además de la construcción con materiales resistentes, que soporten golpes y humedad, que tengan una textura agradable e incluso sensorial y que no estén conformados por piezas pequeñas.

Los profesionales están especialmente interesados en poder llevar un seguimiento diario de sus alumnos o pacientes, por lo que deben ser incluidos en cierto modo en la participación de la aplicación móvil.

## 5.2. IDEAS Y BOCETOS INICIALES

Se plantea un sistema que, mediante el uso de las nuevas tecnologías, permita a las personas con Trastorno del Espectro Autista desenvolverse en el desarrollo de las pequeñas rutinas que conllevan para ellos una dificultad añadida.

Se busca desarrollar no solo como una herramienta de apoyo, sino como un juguete que sea lúdico y resulte satisfactorio a la hora de ser usado.

De esta idea surge REMI, un juguete electrónico y terapéutico que se apoya en tres pilares fundamentales: las rutinas, los estímulos sensoriales y las nuevas tecnologías.

La premisa de diseño era bastante clara desde el inicio, sin embargo, ha sido necesaria una fase de investigación previa a esta, para poder comprender y familiarizarse con algunos conceptos que deben utilizarse en este proyecto.

Primero se realizó una especie de árbol de ideas para, de un solo vistazo, poder ver todos los objetivos principales.

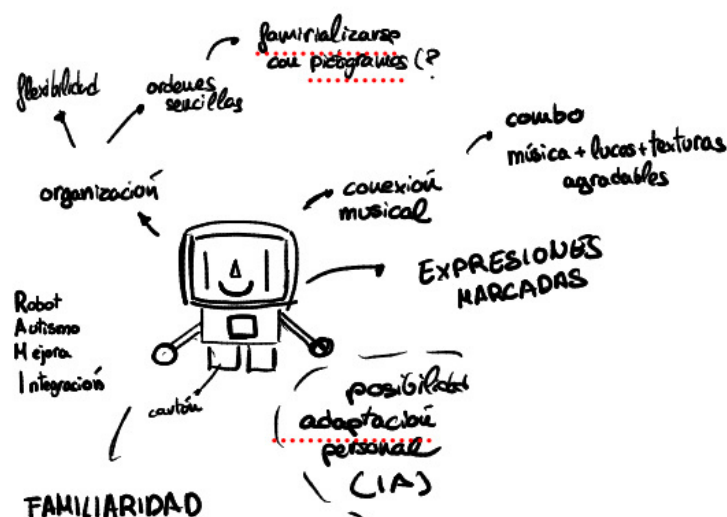
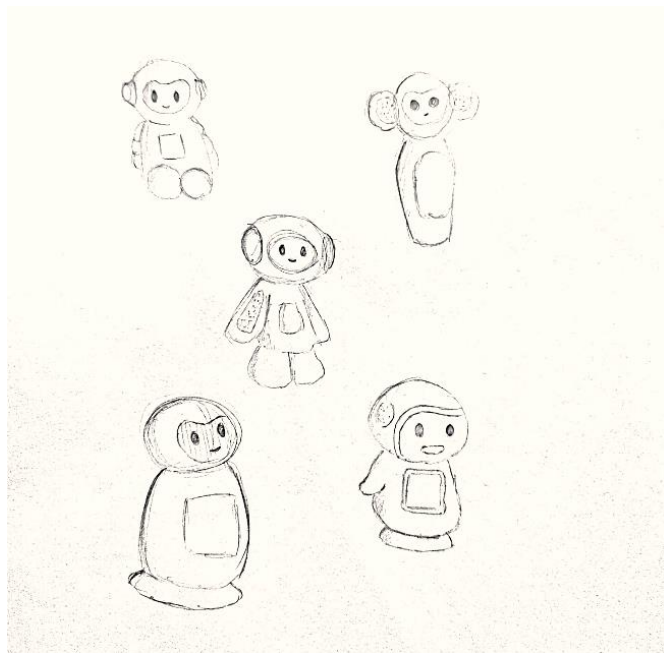


Figura 30 - Primeros conceptos. Elaboración propia.

Una parte crucial en esta fase era decidir la forma de Remi, ya que debía ser atractiva, pero a la vez sencilla, sin robarle protagonismo a sus funciones principales. Para ello se realizaron diversos bocetos hasta ir delimitando su forma final.



*Figura 31 - Primeros bocetos. Elaboración propia.*

Todo esto sin dejar de lado los principios del Design Thinking, donde la empatía es un punto muy importante, ya que se debe tratar de ver, en la medida de lo posible, a través de los ojos de una persona con autismo. Y así, hacerlo lo más funcional posible para dicho colectivo.

Se debe tener en cuenta que debe poseer una pantalla donde se puedan mostrar e intercambiar expresiones, un altavoz para reproducir sonidos, un sistema de iluminación y una forma de poder cargarse.

A continuación, se muestra un boceto del diseño final de una forma más detallada. Se optó por este concepto debido a múltiples factores, entre ellos destacan las similitudes con un humano, puesto que anteriormente se vio cómo las terapias con animales no eran tan efectivas en personas con este grado de autismo; el tamaño de su cuerpo, que permite la inserción de una pantalla de pictogramas más grande; el área de apoyo generado por su posición de “persona sentada”; la colocación de la iluminación...

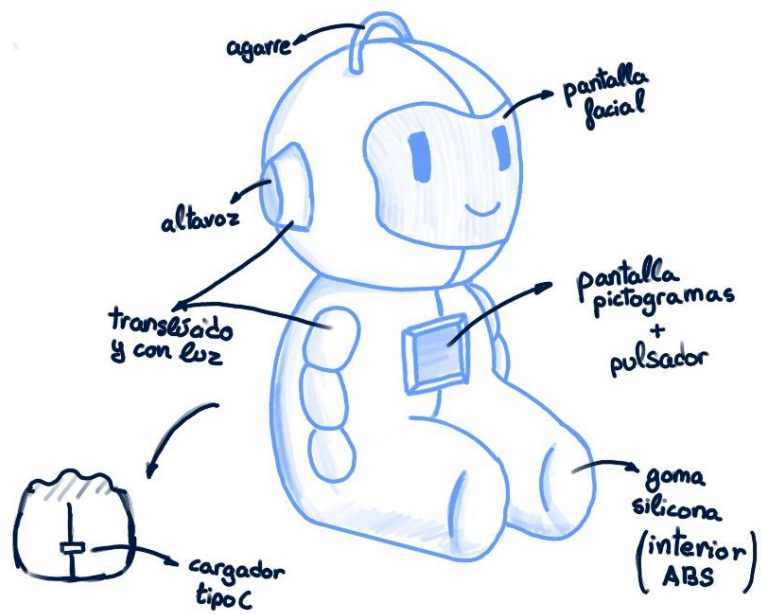


Figura 32 - Boceto definitivo. Elaboración propia

Además, se propone la adición de una funda recambiable que favorece la personalización, la protección y la limpieza del propio robot.



# **6. NORMATIVA APLICABLE**

## 6.1. NORMAS ARMONIZADAS

Al ser un producto que se comercializará en la Unión Europea, poseerá un nivel de calidad, seguridad y fiabilidad garantizado mediante el cumplimiento de la normativa vigente.

Dentro de la normativa presente en la Unión Europea, se atenderá a las Normas Armonizadas pertinentes relacionadas con nuestro producto. Remi se considera un juguete, por lo que la principal directiva a considerar será la relacionada con la seguridad de estos.

Además, es recomendable garantizar otras normativas relacionadas con el producto, como las del envase, el ecodiseño, las relacionadas con la electrónica... Puesto que conforman una parte importante del diseño.

A continuación, se enumeran las directivas de aplicación en el siguiente producto que se desarrollarán en mayor profundidad en el Anexo II.

- Directiva 2009/48/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 18 de junio de 2009 sobre la seguridad en juguetes.
- Directiva 2014/53/UE del Parlamento Europeo y el Consejo de 16 de abril de 2014 relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos radioeléctricos.
- Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de junio de 2011 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 1994 relativa a envases y residuos de envases.

Dentro de cada Estado miembro de la Unión Europea se transpone la mayoría de la normativa de la Unión Europea. El ***Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes***, incluye toda la información mencionada en el anexo II referente la directiva de seguridad en juguetes.



## 6.2. NORMALIZACIÓN TÉCNICA

Dentro de la legislación española, es conveniente detenerse en las normas UNE, que establecen pautas relativas a las directivas mencionadas anteriormente, permitiendo la armonización con los estándares europeos. Muchas de estas normas han sido adoptadas de la propia normativa de la Unión Europea (EN).

Al ser un juguete, se deberá atender a la siguiente normativa:

- UNE-CEN ISO/TR 8124-8:2024: Seguridad de los juguetes. Parte 8: Determinación de la edad. Primer grupo de edad para el uso adecuado de las categorías de juguetes
- UNE-EN 18031-2:2025: Requisitos de seguridad comunes para equipos radioeléctricos. Parte 2: Equipos radioeléctricos que procesan datos, en concreto equipos radioeléctricos conectados a Internet, equipos radioeléctricos para cuidado infantil, equipos radioeléctricos para juguetes y equipos radioeléctricos portátiles.
- UNE-EN 71-2:2021: Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad.
- UNE-EN 71-1:2015+A1:2019: Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas.
- UNE-EN 71-11:2006: Seguridad de los juguetes. Parte 11: Compuestos químicos orgánicos. Métodos de análisis.
- UNE-EN IEC 62115:2021: Juguetes eléctricos. Seguridad
- UNE-EN IEC 62115:2021/A11:2021 Juguetes eléctricos. Seguridad
- UNE-EN 71-3:2020+A1:2021: Seguridad de los juguetes. Parte 3: Migración de ciertos elementos.
- EN IEC 61558-2-7:2025 Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación, bobinas de inductancia y productos análogos. Parte 2-7: Requisitos particulares y ensayos para los transformadores y unidades de alimentación para juguetes.

Como Remi se controla mediante una aplicación móvil, también se deberá atender a la normativa relativa a esta:

- UNE-EN ISO/IEC 27001:2023: Seguridad de la información, ciberseguridad y protección de la privacidad. Sistemas de gestión de la seguridad de la información. Requisitos. (ISO/IEC 27001:2022)
- UNE-EN ISO/IEC 27001:2023/A1:2024: Seguridad de la información, ciberseguridad y protección de la privacidad. Sistemas de gestión de la

seguridad de la información. Requisitos. Modificación 1: Acciones relativas al cambio climático. (ISO/IEC 27001:2022/Amd 1:2024).

- UNE-EN ISO/IEC 27018:2020: Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de práctica para la protección de identificación personal (PII) en nubes públicas que actúan como procesadores PII (ISO/IEC 27018:2019) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en julio de 2020).
- UNE-EN ISO 9241-112:2025: Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 112: Principios para la presentación de la información

En relación con el envase, se puede aplicar la siguiente normativa:

- UNE 137001:2003 Envases y embalajes de cartón ondulado y compacto vacíos. Determinación de la resistencia a la compresión.
- UNE-CR 14311:2003 Envases y embalajes. Marcado y sistema de identificación del material.

No existe ninguna normativa que haga referencia al autismo o al diseño para personas con autismo.

## 7. DISEÑO FINAL

## 7.1. IDENTIDAD GRÁFICA

Durante esta fase se ha podido determinar la estética final del producto, Remi. Otorgándole una identidad propia que busca ser sugestiva para el público, con un enfoque en la cercanía y la accesibilidad necesarias para convertir a Remi en un acompañante diario para las personas con autismo y que, además de ser útil en su desarrollo, les pueda llegar a gustar.

Una de las formas más fáciles de diferenciar un producto en el mercado es con su marca, esta es crucial para crear conexiones con el producto y que a su vez generen ventas.

Para empezar a gestar la marca hay que crear un nombre, que, como ya se ha mencionado anteriormente, será REMI, siglas de Robot para la Estimulación, Mejora e Integración. Además, es un nombre muy sencillo y fácil de recordar, que incluso personas con lenguaje reducido podrían llegar a pronunciar.

Para asegurarse de la posibilidad de poder registrar este como nombre comercial, se debe realizar una búsqueda rápida en la Oficina Española de Patentes y Marcas, OEPM. Con esto, hemos podido comprobar que existen algunas marcas registradas con el nombre Remi.

Sin embargo, se debe atender a la clasificación de Niza, un sistema que utiliza la OEPM para poder diferenciar los tipos de productos según su clase y así poder registrarlos dentro de una categoría concreta.

Como ninguno de los productos está clasificado en las categorías 09 o 28, en las cuales puede encasillarse a Remi, el uso de este nombre comercial sería posible, ya que no genera confusiones con ninguno de los productos registrados con el mismo nombre.

Una vez realizadas estas comprobaciones, se genera, a partir de este nombre, un logotipo afín al producto presentado. En este caso, en vez de realizar un logotipo, se ha optado por un imagotipo. Una combinación de texto e imagen que funcionan tanto en conjunto como separados.



*Figura 33 - Imagotipo. Elaboración propia.*

Se ha elegido este formato con la finalidad de usar un refuerzo visual sencillo, que pueda llamar la atención del usuario sin provocarle una sobrecarga visual, un elemento sencillo que pueda servir como puente conector entre la identidad visual y el propio producto.

Las letras, de formas blandas y redondeadas, buscan cumplir una función similar, ya que estas formas recuerdan a las del propio Remi. A su vez, buscan ser más agradables a la vista que una tipografía dura y conseguir un efecto más divertido y cercano, propio de un juguete.

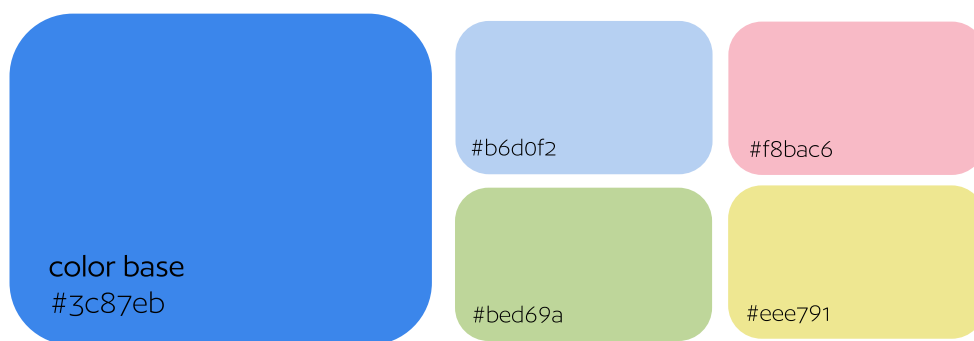


*Figura 34 - Imagotipo en blanco sobre fondo. Elaboración propia.*

Por último, es necesario mencionar que el color seleccionado no es por mero gusto estético, el azul es un color que, además de representar calma y tranquilidad,

representa al autismo, por lo que se ha considerado idóneo para plasmar la identidad del propio producto.

Se definirá la paleta de color en torno al color azul del imagotipo, siendo este el color dominante y principal. Como colores secundarios, se ha seleccionado una gama de tonos pasteles, que gracias a su suavidad evitan la saturación visual. Se han seleccionado los colores que conforman un alto porcentaje de preferencia entre la población: azul, rojo, amarillo y verde.



*Figura 35 - Paleta de colores Remi. Elaboración propia.*

La tipografía complementaria al imagotipo es Author, seleccionada debido a su sencillez y limpieza. Es una tipografía sans serif, redondeada y geométrica. Esto la convierte en una opción muy versátil y fácil de leer, que puede ser usada tanto en la aplicación y en el envase como en todo recurso mediático y de difusión que se genere a partir de la marca.

**Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Ññ Oo**  
 Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Ññ Oo  
 Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Ññ Oo  
**Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz**  
 Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
 Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz

*Figura 36 - Tipografía. Elaboración propia.*

## 7.2. PROPUESTA FINAL

El producto final presenta algunas variaciones respecto a su boceto. La pantalla del cuerpo es mucho más grande de lo que se había concebido en un inicio, ya que debe ser el foco principal de atención. Esta, está rodeada de una funda que, además de contener y proteger a la pantalla, se ilumina.

Otro cambio realizado es la introducción de un sensor táctil en la parte superior de la cabeza de Remi, ya que se ha considerado su posicionamiento mucho más intuitivo y cómodo en el momento de utilizar el juguete.

Además, ahora la funda recubre más las zonas que sobresalen, como los brazos y las orejas, para favorecer su protección.



*Figura 37 - Modelos de Remi expuestos. Elaboración propia.*



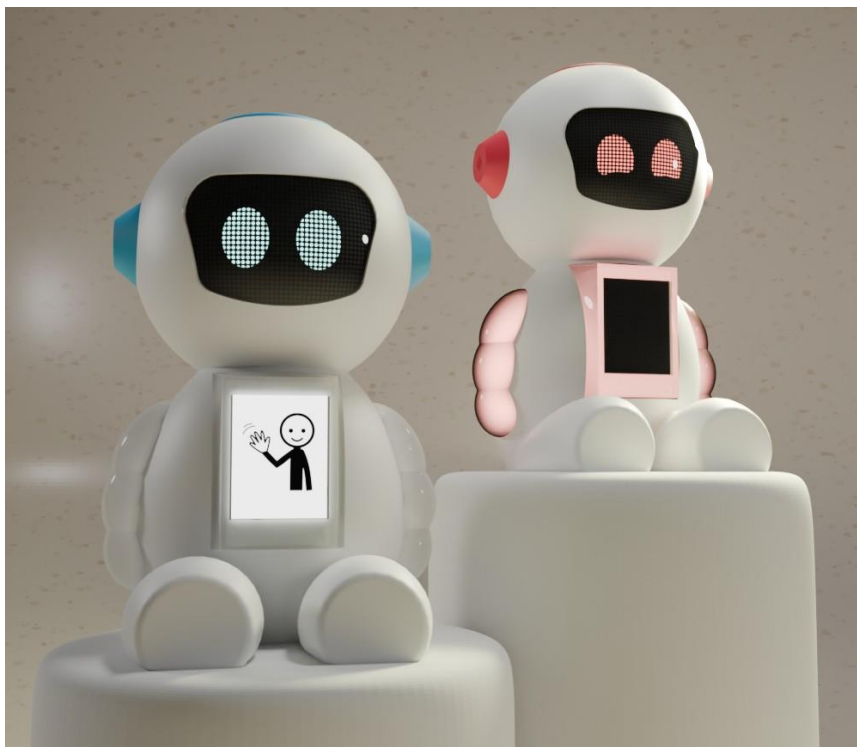
Por último, se ha optado por eliminar la boca y dejar solo los ojos como modo de expresión facial, ya que, aunque esto pueda dificultar el reconocimiento de algunas expresiones, se ha considerado que demasiados estímulos pueden resultar una sobrecarga visual para el usuario. De todos modos, se han creado 4 expresiones diferenciadas mediante el uso de los ojos. Estas son: modo neutro, establecida por defecto, modo triste cuando el usuario no está siguiendo la actividad, modo contento cuando el usuario completa la actividad y modo cansado cuando está bajo de batería.



*Figura 38 - Ojos de Remi. Elaboración propia.*

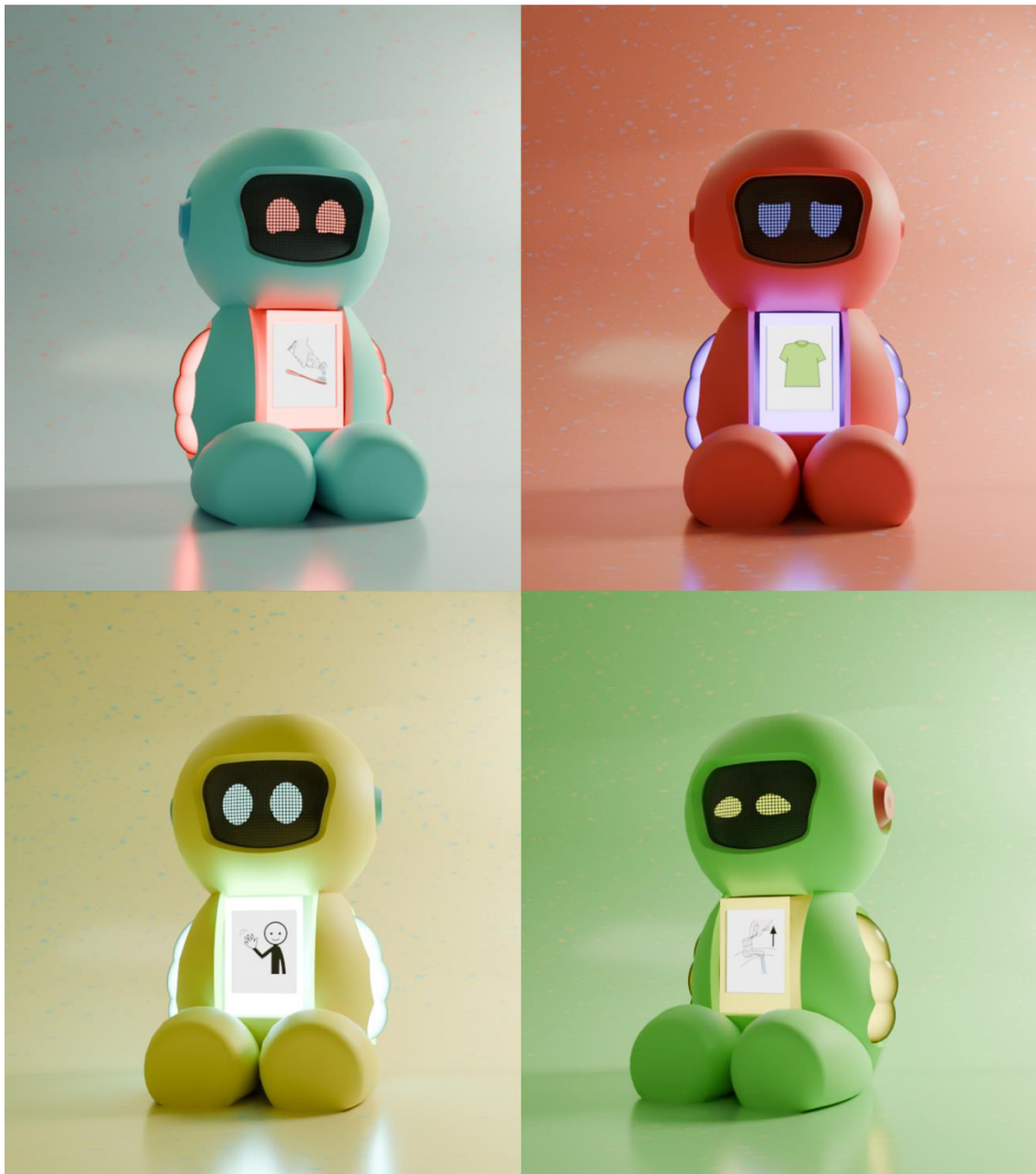
Se ha cuidado que no tenga formas duras, de tal forma que todo el diseño sea suave y no se puedan generar lesiones. Además, gracias a su composición y a su funda protectora, puede estar expuesto al agua.

El producto base presenta dos modelos diferentes, uno con las orejas, el sensor y el botón de encendido en azul y otro modelo similar en rojo. El resto del producto es de un blanco grisáceo, con un acabado metalizado, que permite destacar las zonas anteriormente señaladas.



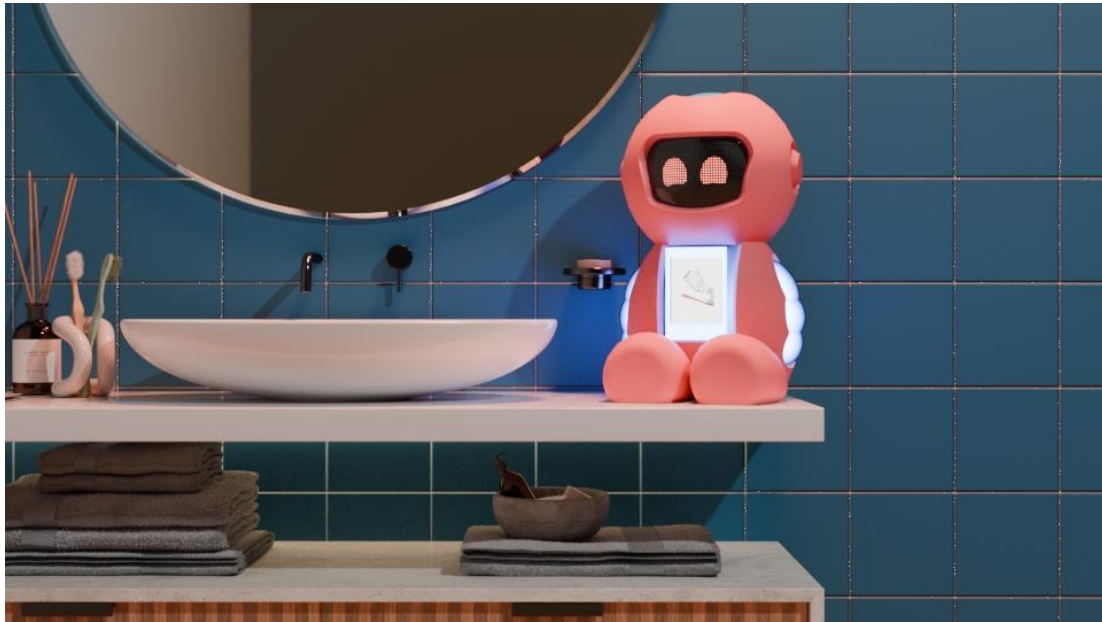
*Figura 39 - Remi sin funda. Elaboración propia.*

Ambos modelos incluyen una funda básica de quita y pon; esta es lisa y de textura agradable. En el caso del modelo azul, la funda se puede encontrar en color amarillo y azul, y en el del modelo rojo, en rojo y verde. De esta forma, se puede escoger el color más afín a las preferencias del usuario.

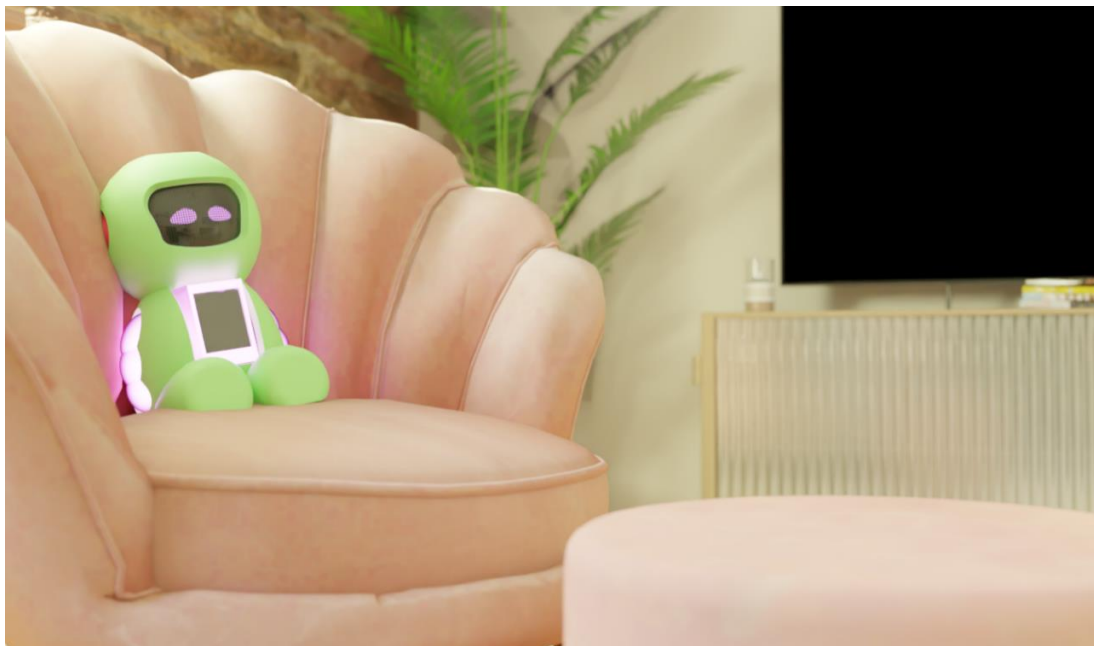


*Figura 40 - Presentación en distintos colores. Elaboración propia.*

En el caso de la iluminación, los colores son casi infinitos gracias al uso de iluminación ARGB y a un sistema de rueda de color en la aplicación, desde la cual se puede modificar.



*Figura 41 - Remi contextualizado en un baño. Elaboración propia.*

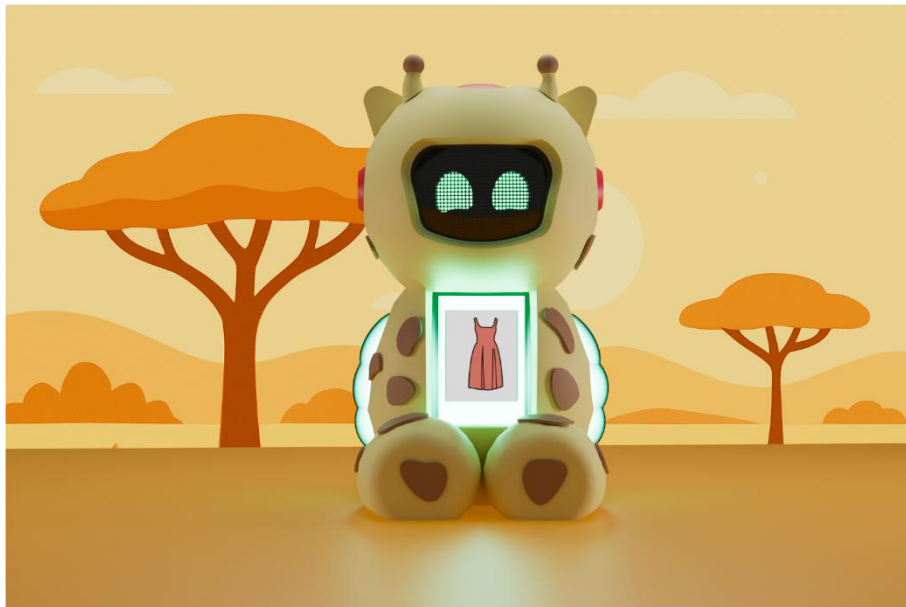


*Figura 42 - Remi contextualizado en un salón. Elaboración propia.*

## 7.3. FUNDAS PERSONALIZABLES

La utilización de fundas intercambiables crea un terreno de mejora con muchas posibilidades abiertas. A modo de ejemplo, se han desarrollado dos ideas a partir de las cuales se puede crear una gran gama y variedad de fundas para satisfacer todos los gustos.

El primer campo de expansión sería crear fundas basadas en temas que puedan ser del interés de la persona con autismo. Un ejemplo de esto serían los animales, por ello se ha creado una funda con forma de jirafa que pertenecería a una gama de distintos animales.



*Figura 43 - Funda de jirafa. Elaboración propia.*

Otro campo de expansión muy interesante es el de crear fundas que permitan la estimulación sensorial. Así, basándose en distintos juguetes sensoriales existentes en el mercado, se ha concebido otra idea de funda posible.



*Figura 44 - Funda espacial. Elaboración propia.*

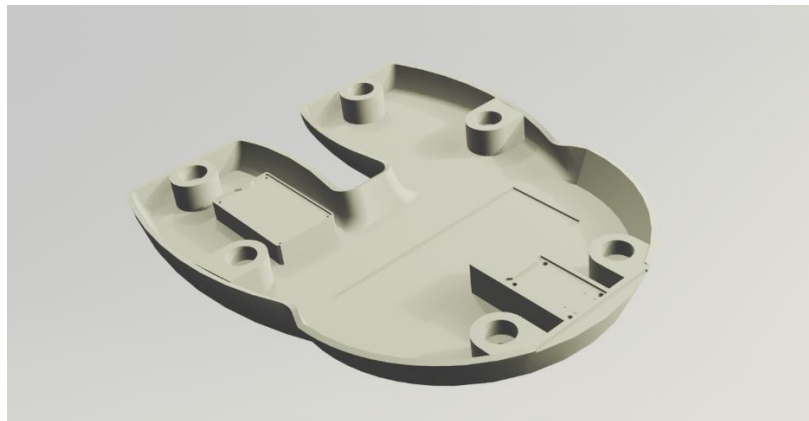
## 7.4. COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO

El producto está compuesto por un total de 28 componentes, entre los que se incluyen componentes electrónicos que se detallarán más adelante. 14 de ellos han sido concebidos específicamente para el producto, atendiendo a las especificaciones de diseño requeridas.

### 1. Base

Esta pieza actúa como base de todo el juguete. Tiene bordes de un grosor de 2mm, como el de todas las piezas que constituyen el cuerpo de Remi. Incluye 6 bosses para poder unirla con las piezas que se colocan inmediatamente por encima de esta. Como en la mayoría de los juguetes, estos bosses tienen un hueco para que el tornillo pueda insertarse a una profundidad mayor de la habitual. De esta forma, los tornillos quedan más escondidos y seguros.

La pieza tiene dos relieves con pequeñas roscas, en uno de estos se apoyará la placa de la memoria SD y en el otro el módulo para poder cargarlo.



*Figura 45 - Base. Elaboración propia.*

### 2. Parte delantera

Esta pieza se une a la anterior por medio de cuatro de estos bosses. Engloba toda la parte de la barriga, tiene un hueco central por donde pasa la pantalla de esta, dos

pequeños huecos en los laterales donde encajan los enganches de los brazos y otros dos grandes por donde puede pasar la luz que emana de los brazos.



*Figura 46 - Parte delantera. Elaboración propia.*

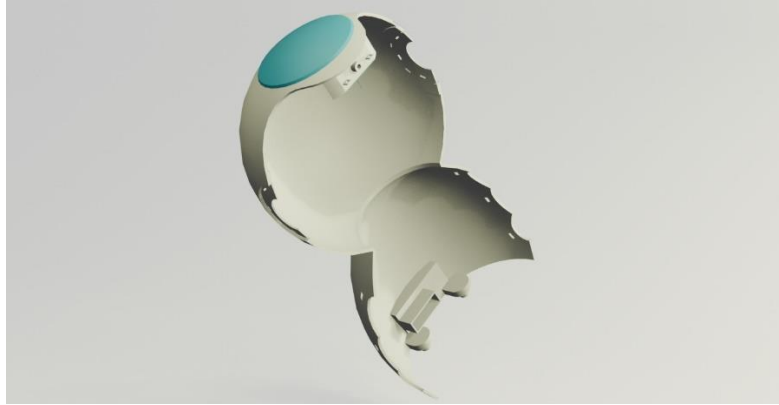
### 3. Parte trasera

Es otra de las piezas que se sujeta por los bosses de la parte de abajo, en este caso por dos. También tiene los orificios por donde pasan los enganches de los brazos y, por lo tanto, los correspondientes huecos por donde pasará la luz de los brazos. También presenta orificios de encaje en la parte de las orejas.

En este caso, la pieza se extiende englobando la mitad de la cabeza, para que el montaje y mantenimiento de Remi sea más sencillo. Esta pieza alberga un espacio central que se ha aplanado para que los procesos de cargar a Remi, encenderlo y apagarlo sean más sencillos. En esta zona, se ha realizado un saliente hacia el interior, donde irá insertada la palanca que acciona el sistema de encendido y apagado.

En la parte superior, presenta un saliente en forma de circunferencia en el cual estará situado el sensor táctil, para que así sea más fácil para el usuario, tanto situarlo como accionarlo. Al lado de este, se encuentra otro pequeño saliente, pero hacia el interior, que contiene un par de snap fits y un encaje cilíndrico, lo que facilitará su unión con la parte delantera de la cabeza.

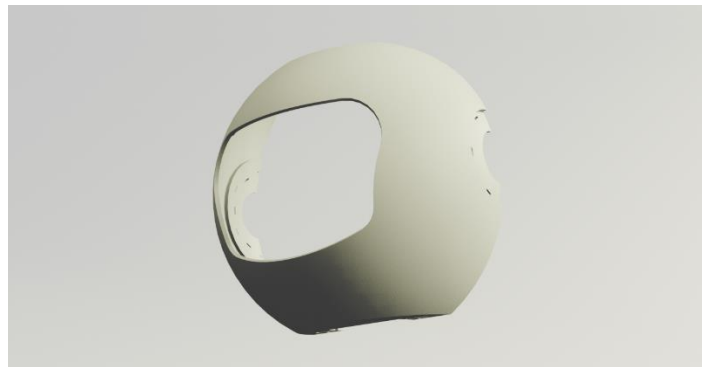




*Figura 47 - Parte trasera. Elaboración propia.*

#### 4. Cara

Como se ha mencionado en la pieza anterior, en la parte superior cuenta con un sistema de snap fits y encaje. También tiene orificios de encaje y para dejar pasar el sonido en la zona de las orejas. Tiene un gran hueco central donde se situará una matriz de puntos LED que funciona como cara. Para que esta pueda enganchar en esa zona, tiene un sistema de agarre interior basado en unas pequeñas patillas que bordean la matriz, sosteniéndola.



*Figura 48 - Cara. Elaboración propia.*

#### 5 y 6. Brazos

Los brazos son bastante simples, se deben fabricar dos diferentes de forma simétrica, debido a que la curvatura de la parte delantera del cuerpo no es la misma que la de la parte trasera. Están basados en tres formas redondeadas, para diferenciar de forma simplista las tres partes del brazo, estas buscan seguir la forma del cuerpo y estar en sintonía con el resto del diseño.

Se ha decidido que no se puedan mover, porque así resultan más difíciles de ser extraídos y, por lo tanto, más seguros. Tienen unos salientes que funcionan de enganches con el resto del cuerpo.



*Figura 49 - Brazo. Elaboración propia.*

#### 7. Tapa de las orejas

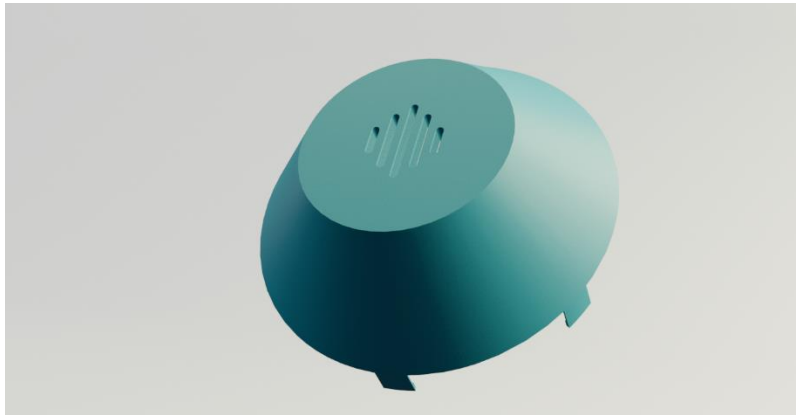
Estas dos piezas, una a cada lado, son imperceptibles de cara al usuario y tienen una finalidad clara, ocultar los tornillos. Poseen una zona central donde se posiciona un tornillo, este se enrosca en una zona soldada a la parte de abajo, otorgando una mayor estabilidad dimensional a la estructura. También tienen salientes que enganchan con la cabeza y unos grandes orificios que permiten el paso del sonido desde los altavoces a las orejas.



*Figura 50 – Tapa de las orejas. Elaboración propia.*

#### 8. Orejas

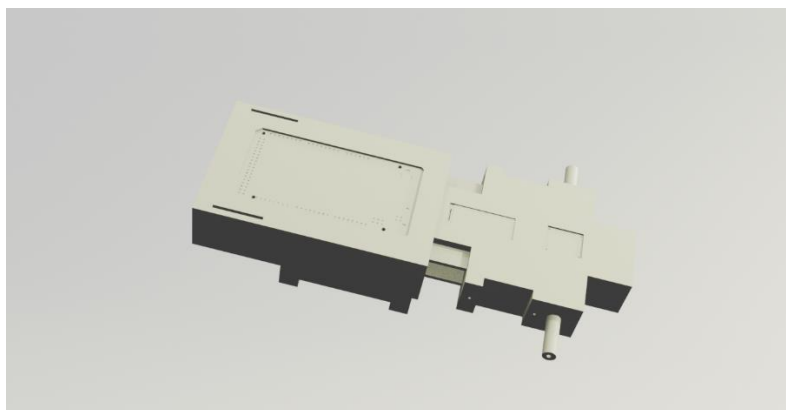
Tienen forma de tronco de cono para que sobresalgan de la cabeza donde se enganchan con patillas que sobresalen a modo de enganche, dando al diseño un toque diferenciador. Cuentan con unos orificios, de donde sale el sonido, que están semi tapados para evitar la entrada de polvo y otras partículas.



*Figura 51 - Oreja. Elaboración propia.*

## 9. Eje Central

Es una pieza que funciona como una especie de columna vertebral para Remi, soldada a la base, cuenta con diferentes hendiduras donde irán colocados la mayoría de los componentes electrónicos.



*Figura 52 - Eje central. Elaboración propia.*

## 10. Sujeción de la pantalla del cuerpo

La pantalla, que ocupa una gran parte del cuerpo, es plana, en contraposición a las formas redondeadas de la parte delantera, con la que irá unida. Por lo que ha sido

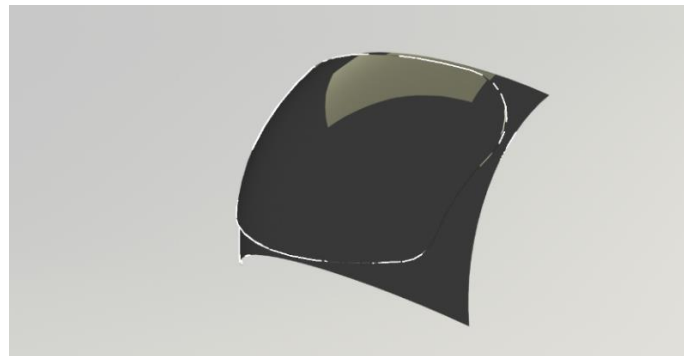
necesario un intermediario entre ambas, surgiendo la siguiente pieza, que debe ser de un material diferente al del cuerpo general, ya que permite la transmisión de luz, igual que los brazos, por lo que se fabricará por separado. Cuenta con una superficie de unión con la parte delantera de Remi.



*Figura 53 - Sujeción pantalla. Elaboración propia.*

#### 10. Recubrimiento de la matriz de leds

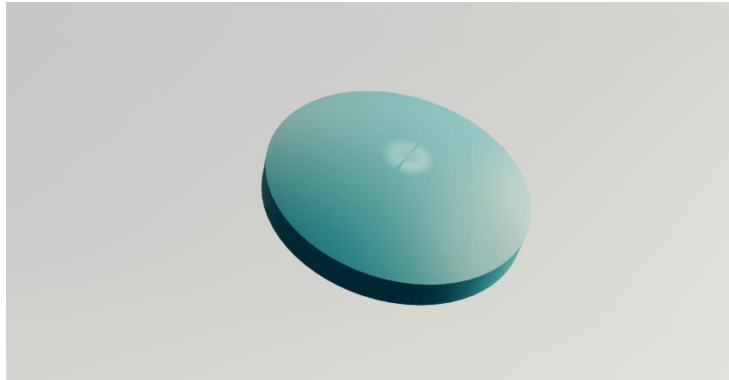
Como la matriz no viene con protección, teniendo los LED expuestos, debe haber una fina pantalla que lo recubra, evitando accidentes y otorgándole un mejor acabado final al producto.



*Figura 54 - Recubrimiento matriz. Elaboración propia.*

#### 11. Botón

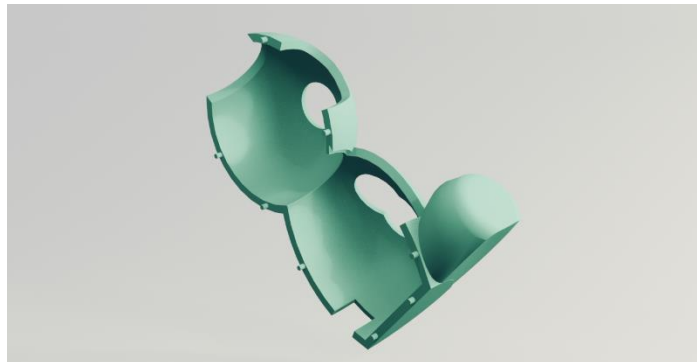
Un pequeño cilindro redondeado que se añade al botón de apagado y encendido para lograr un acabado final más limpio.



*Figura 55 - Botón. Elaboración propia.*

## 12. Funda derecha

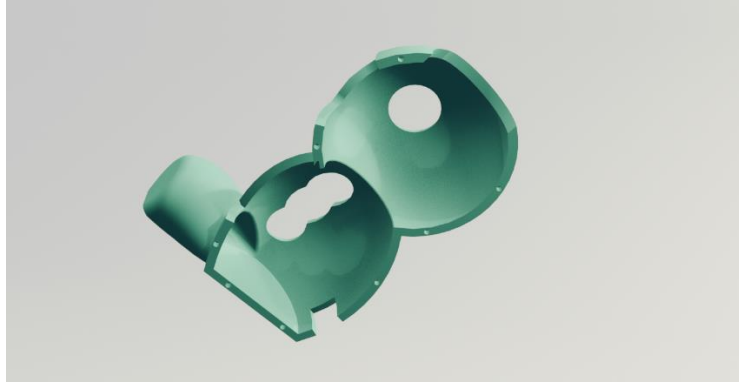
La protección de material blando y agradable de Remi, evita riesgos provocados por golpes, caídas o contacto con sustancias, cubriendo todas aquellas zonas que no sean indispensables para su uso. Tiene unos cilindros salientes que enganchan con la parte izquierda, asegurando su sujeción.



*Figura 56 - Funda derecha. Elaboración propia.*

## 13. Funda izquierda


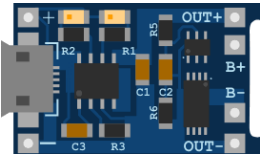
Es simétricamente idéntica a la funda derecha, pero con los correspondientes orificios donde va engarzada esta.




*Figura 57 - Funda izquierda. Elaboración propia.*

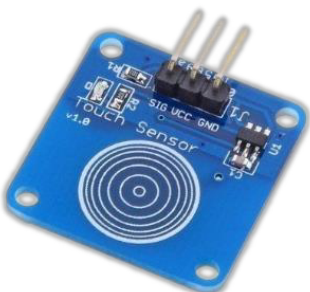
# 7.5. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Para entender a Remi en profundidad, hay que comprender qué es y cómo funciona su interior, ya que son sus numerosos componentes y piezas los que le otorgan su capacidad de interactuar con nuestro público objetivo.

Arduino MEGA 2560 rev 03	Es una placa de desarrollo electrónica programable, la cual actúa como el cerebro del robot, siendo el encargado de procesar toda la información que previamente se le haya programado. Es el responsable de decodificar los comandos del software vía control remoto.	 <p>Figura 58 - Placa Arduino Mega 2560 Rev 3 Fuente: Arduino bajo licencia CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (23 de agosto de 2023).</p>
Módulo TP4056	Este módulo tiene un puerto que permite cargar las baterías y suministrar así energía al circuito. Se ha optado por un puerto de carga tipo C.	 <p>Figura 59 - Módulo TP4056. Fuente: Fuente: Adlerweb (Openclipart, 2019).</p>
Baterías de iones de litio 18560	Son baterías recargables con una buena duración y fiabilidad. Tras investigar sobre el tema, se ha considerado que dos serán suficientes para poder alimentar todo el circuito simultáneamente por un periodo extendido de tiempo. Tienen un voltaje aproximado de 7,4 voltios en serie.	
Soporte para las baterías	Permiten realizar conexiones más seguras entre las baterías y otros dispositivos y las mantienen sujetas de forma firme, evitando posibles movimientos al realizar movimientos bruscos.	

Micro SD	<p>En esta se almacenarán todos los datos proporcionados a través de la aplicación, pictogramas, mensajes de voz, configuraciones... La carga de información con la que se trabaja no es tan elevada, poseerá una capacidad de almacenamiento de 16 gigabytes.</p>	 <p><i>Figura 60 - Tarjeta Micro SD. Fuente: Asim18, 2008 (licencia CC BY 3.0).</i></p>
Módulo lector microSD	<p>Es el encargado de conectar la tarjeta microSD a la placa de Arduino para que así pueda procesar la información.</p>	 <p><i>Figura 61 - Módulo microSD Fuente: Leantec</i></p>
Módulo PAM8043	<p>Este módulo es en sí mismo un amplificador. Este es necesario ya que Arduino por sí mismo no tiene la potencia suficiente para poder mover los altavoces y generar un sonido de buena calidad. Se ha optado por este modelo ya que es compatible con la conexión de dos altavoces al mismo tiempo.</p>	 <p><i>Figura 62 - Módulo PAM8043. Fuente: Quartz Components</i></p>
Minialtavoz	<p>Se han integrado dos minialtavoces para conseguir una mayor amplitud sonora. Estos dispositivos son los encargados de transformar las señales eléctricas almacenadas y previamente incrementadas con el amplificador en ondas sonoras.</p>	



Módulo TTP223	<p>Este módulo dota de un sensor táctil a Remi, él mismo actúa como sensor táctil enviándole las señales a la placa base. Sin embargo, tiene un área de uso muy pequeña, por lo que se debe crear una circunferencia de un tamaño ligeramente más pequeño que el del accionador de fibra de PCB que conectará directamente con el módulo, generando así la conexión táctil.</p>	 <p><i>Figura 63 - Sensor táctil de Arduino. Fuente: Llamas, bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.</i></p>
Pantalla TFT	<p>Se ha buscado poder integrar en el robot la pantalla más grande posible según sus dimensiones, ya que es una de las funciones principales de este, por ello se ha optado por una pantalla de 2'8" de 320*240 TFT y sin opción táctil. Las pantallas TFT son un tipo de LCD muy económico, pero aun así con buena calidad de imagen. Sus desventajas frente a pantallas con un precio superior no son realmente notorias en el dispositivo, ya que se requiere para un uso muy básico, que es el de mostrar pictogramas.</p> <p>Podría llegar a generar problemas si entrase una gran cantidad de agua por sus bordes, llegando a estropearse. Pero gracias a la carcasa que la rodea, estos laterales se mantienen herméticamente protegidos.</p>	
Matriz flexible LED	<p>Se ha optado por el uso de una matriz flexible en vez de una pantalla debido a su versatilidad, permitiendo adaptarse a la forma de la cabeza y, a su vez, pudiendo ser recortada para ajustarse al tamaño necesario.</p>	
Luces LED WS2811	<p>Este tipo de tira LED es bastante económica y funcional, cada uno de sus chips controla 3 LED a la vez, lo que no influye en el proyecto. puesto que todas las luces brillarán en un mismo color. Presenta una gran cantidad de tonalidades, otorgando una personalización casi infinita.</p>	

Resistencias 330 V	Estos pequeños dispositivos pasivos tienen como función limitar la corriente, se incluirán en la conexión intermedia entre LED y Arduino para evitar que estas lleguen a fundirse.	
Módulo Bluetooth HC-06	<p>Este módulo se encarga de emitir una señal entre tu procesador y otro, haciendo posible y funcional la conectividad entre el robot y la aplicación en donde figuran todos los comandos que serán grabados en la tarjeta SD. Se ha utilizado un módulo HC6 y no HC5 porque ya que este actúa solamente como esclavo, es decir este es conectado a otro dispositivo y no al revés, pero a que el intercambio de información sea bidireccional.</p>	 <p><i>Figura 64 - Módulo bluetooth arduino. Fuente: FreeSVG (obra en dominio público).</i></p>
Mini interruptor (switch)	Gracias a este, se podrá encender y apagar a Remi totalmente, aunque este cuente con un modo reposo que se activa automáticamente durante la inactividad.	
Cable eléctrico AWG30	Un cable de hilos de cobre revestido que conecta todos y cada uno de los componentes entre sí, dotándoles de corriente eléctrica. La denominación AWG es un estándar que no indica el diámetro, en este caso es medianamente fino.	

<p>Condensador electrolítico</p>	<p>Estos condensadores ayudan a mantener estable el voltaje del circuito almacenando la energía y así garantizar seguridad y estabilidad al circuito, evitando el ruido eléctrico y los picos bruscos. Se emplearán en la fuente de alimentación y el amplificador.</p>	 <p><i>Figura 65 - Condensador electrolítico. Fuente: FreeSVG (obra en dominio público).</i></p>
<p>Condensador cerámico</p>	<p>Estos condensadores cumplen la misma función que los anteriores, pero son más básicos y económicos, se utilizarán en las conexiones con las tiras LED y las pantallas para controlar su calentamiento.</p>	 <p><i>Figura 66 - Condensadores cerámicos. Fuente: New Workspace, Roboflow</i></p>
<p>Fusible en línea</p>	<p>Es un elemento de seguridad, ya que al tratarse de un juguete y además electrónico, es un elemento que debe ser tratado con suma importancia. El objetivo del fusible es evitar cortocircuitos o sobrecorrientes, evitando que piezas sobrecalentadas se fundan o puedan llegar a quemarse.</p>	 <p><i>Figura 67 - Fusible en línea. Fuente: Haragayato, 2006; Wikimedia Commons (licencia CC BY-SA 3.0).</i></p>
<p>Película de blindaje</p>	<p>Se utiliza una película EMI ignífuga, que recubre todas las caras interiores de Remi esta evita la transmisión e interferencia de ondas electromagnéticas o pequeñas descargas, es decir, se trata de un</p>	

	elemento de seguridad. Se ha buscado que sea ignífuga para que, si el interior de Remi empezara a arder, no se llegase a propagar el fuego.
--	---

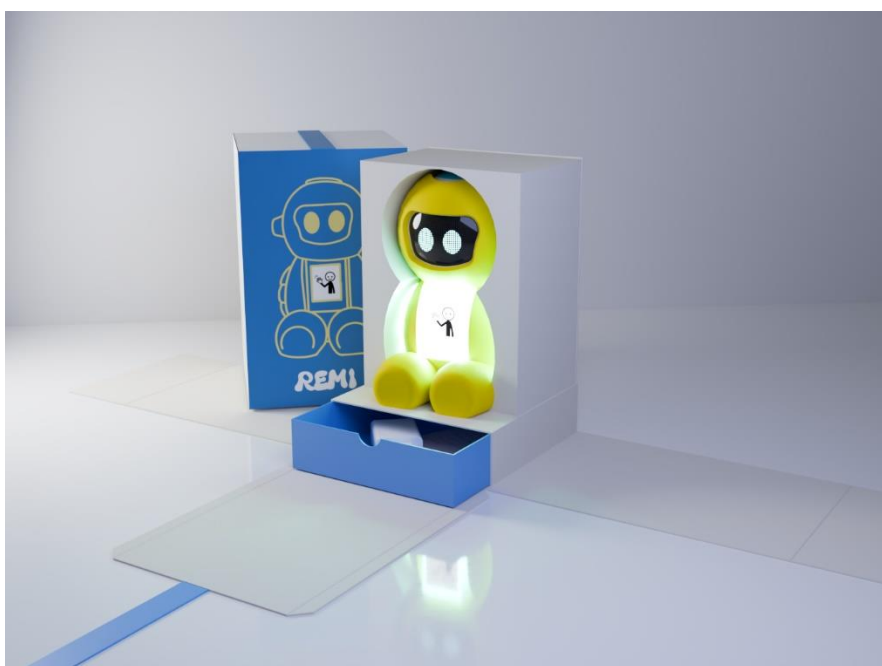
La distribución interna está adaptada de forma precisa para poder encajar fácilmente las piezas anteriormente mencionadas. Respecto a la refrigeración, se ha considerado un sistema muy básico como para poder llegar a altas temperaturas, por lo que no se incluirán rendijas de ventilación ni disipadores, más que las propias rendijas de salida del audio.

## 7.6. ENVASE

Se ha buscado concebir un envase sostenible a la vez que funcional. La idea principal de inclusión social no se debe perder en los procesos que rodean al producto, por lo que este envase se ha pensado de tal forma que sea la propia persona con autismo la que pueda abrirlo disfrutando de la experiencia completa. Este, tiene una tira que sobresale de la parte delantera, bordeando la caja por la parte superior y una parte de la trasera, pegada a estas con cinta de doble cara reforzada. Al final, tiene un orificio por donde se podrá agarrar para abrirla de forma sencilla, tirando de ella. Una vez despegada, las caras laterales y la frontal caerán dejando inmediatamente al descubierto a Remi.

Otro punto a tener en cuenta es que el juguete debe ir bien sujeto a la hora de su transporte, almacenamiento y comercialización, a fin de no recibir golpes bruscos, para ello deberá existir una cuna que lo agarre totalmente, adaptándose a su forma y geometría.

Por debajo del robot, habrá un pequeño compartimento en forma de cajón fabricado en el mismo material que la caja, donde se encontrarán almacenados el cargador junto al manual de instrucciones. Por la parte superior del cajón se incorporará una doble capa de cartón a modo de refuerzo para poder soportar el esfuerzo del producto. De igual, manera, gracias al uso de una cuna moldeada, este se repartirá con las caras laterales de la caja.



*Figura 68 - Envase abierto. Elaboración propia.*

El diseño gráfico de la caja es muy sencillo, creado a partir de los contornos de Remi, tanto de frente como a los lados, para poder comprender el juguete en sus tres dimensiones, siendo un guiño a la forma tan literal con la que las personas con autismo comprenden el mundo, por lo que este debe ser plasmado así para ellos. El color de estos contornos hace referencia al modelo de Remi del que se trate, en función del color de su funda.

La simplicidad del packaging busca destacar dos cosas: por una parte, el uso de un pictograma que saluda a la persona que vea el envase, consiguiendo captar la atención del público objetivo. Y, por otra parte, la tira por la que se debe abrir el paquete que destaca en color azul sobre blanco.



*Figura 69. Envase cerrado. Elaboración propia.*

También figurará su logotipo, pero sin la imagen que lo acompaña, para no perder la atención sobre los dos focos mencionados.

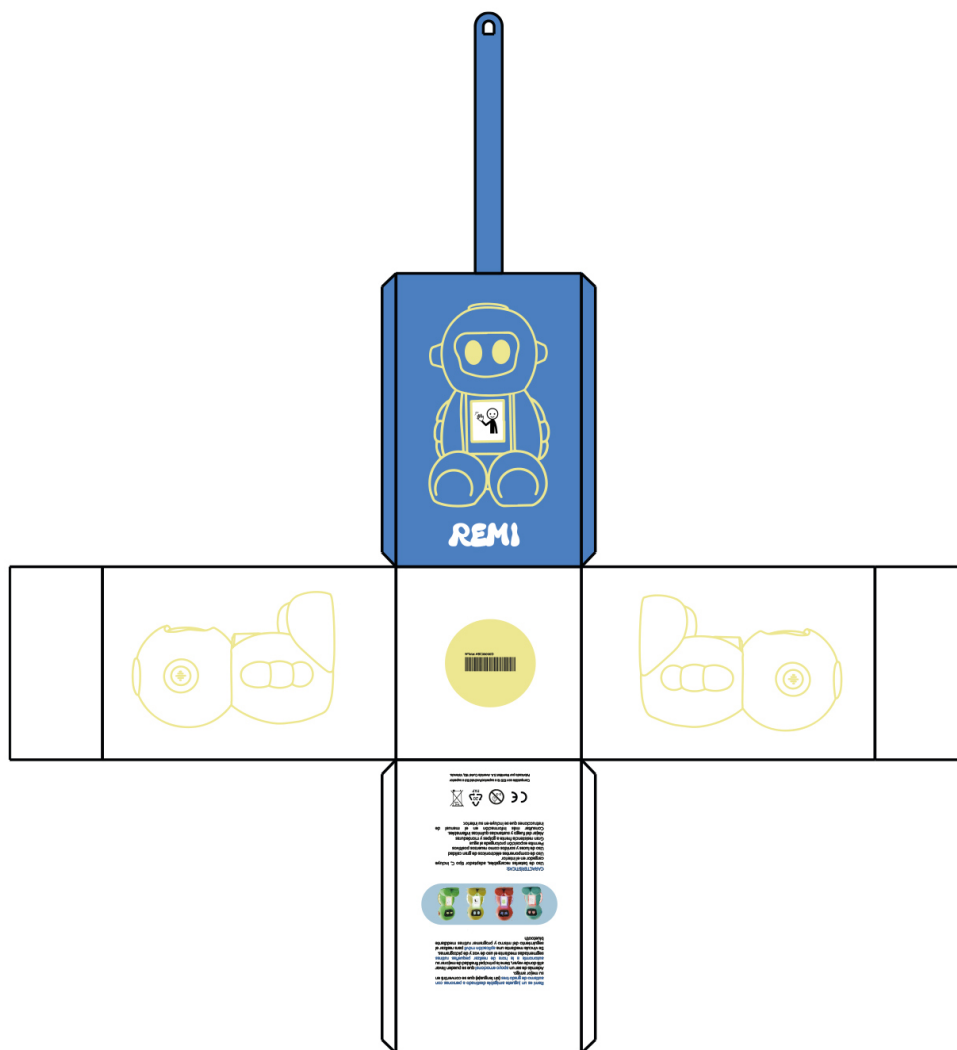
En la parte posterior figura la siguiente información:

- Una breve presentación del producto:  
“Remi es un juguete amigable destinado a personas con autismo de grado tres (sin lenguaje) que se convertirá en su mejor amigo.

Además de ser un apoyo emocional que se puede llevar allá donde vayan, tiene la principal función de mejorar su autonomía a la hora de realizar pequeñas rutinas segmentadas mediante el uso de voz y pictogramas.”

- Imágenes reales de los cuatro modelos de Remi a escoger, de tal forma que puedan presuponer cómo es el producto en su interior y poder ver si hay algún modelo que les genere mayor interés.
- Características:
  - Uso de baterías recargables, adaptador tipo C, incluye cargador en el interior.
  - Uso de componentes electrónicos de gran calidad.
  - Uso de luces y sonidos como refuerzo positivo.
  - Permite la exposición prolongada al agua.
  - Alejar del fuego y sustancias químicas inflamables.
- Compatibilidad de la aplicación con sistemas operativos de servicios electrónicos:  
“Compatible con IOS 12.0 o superior/Android 8.0 o superior”.
- Nombre y dirección del fabricante: de figuración obligatoria según la directiva UE 2009/48/CE. “Fabricado por RemiBot S.A., Avenida Curiel, 128, Valencia”.
- Etiquetado:
  - Marcado CE: Es de obligatorio uso en juguetes comercializados dentro de la Unión Europea, garantizando su seguridad en conformidad con las normas establecidas por esta.
  - Marcado RAEE: consiste en un símbolo de un cubo de basura tachado, de uso obligatorio en la mayoría de los aparatos electrónicos comercializados en la Unión Europea. Indica que el producto debe desecharse en instalaciones de recogida selectiva y nunca como residuo sin clasificar.
  - Advertencia: Juguetes no destinados a niños menores de 36 meses.
  - Código de reciclaje: se incluye con el fin de que se pueda reconocer el material del envase para poder ser fácilmente reciclado. El número correspondiente al cartón es 20 PAP

En la base de la caja se incluye un código de barras junto con el número de lote del producto, lo que también se estipula en la directiva 2009/48/CE. Estos se encuentran en el centro, por encima de un círculo con el color del Remi que se incluye en la caja.



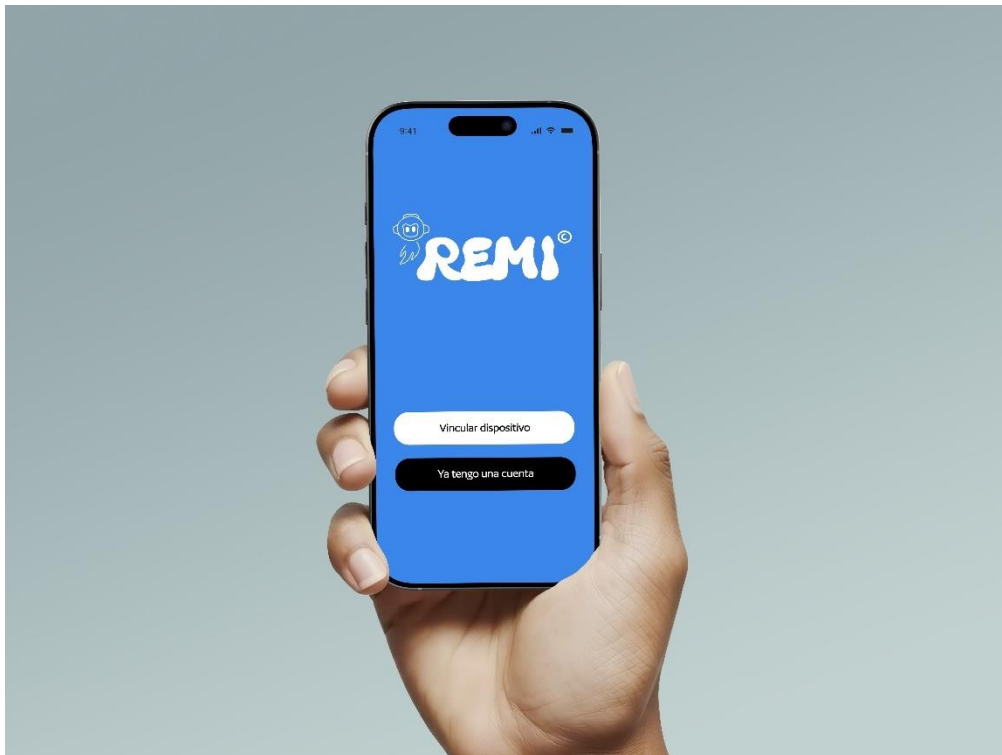
*Figura 70 - Plano del envase. Elaboración propia.*



## 7.7. APLICACIÓN MÓVIL

Se propone la realización de dos aplicaciones diferentes, una aplicación principal de Remi, destinada principalmente a padres, y otra aplicación de soporte destinada a profesionales, para que sean capaces de poder llevar un seguimiento de las rutinas de sus alumnos.

En esta ocasión, se ha desarrollado la aplicación principal, orientada a los padres y familiares del usuario, ya que se ha considerado que esta tiene más proyección a futuro. La intencionalidad de esta aplicación es que sea simple e intuitiva, adecuada para que usuarios de cualquier edad puedan interactuar con ella, de modo que resulte fácil de entender.

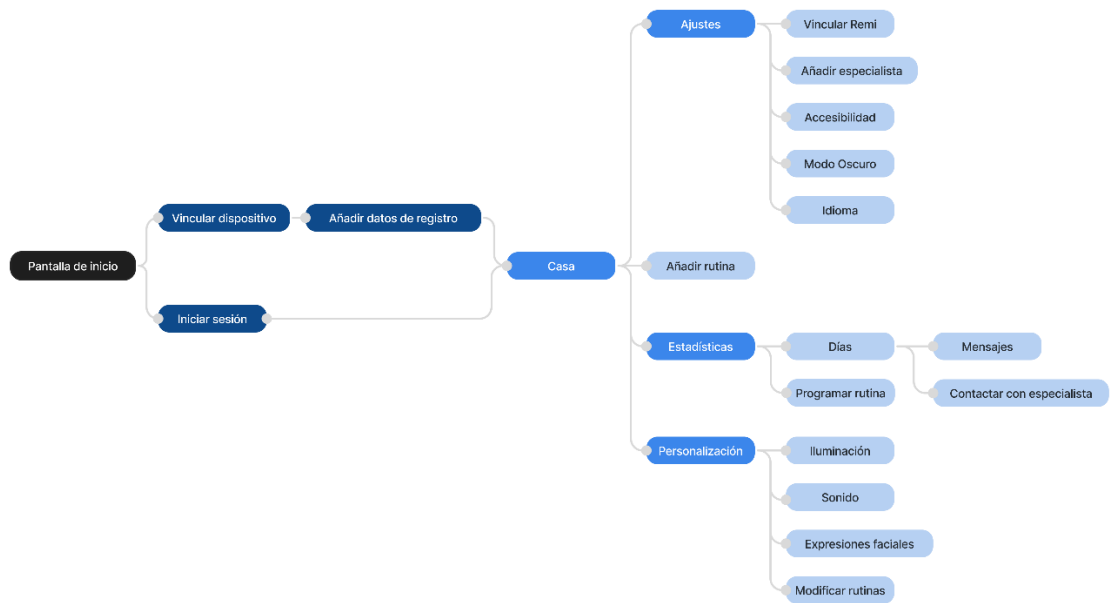


*Figura 71 - Pantalla de inicio de Remi. Elaboración propia.*

Esta establecerá una conexión vía Bluetooth con el juguete, pudiendo hacer cambios en su configuración y programación. El modo de conexión es similar al de cualquier dispositivo inalámbrico, como unos cascos o un reloj inteligente.

Para poder estructurar de forma más ordenada la aplicación, se ha optado por la realización de un flujo de usuario, el cual nos permite ver a simple vista cuántos

pasos son necesarios para realizar una acción determinada o llegar a un punto concreto de la aplicación.



*Figura 72 - Flujo de usuario. Elaboración propia.*

Se ha dividido en 4 bloques principales.

- Casa: es la pantalla de base que aparece una vez accedemos a la aplicación, en ella se saluda al usuario, se indica la fecha actual y se muestran todas las rutinas programadas para el día de hoy. Además, desde aquí se pueden añadir rutinas ya creadas de una forma sencilla.



*Figura 73 - Menú "casa". Elaboración propia.*

- **Estadísticas:** Muestra un calendario mensual donde se señalarán los días en los cuales la rutina se ha completado parcial o totalmente, o aquellos donde no se ha realizado. También indica los días donde se ha programado una rutina. De tal forma que, de un simple vistazo, se pueda apreciar tanto el progreso como la planificación a futuro. Cuando pulsas alguno de los días, te aparecerá la rutina establecida para ese día. Añadido a esto, dará la opción de contactar con el especialista para pedir sugerencias. Según sea, un día pasado o futuro, podrás ver comentarios del especialista o, en su defecto, añadir otra rutina. Debajo del calendario, podremos ver un gráfico de estadísticas y un botón que nos permitirá programar rutinas.

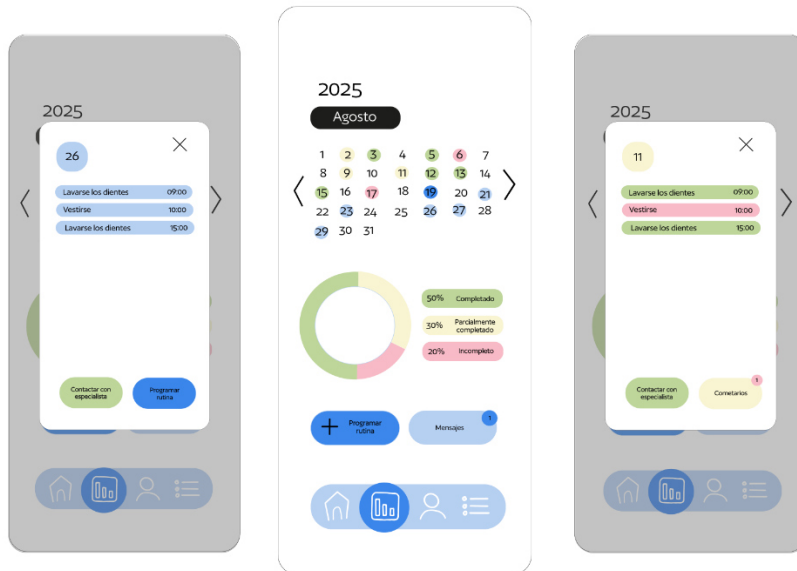


Figura 74 - Menú "calendario". Elaboración propia.

- Personalización:

Esta sección es una de las más importantes debido a que, desde ella, se pueden modificar la mayoría de los parámetros de Remi. En la interfaz se puede apreciar un modelo digital en tres dimensiones del juguete, que el usuario puede mover a su antojo, con el objeto de mostrar una previsualización de los valores del juguete. Alrededor de este se encuentran tres paneles flotantes, cada uno correspondiente a una propiedad modificable del producto: iluminación, sonido y expresiones faciales. Al pulsar sobre estos, emergerá una ventana con distintos parámetros para garantizar una experiencia personalizada.

- Sonido: en esta ventana lo primero que aparecerá será una barra que permite ajustar la intensidad sonora en un rango de 0 a 80dB (anexo II), para poder adaptarse a la sensibilidad auditiva de cada individuo. Si no se soportase el sonido, se ofrece una opción para poder desactivarlo. También se presentan dos modos de voz por defecto, una femenina y otra masculina, grabadas previamente con voces reales para poder conectar mejor con el usuario. Además, se ofrece una opción para personalizar la voz, pudiendo usar una de un familiar,

un especialista o la persona de su preferencia. Para ello, al pulsar sobre "personalizar voz", se contextualizará a la persona sobre la finalidad de cada frase que grabe y la persona decidirá cuál le parece más adecuada. Por ejemplo, "dime una frase que pueda usar cuando Pablo complete un paso".

Por último, también se puede añadir música y otros sonidos previamente guardados en el dispositivo, a modo de refuerzo positivo. Se considerará la opción de que, una vez sacado al mercado, se realicen acuerdos con plataformas de música, como Spotify, para poder elegir música de entre un gran repertorio de forma sencilla.

- Iluminación: esta sección incluye una barra para poder regular la intensidad luminosa. Se podrá seleccionar también el color de la luz de entre una gran variedad, casi infinita, a través de una rueda de color. Se podrá desactivar la iluminación, hacer que parpadee o mantenerla de forma constante. También se podrá decidir si el recurso luminoso se emplea cuando se termina una actividad, un paso de ella, o si durante el proceso se mantiene siempre activa.
- Expresiones faciales: como se ha mencionado anteriormente, Remi cuenta con 4 expresiones diferenciadas en función del contexto, sin embargo, estas se pueden desactivar o mantener solo activa una de ellas. También se podrá modificar su color e intensidad, pudiendo diferir de la iluminación del cuerpo o manteniéndose siempre igual a esta.

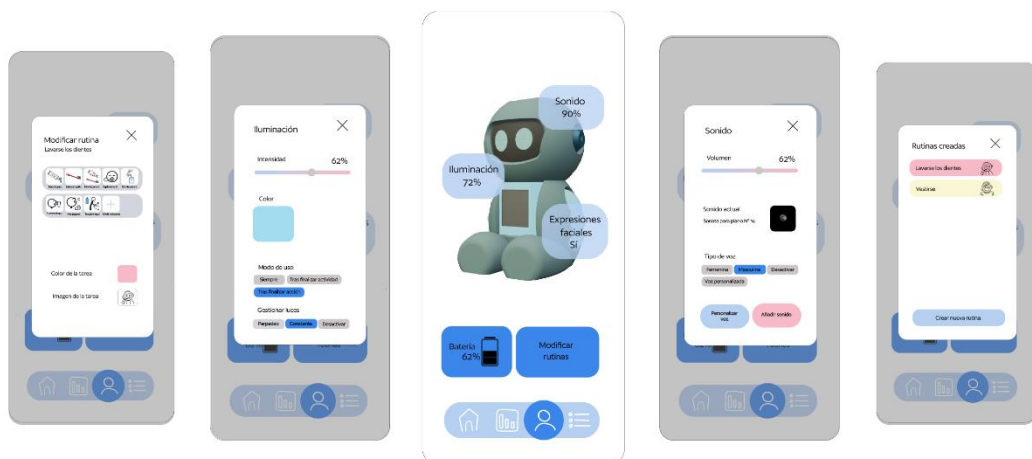
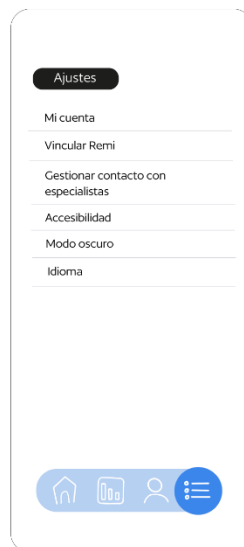


Figura 75 - Menú "Personalización". Elaboración propia.

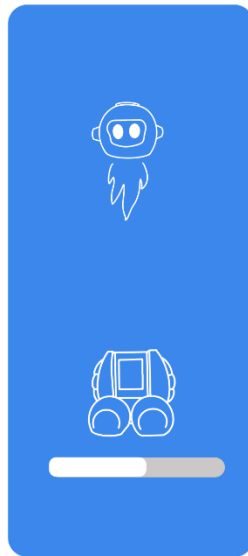
- Ajustes

Este es un apartado que presentan la mayoría de las aplicaciones, en él se pueden encontrar algunas funciones sencillas relacionadas con la interfaz, su comodidad y uso. En la primera sección, "Mi cuenta", se podrán modificar datos como el nombre de usuario, contraseña o correo electrónico. Existe una sección de "Vincular Remi" para poder restablecer la conexión aplicación-producto si llegase a producirse algún error. En "Gestionar conexiones con especialistas" se podrá vincular el contacto con profesores o terapeutas del usuario, para que estos puedan realizar un seguimiento de las rutinas a través de una aplicación complementaria. Tras ello, se encuentra "Accesibilidad", se podrá modificar la configuración de la interfaz para lograr que sea inclusiva para todos los usuarios, incluyendo opciones como la variación del tamaño de la letra o la transcripción de textos de forma oral. El "Modo oscuro" modificará toda la aplicación, evitando la fatiga visual en ambientes determinados. Además, la aplicación se encuentra en varios "Idiomas" entre los que se encontrarán el inglés y el castellano, pudiendo elegir el de preferencia.



*Figura 76 - Menú "Ajustes". Elaboración propia.*

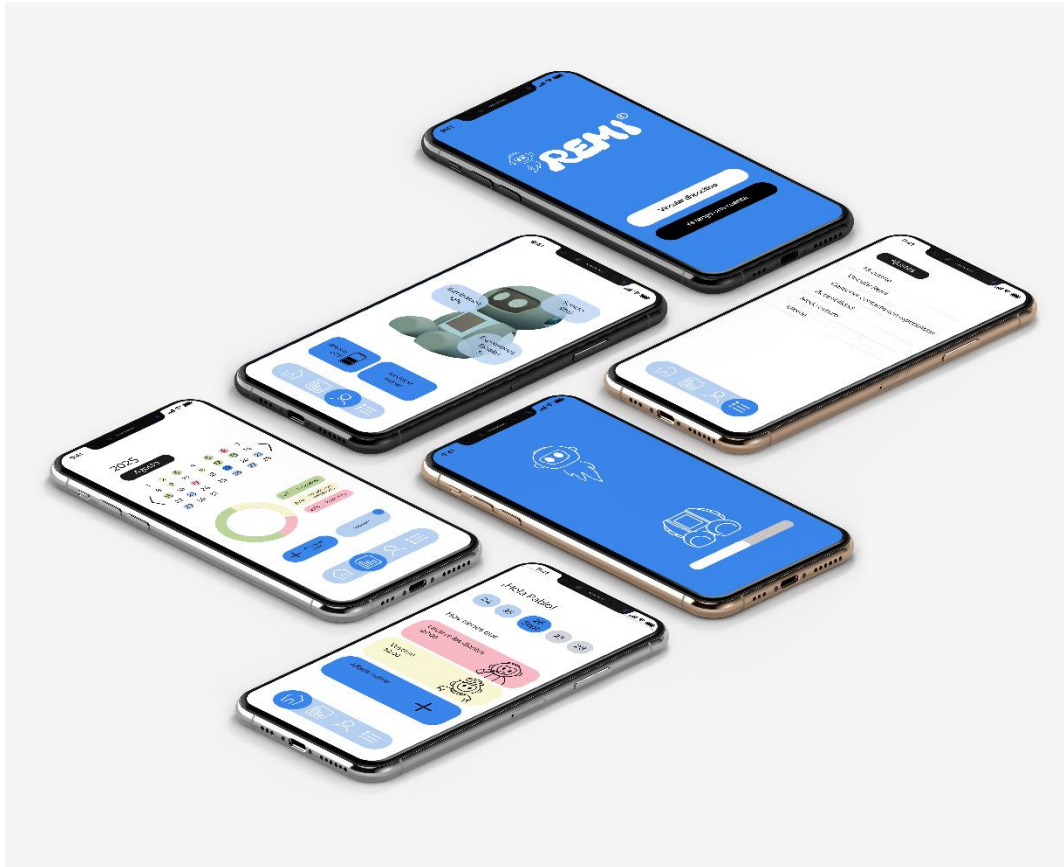
Se ha desarrollado una "pantalla de carga", que busca otorgarle continuidad al imago tipo, contando una especie de historia donde el robot como tal es un ser esférico que vuela como si fuera un cohete y que se une a su cuerpo, actuando como base para cumplir sus funciones.



*Figura 77 - Pantalla de carga. Elaboración propia.*

La aplicación está pensada para poder utilizarse en diversos dispositivos electrónicos, centrándose en móviles, para poder tener el control de Remi siempre a mano, y para tabletas, ya que son dispositivos frecuentemente utilizados como herramienta terapéutica, por lo que probablemente el usuario posea una. El producto puede estar conectado a varios dispositivos a la vez, sincronizando en tiempo real los cambios efectuados en cualquiera de ellos.

Para que los cambios realizados se plasmen en el producto, este debe permanecer conectado mediante Bluetooth y próximo al aparato electrónico que posea la aplicación. Estos cambios se mantendrán almacenados en la tarjeta microSD hasta que se vuelvan a actualizar, por lo que no será necesario mantenerlo constantemente conectado.



*Figura 78 - Mockup de la aplicación. Elaboración propia.*

Como se ha mencionado al inicio de este subapartado, se va a desarrollar una aplicación complementaria a esta, mucho más sencilla, destinada a que los profesionales puedan llevar el seguimiento de varias personas a la vez. En esta, aparecerá un listado de todos los alumnos o pacientes que se hayan vinculado previamente con el especialista, con su nombre de usuario y avatar. En cada uno de sus perfiles, el usuario podrá revisar el cumplimiento de las rutinas de una forma similar a la sección "Estadísticas" de la aplicación principal, pudiendo añadir sugerencias y retroalimentación de forma diaria. También se podrá consultar en rasgos generales que configuración presentaba Remi y con que pictogramas están conformadas las rutinas. De modo que puedan analizar de una forma más contextualizada los comportamientos que presenta el usuario.

Para poder diferenciar ambas aplicaciones entre sí, esta recibirá el nombre de "RemiTrack" y los colores de su icono estarán invertidos.





*Figura 79 - Aplicación RemiTrack. Elaboración propia.*

*Figura 80 - Aplicación Remi. Elaboración propia*

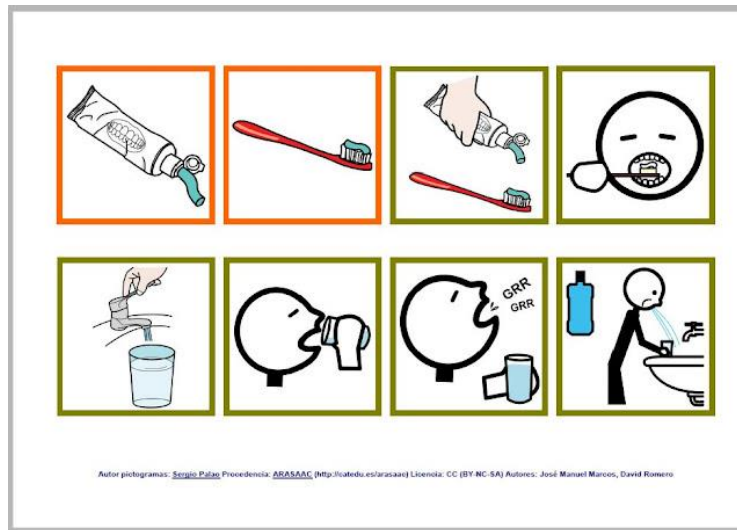
## 7.8. FUNCIONAMIENTO

La idea principal del robot es el desglose de pequeñas acciones diarias guiadas por voz y pictogramas, para así poder realizarlas de forma más amena.

Sería ambicioso tratar de crear una rutina de un día completo, por lo que en esta primera fase se hará hincapié en algunas acciones concretas, como la de lavarse los dientes o vestirse. Una vez abarcadas estas rutinas, se podrán ir adaptando más y más acciones para que así pueda ser utilizado en multitud de escenarios.

Como se mencionaba anteriormente, se ha optado por utilizar la rutina de lavarse los dientes como primera rutina a trabajar en Remi, en el uso de prototipos y ensayos pertinentes. Por ello, se partirá del análisis y desglose de esta tarea, que será el primer paso para poder integrar una rutina en la vida cotidiana del usuario. En el caso de lavarse los dientes se ha segmentado en los siguientes pasos:

- Cojo el cepillo de dientes.
- Abro el grifo.
- Mojo el cepillo.
- Cierro el grifo.
- Cojo la pasta de dientes.
- Abro la pasta de dientes.
- Pongo pasta de dientes en el cepillo.
- Cierro la pasta de dientes.
- Dejo la pasta de dientes.
- Me lavo los dientes.
- Escupo la pasta en el lavabo.
- Abro el grifo.
- Lleno un vaso de agua y bebo de él.
- Hago gárgaras.
- Escupo el agua.
- Cierro el grifo.



*Figura 81 - Rutina de pictogramas para lavarse los dientes. Fuente: Palao S. ARASAAC*

Por suerte para los padres, existen muchos ejemplos de rutinas en internet, muchas de ellas creadas por profesionales en la materia, en las que se pueden basar.

A su vez, se añadirán instrucciones de voz mediante frases muy literales y claras.

El apoyo de los especialistas a cargo de sus hijos puede resultar de gran ayuda en este proceso, el cual resulta muy sencillo e intuitivo una vez familiarizados con este.

Una vez planteada la programación del juguete, hay que formular cómo va a ser el uso del robot y, por tanto, su experiencia de usuario.

Como solución, se propone poder programar estas rutinas anteriormente mencionadas, para que el propio juguete se active en unas horas determinadas. Cuando se dé la hora programada, el robot se iluminará (también podrá emitir un sonido o canción si se desea), captando la atención de la persona con autismo. Tras esto, empezará a citar cada una de las instrucciones paso a paso.

Este, poseerá una dualidad de instrucciones mediante el uso de voz y de pictogramas, lo que se ha considerado muy importante, ya que a una persona con autismo le puede funcionar mejor ver un pictograma y a otra escuchar una instrucción clara, por ello, que posea las dos es una forma de conseguir acertar, sea cual sea el caso. Además de un modo de adaptación al exponerse al sistema de confort, sumado a aquel al que no están tan acostumbrados como elemento de refuerzo.

Entre cada una de las acciones, el usuario debe ir accionando un sensor táctil situado en la cabeza de REMI para que el robot pueda interpretar que se ha completado el paso anterior y poder pasar al siguiente.

Una vez finalizado cada paso o la acción en su conjunto (según lo que decida el propio usuario), se le otorgará a la persona un refuerzo positivo a modo de recompensa, pudiendo ser ajustado según las preferencias de cada individuo, pudiendo seleccionar diferentes canciones o un modo de iluminación en específico, entre otros. También es conveniente que el robot use una expresión similar a “Muy bien” o “Lo has conseguido”, de modo que sea un refuerzo claro, que realmente a cualquier persona le gustaría recibir.

Se ha optado por controlar el robot a través de una aplicación móvil vía Bluetooth, de modo que la interfaz producto-usuario resulte lo más sencilla posible, delegando acciones de control y funcionamiento a los padres y profesionales.

De esta forma, pueden gestionar las rutinas a realizar, añadir o eliminar ciertos pasos, modificar los pictogramas o las instrucciones por voz, cambiar el color e intensidad de la iluminación, añadir música, ver el estado de la batería y apagar el robot. Además de realizar un seguimiento de las rutinas, cómo, cuándo y si se han efectuado correctamente.

El cambio de expresiones en el robot también es un factor importante, estas deben ser muy claras para su reconocimiento. De esta manera, si el usuario no cumple los pasos de su rutina, el robot se pondrá triste, y se mantendrá contento si se obtiene un resultado satisfactorio.

Para poder conseguir que la persona con autismo desarrolle toda esta serie de pasos de forma adecuada, se atenderá a sus patrones de repetitividad, debido a la cual tienden a realizar las acciones de una determinada forma que se les ha enseñado anteriormente, de forma inflexible y sin variaciones en su método.

De tal forma que, mediante un acompañamiento previo por parte de un profesional o familiar, se establecerá un proceso de previo de aprendizaje. Este le enseñará a reconocer cuando se desarrolla el inicio de la actividad, el desarrollo de la misma y el accionamiento de la cabeza del robot una vez completado uno de los pasos para poder pasar al siguiente.

Esta repetitividad, unida al refuerzo positivo, dará como resultado un aumento de la autonomía de modo progresivo, pudiendo desarrollar finalmente la actividad por su propia cuenta.

# **8.MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN**

## 8.1. MATERIALES

El Acrilonitrilo -Butadieno- Estireno se ha considerado la mejor opción para fabricar la mayor parte de Remi. Es un tipo de termoplástico muy utilizado en la fabricación de juguetes, debido a su excepcional combinación de propiedades, garantizando la seguridad de los niños; la versatilidad que presenta en su proceso de fabricación, siendo muy utilizado en la fabricación aditiva; y su bajo costo.

Es el quinto plástico más producido a nivel mundial, con un orden de  $3 \times 10^6$  toneladas anuales, según el libro Plastic Materials de John Byrdon del año 1966 (revisado en 1999).

Está conformado por dos fases, una continua de estireno-acrilonitrilo y una dispersa de polibutadieno.

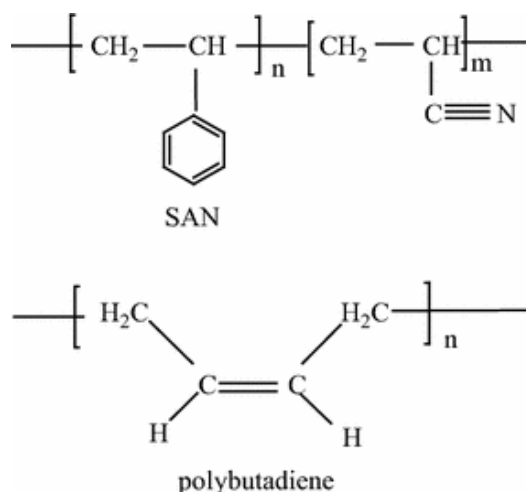


Figura 82 – Estructura química del ABS. Fuente: \*Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review\*, Journal of Materials Science, Springer (2015).

Alterando la proporción de cada copolímero y su naturaleza, se puede conseguir aumentar la tenacidad, tenacidad a bajas temperaturas y resistencia al calor. Cuanto mayor sea la proporción de acrilonitrilo estireno su resistencia al impacto será mayor, lo cual es interesante en este proyecto.

Entre sus propiedades destacan su alta tenacidad y resistencia tanto al impacto como a la tracción y al agrietamiento generado por tensión, por lo que puede resistir una gran cantidad de golpes y deformaciones antes de llegar a romperse. Esto, sumado a su durabilidad, lo convierte en un material que puede proporcionar ciclos de vida muy altos.

Es un material hidrófobo, es decir, repele el agua, lo que es bastante útil a la hora de exponerse a este, protegiendo en gran medida a los componentes internos. El ángulo de contacto entre el ABS y el agua es de  $81,0 \pm 0,6^\circ$ .

Presenta una alta estabilidad dimensional a temperaturas elevadas y resistencia al ataque químico. Es un buen aislante eléctrico, utilizado en la industria electrónica, propiedad indispensable para el producto.

El ABS, al ser un plástico, no es el material más sostenible que se pueda encontrar en el mercado, sin embargo, debido a las condiciones que exige este producto, se ha considerado una opción bastante buena, ya que es un material altamente reciclable y reutilizable.

Gracias a este material se puede conseguir un acabado superficial muy bueno que debe ser acompañado de un proceso de imprimación y pintado.

Es de vital importancia seleccionar un imprimado y pinturas compatibles con el material, una mala elección de estos puede suponer una alteración de las propiedades mecánicas del ABS.



*Figura 83 - Pellets de plástico ABS. Fuente: Shiraz Plastic (2024).*

Se ha seleccionado una pintura acrílica en base de agua rociada en spray, para un acabado más profesional. La imprimación será especializada para ABS, confiriendo una mayor adherencia entre plástico y pintura.

Algunas desventajas de este material son su poca resistencia tanto a la intemperie como al fuego. Será necesario mejorar su retardación a la llama mediante el uso de aditivos libres de halógenos, es decir, sostenibles.



Figura 84 - Juguete fabricado en ABS. Fuente: Decathlon / Innovagood

Otro inconveniente es la degradación que sufre a causa de los agentes oxidantes.

También tiene una baja temperatura de fusión, puesto que la parte cáustica se desmorona a temperaturas superiores a 280 ° C.

Como Remi también cuenta con componentes translúcidos y transparentes, se ha optado por la inclusión de otro material que también presenta buenas propiedades en relación con el producto, el policarbonato. Pese a la existencia de ABS transparente, se ha optado por un material más enfocado en esta propiedad, ya que la forma en la que se emana la luz es muy importante.

Los policarbonatos están conformados por un amplio rango de compuestos polihidroxílicos.. Solamente los compuestos difenólicos han resultado de interés industrial, siendo el de mayor importancia comercial el bisfenol A(2,2-bis-(4-hidroxifenil) propano).

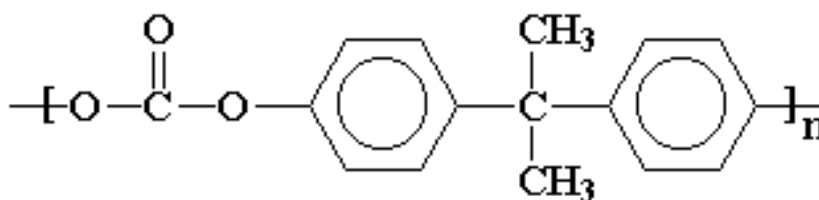


Figura 85 - Fuente: Remilawal, 2016, Wikimedia Commons (licencia CC BY-SA 4.0).

Presentan un esqueleto molecular rígido, lo que les proporciona una alta temperatura de fusión ( $T_m = 225\text{-}250^\circ$ ) y de transición vítrea ( $T_g = 145^\circ$ ), ya que el bisfenol tiene una relación estimada de  $T_g = 2/3 * T_m$



El peso molecular influye en sus propiedades, un aumento de este proporciona mejoras en la resistencia a la tracción y la resistencia al impacto. Para moldeos de paredes delgadas y ciclos de moldeo por inyección bajos, es recomendable que haya unos valores de peso entre 18000 y 32000.

Tiene una gran resistencia de impacto en comparación con otros plásticos. Sin embargo, en los procesos de recocido, sometiéndolo a temperaturas de entre 80 y 130 °C, cristalización o envejecimiento, la resistencia al impacto puede verse reducida. También pierde resistencia al verse sometido a temperaturas inferiores a unos -10 °C a -15 °C.

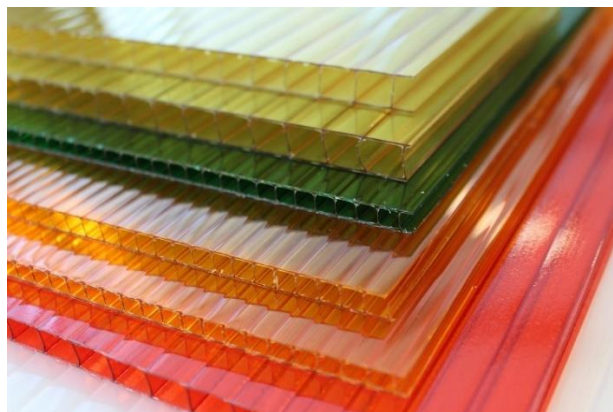
También tiene una muy buena resistencia a la fluencia, sin embargo, cuando este material se somete a deformaciones de tracción del 0,75% o más, empiezan a aparecer signos de agrietamiento, por lo tanto, se ha evitado que los elementos del juguete que emplean este material puedan ser traccionados.

Presenta un índice muy alto de aislamiento eléctrico, ideal para el producto, además la absorción de agua de este material es muy reducida, lo que lo protege internamente. No obstante, tiene una muy mala resistencia a la formación de caminos conductores, es decir, a la formación de pequeñas marcas superficiales que degradan el material debido al contacto con polvo o agua, pudiendo dar pie al desgaste del material o incluso fallos en el circuito.

Debido a que el circuito de Remi maneja voltajes muy pequeños, este riesgo se vuelve prácticamente nulo, no obstante, los aditivos retardantes de llama, o incluso la adición de aditivos contra el tracking disminuyen de forma notoria la probabilidad de que este fenómeno suceda.

La muy baja absorción de agua le otorga, además, una alta estabilidad dimensional.

El índice de refracción es de 1,586 a 25°C, es decir, prácticamente transparente. Esto será útil para el protector de la pantalla, que solo llevará un pigmento para darle un acabado algo más oscuro. Sin embargo, en aquellas piezas donde simplemente se pretende que se emane luz, se buscará un efecto más bien translúcido, lo que se puede lograr a través del uso de aditivos, que actuarán como cargas difusoras de luz.



*Figura 86 - Policarbonato. Fuente: Needpix*

Mediante los aditivos también se logrará un policarbonato con mayor retardación de llama, aunque de por sí ya es un material de combustión lenta, y estabilizarlos contra los rayos UV que, con su exposición, pueden llegar a provocar grietas.

La resistencia química de este material no es la mejor, pero tampoco es mala, sus anillos bencénicos hidrofóbicos le protegen de la hidrólisis que afecta en gran medida a los poliésteres.

El polímero resiste soluciones diluidas de ácidos minerales y alcalis diluidos, excepto sosa cáustica y potasa cáustica. Tampoco tiene resistencia contra el amoníaco y otras aminas. Esto se puede detallar en el manual de instrucciones, pero no se considera un comportamiento previsible el uso de dichos compuestos en la superficie de Remi.

Posee una alta resistencia a la oxidación y al ozono.

A la hora de procesar el policarbonato, este debe encontrarse totalmente seco para evitar la formación de burbujas. Este se suministra al vacío después de calentarlo a una temperatura de unos 110°C, tras esto deben ser usados inmediatamente, en caliente. Se recomienda el uso de tornillos plastificadores en línea y una relación de canales de flujo de 30:1 a 70:1. Para reducir tensiones internas en el proceso de inyección, se recomienda una alta velocidad y temperatura de fusión y recocer la pieza a 125 ° durante 24 horas previamente al proceso de inyectado. Es recomendable que la máquina de inyección sea de tipo preplastificadora y utilizar los moldes previamente calentados.

Entre sus desventajas destaca su precio, algo más caro que otros plásticos similares, y su sensibilidad a entalle y susceptibilidad a cuartearse bajo tinte.

Para la funda protectora de Remi se ha buscado un tacto agradable y suave, con un acabado sencillo que no llegue a sobre estimular al usuario, pero que tampoco sea muy frío, ya que puede causar rechazo.

Por ello, se ha decidido que el uso de un material con un acabado gomoso es idóneo en estas piezas.

Para ello, se han barajado una serie de elastómeros debido a su gran elasticidad reversible, que permite a estos materiales experimentar grandes deformaciones a causa de pequeñas tensiones, pudiendo recuperar sus formas y dimensiones fácilmente y sin experimentar rotura en ensayos de orden del 600 al 1000%. Fruto de esto, cuenta con una alta resistencia a la abrasión por impacto y rozamiento.

Esto se produce como consecuencia de la unión de macromoléculas en agrupaciones o mediante enlaces covalentes.

Son polímeros amorfos con temperaturas de transición vítrea por debajo del estado de utilización, lo que les aporta su carácter blando y gomoso. Además, poseen una gran resiliencia, lo que les permite almacenar y devolver prácticamente toda la energía empleada para su deformación, con módulos de rigidez de orden de 0,5 a 1 MPa.

El aumento de la temperatura ocasiona mayor rigidez en las gomas, cosa contraria a lo que suele suceder de forma general en el resto de los plásticos.

El principal problema de este material es su envejecimiento acelerado causado por el calor, oxígeno, ozono, la luz o las radiaciones ultravioletas, manifestándose en forma de grietas y aumento progresivo de la fragilidad del producto.

Se han considerado como mejores opciones el caucho natural vulcanizado y la silicona, por lo que se ha realizado una tabla comparativa de sus propiedades.

	Caucho natural	Silicona
Origen	Hevea Brasiliensis (especie arbórea)	Silicio
Aislante eléctrico	Sí	Sí
Vida útil	3 a 5 años	20 años
Resistencia a la tracción	Alta	Media
Resistencia química	Baja	Media
Resistencia a la abrasión	Alta	Baja
Deformación permanente a compresión	Baja	Muy baja

Pese a que su vida útil sea notablemente menor que la de la silicona, se ha optado por la utilización de caucho natural en Remi debido a que tiene mejores propiedades de forma general, además, se trata de un material biodegradable que generara muy poco impacto durante toda su vida útil.



*Figura 87 - Juguetes de caucho natural. Fuente: Patapum.*

Las fundas de Remi son intercambiables y no afectan al funcionamiento del propio producto por lo que su vida útil no va a tener repercusiones significativas en este, pudiendo adquirir un repuesto en el mercado de forma accesible. Además, su precio es inferior al de la silicona, por consiguiente, se obtendrán fundas de repuesto más económicas, rondando un precio de cinco euros por funda.

A la hora de realizar el envase, se ha optado por el uso de cartón.

El cartón FBB o cartón folding, es un tipo de cartón compacto fabricado con varias capas de pasta mecánica entre capas de pasta química. Esto facilita el plegado del material. El revestimiento interior suele ser crema y el exterior blanco y formado por dos o tres capas de estucado. Esta composición le confiere una rigidez y volumen apropiados.



Figura 88. Hojas de cartón. Fuente: PPD, 2019 (Pixnio, dominio público).

Para conseguir la máxima pureza posible sin contaminantes ni olores, se utilizan ensayos como los de Scott Bond e IGT.

#### Capa superior (impresión)

Dos o tres capas de estuco
Capa de pasta química blanqueada
Capas de pasta mecánica
Capa de pasta química blanqueada
Reverso estucado

Para poder proteger el producto durante los procesos de transporte y comercialización. Al tener componentes frágiles, es importante crear una cuna o estructura que se adapte a la forma de este, sujetándole para evitar movimientos bruscos y golpes. Se ha optado por hacer esta de celulosa moldeada, material semirrígido fabricado en una máquina moldeadora, obtenido a partir de pasta de papel reciclada o celulosa no maderera.

Se ha elegido este material debido a la facilidad de moldearlo con la forma del producto y la capacidad de amortiguación.

Esto sumado a su bajo precio y a que se trata de uno de los tipos de cartón más respetuosos medioambientalmente hablando, siendo reciclable, biodegradable y compostable.

## 8.2. PROCESOS DE FABRICACIÓN

Se plantea un proceso de fabricación industrial para la producción en grandes cantidades de Remi, sin embargo, para modelos de prueba únicos y prototipos, se considerará utilizar la impresión 3D para generar todas las piezas, siendo el caucho natural sustituido por materiales con propiedades parecidas que admitan este método, como el TPU.

### 1. Moldeo por inyección

Es la técnica más empleada en materiales poliméricos, tanto termoplásticos, como elastómeros o termoestables. Por lo tanto, es la técnica que se va a utilizar para la fabricación de todos los materiales plásticos, tanto de ABS como de policarbonato y caucho.

Se basa en el desplazamiento de un émbolo en un cilindro. Este émbolo impulsa material fundido o plastificado a través de un bebedero y distintos conductos al interior de la cavidad del molde. Cuando se llena el émbolo, mantendrá la presión hasta que la pieza se haya enfriado totalmente. Tras esto, se abre el molde y se extrae la pieza.

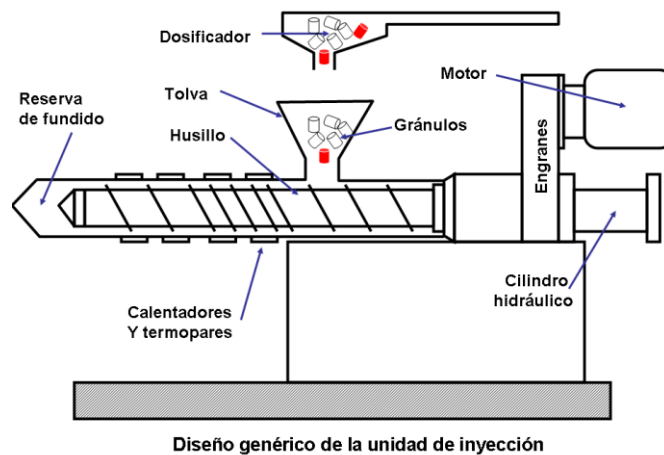


Figura 89. Diseño genérico de la unidad de inyección. Fuente: Gran loco, 2006, Wikimedia Commons (licencia CC BY-SA 3.0).

Se ha seleccionado este método debido a su idoneidad para piezas con geometrías complejas y paredes finas, además de por su velocidad de producción.

Hay una pieza concreta, el eje central de Remi, que se presenta superficialmente con una sensación de pieza maciza, sin embargo, si tratas de hacer directamente esa pieza por inyección, además de malgastar una gran cantidad de material, contaría con una pésima resistencia estructural. Por ello, se ha decidido colocar nervaduras o ribs por dentro, dejando pequeños bosses sólidos donde irán atornillados los componentes.

Hay dos características fundamentales en las máquinas de inyección:, su capacidad de tiro, que es la cantidad máxima que una máquina puede inyectar en un ciclo, y la fuerza de cierre del molde.

Para calcular la capacidad de tiro necesaria por máquina, hay que considerar que se fabricarán piezas de tres materiales diferentes. Para evitar que el material quede contaminado y evitar limpiezas profundas constantes. se utilizará una máquina de inyección distinta para cada plástico. Eso daría un total de tres máquinas. La pieza más grande para realizar con ABS tiene 261 gramos, por lo que la máquina tendrá una capacidad de tiro máxima de 275 gramos. Para el policarbonato con 20 gramos será suficiente, pues la pieza más pesada es de 14 gramos. En el caso del caucho. con unos 610 gramos de capacidad de tiro será lo recomendado.

Los moldes, fabricados en acero, están divididos en dos semi moldes sujetos mecánicamente en la unidad de cierre. Estos cuentan con tornillos o dispositivos que facilitan el cambio de un molde a otro. La piqueta, normalmente se sitúa en el centro del molde más próximo, derivando en conductos que se conectan directamente con la cavidad donde se formará la pieza.

## 2. Lijado

Todas las piezas plásticas pasarán por un lijado para mejorar su calidad superficial, evitando posibles rebabas que se hayan podido generar en el proceso anterior.

## 3. Limpieza de las piezas

Para garantizar que la imprimación y el pintado sean satisfactorios y quitar restos generados por los procesos anteriores, las piezas deben ser limpiadas. Este proceso se realizará mediante un método de limpieza ultrasónica, consistente en



la aplicación de ondas que generan pequeñas burbujas, con ello se consigue una limpieza que alcanza partículas muy finas.

#### 4. Imprimación y pintado

La imprimación y pintado se aplicarán sobre el ABS para mejorar su acabado, como ya se ha mencionado anteriormente, estos se harán por medio de espray en cabinas especializadas para ello.



*Figura 90 - Espráis de pintura. Fuente: Magical Sculptures*

#### 5. Secado

El secado se realizará mediante hornos industriales de aire reforzado, a una temperatura de unos cuarenta grados durante veinte minutos aproximadamente.

#### 6. Control de calidad

Una vez confeccionadas cada una de las piezas, se realizan controles de calidad exhaustivos para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente y ofrecer el mejor acabado posible. Se realizarán comprobaciones dimensionales, superficiales y ensayos de tracción y resistencia.

#### 7. Soldado ultrasónico

Es una técnica de soldadura consistente en la transformación de energía eléctrica en mecánica, provocando vibraciones que a su vez provocan fricción entre las piezas que se quieren unir, colocadas entre la punta del soldador y el yunque. Esta fricción elimina capas de forma parcial hasta crear puntos de soldadura.

En este tipo de soldadura se debe atender a tres variables principales:

- El tiempo de soldadura
- La fuerza de sujeción
- La potencia ultrasónica

Se deben unir el eje central a la parte de abajo, el protector de pantalla de la barriga con la parte delantera y la pantalla protectora de la cabeza con la parte de delante de la cabeza.

#### 8. Adición de componentes electrónicos y atornillado de los mismos.

La mayoría de los componentes electrónicos, obtenidos de un proveedor externo, irán atornillados. Los propios componentes cuentan con agujeros de paso para los tornillos, en función del diámetro de estos, extraído de sus respectivos modelos CAD se ha ido definiendo la métrica de los tornillos y su longitud, que se ha estimado como tres veces diámetro aproximadamente.

Componente	Número de tornillos	Métrica	Longitud roscada
Placa Arduino	4	3	8
Módulo TP407	4	2	6
Lector microSD	4	2	6
Pantalla TFT	4	2	6
Minialtavoces	4	2	6
Módulo T2230	4	2	6
Amplificador	4	1	3

#### 9. Encolado de componentes electrónicos.

No todos los componentes presentan agujeros de paso para ser atornillados, tanto el módulo Bluetooth como la palanca de encendido y apagado deberán, por tanto, ser encoladas. Para ello se utilizará epoxi, un adhesivo que consigue buenos resultados en su uso tanto en ABS como en circuitos electrónicos.

## 10.Secado.

El epoxi tarda un tiempo aproximado entre una y dos horas en curar haciendo uso de hornos industriales.

## 11.Ensamblaje

Para poder cerrar herméticamente el interior del producto, se realizará el ensamblaje de este:

1. Primero se atornillará la base a la parte delantera mediante cuatro tornillos M3 de 8mm.
2. Después se atornillará la base a la parte trasera mediante dos tornillos M3 de 8mm.
3. A continuación, se unirá la cara mediante el sistema snap fit que hay tanto en la parte superior como inferior de esta, conectándolo tanto con la parte de atrás como con la de delante.
4. Seguidamente, se añaden los brazos por un sistema de enganches compartido entre la parte delantera y la trasera.
5. Tras esto, se engarzan las tapas de las orejas por el sistema de sujeción correspondiente entre la cara y la parte trasera. En este caso, se atornillarán 2 tornillos M3x8mm en el agujero de paso central correspondiente para ello, roscando con el eje central, previamente soldado a la parte de abajo.
6. Se enganchan las orejas de la misma forma que las tapas, pero usando los agujeros que se encuentran distribuidos en la circunferencia de mayor diámetro.
7. Se unen las piezas izquierda y derecha, que son el recubrimiento protector de caucho, entre sí gracias a los enganches cilíndricos que tienen alrededor de toda la superficie de contacto entre ambas.

## 12.Control de calidad

Una vez el juguete esté totalmente montado, hay que realizar unos controles para comprobar si se encuentra en un estado óptimo para su venta, comprobando su usabilidad y algunas propiedades mecánicas, previendo a qué condiciones puede llegar a estar expuesto.

Este control se hará en uno de cada treinta productos de una misma serie.

### 13. Envasado

Se considera que los procesos de fabricación del packaging de Remi han sido subcontratados, esto con la finalidad de conseguir mejores acabados obtenidos por fabricantes especializados en la materia.

El cartón folding (FBB) se someterá a un proceso de estampación y troquelado seguido por un posterior proceso de plegado.

La celulosa moldeada será sometida a un proceso de moldeo, en el cual la pulpa de celulosa obtendrá la forma requerida, envolviendo a Remi y ajustándose a las medidas de la caja por los laterales. En este proceso, se vierte en un molde para posteriormente ser prensado.

El manual de instrucciones. Se imprimirá en papel reciclado, se estampará, troquelará y doblará.

Volviendo al proceso de fabricación principal, se colocará a Remi dentro de su cuna de celulosa moldeada, que se colocará a su vez en la caja, dentro del pequeño cajón de la parte inferior se colocará el manual de instrucciones.

Tras esto, se cerrará la caja y se sellará en la zona de contacto entre la tira superior y las zonas laterales y posterior de la caja mediante una cinta de doble cara reforzada.

## 9. PRESUPUESTO

El presupuesto es un punto clave a desarrollar en el proceso de creación de un producto industrial, es necesario que exista una viabilidad económica potencial para que el producto pueda salir a flote en el mercado.

Para estimar un precio final, se deben tener en cuenta diversos factores como costes humanos, operativos o de maquinaria, obtenidos a través de una recopilación de datos extraída de diversos proveedores, donde se ha buscado la mayor exactitud posible, pese a que la compra al por mayor en la mayoría de los casos está reservada a empresas y clientes, dificultando la búsqueda de información de precios relativos a esta.

Para calcular el presupuesto, se toma como base los costes de fabricación, a los que se les añaden diversos porcentajes como mano de obra indirecta, cargas sociales, gastos generales y beneficio industrial.

## 9.1. COSTES DE FABRICACIÓN

Están conformados por los costes de material, costes de mano de obra y el puesto de trabajo, es decir, los costes directos de la producción.

Estos se van a calcular de forma variable, es decir, basados en el número de piezas a fabricar. Para ello hay que estimar una cantidad simbólica de producto fabricado anualmente. Como el público objeto no ocupa una muestra tan elevada de la población, se ha previsto una producción inicial de 1000 unidades.

### Coste material

COSTE MATERIAL									
Materia prima									
Pieza	Nombre	Material	N piezas	Peso bruto	UM	Coste unitario (UM/	Importe		
1	Base	ABS	1	0,09	kg	1,45	0,13		
2	Parte delantera	ABS	1	0,09	kg	1,45	0,13		
3	Parte trasera	ABS	1	0,14	kg	1,45	0,20		
4	Cara	ABS	1	0,06	kg	1,45	0,08		
5	Tapa oreja	ABS	2	0,03	kg	1,45	0,08		
6	Oreja	ABS	2	0,00	kg	1,45	0,01		
7	Botón	ABS	1	0,00	kg	1,45	0,00		
8	Eje central	ABS	1	0,15	kg	1,45	0,22		
9	Brazo derecho	PC	1	0,01	kg	3,5	0,05		
10	Brazo izquierdo	PC	1	0,01	kg	3,5	0,05		
11	Recubrimiento pantalla cabeza	PC	1	0,02	kg	3,5	0,06		
12	Recubrimiento pantalla cuerpo	PC	1	0,01	kg	3,5	0,02		
13	Funda izquierda	Caucho	1	0,60	kg	1,1	0,66		
14	Funda derecha	Caucho	1	0,60	kg	1,1	0,66		
							Importe total:	2,34	
Elementos comerciales									
Pieza	Nombre	Proveedor	UM	Uds	Coste unitario	Importe			
15	Arduino Mega 2560	Plexylab	ud	1,00	16,15	16,15			
16	Lector SD	Shenzhen Carn Technology Co., Ltd.	ud	1,00	0,25	0,25			
17	TP4056	TiendaTec	ud	1,00	1,65	1,65			
18	Soporte baterías	Taimel Store	ud	1,00	0,14	0,14			
19	PAM8043	leantec	ud	1,00	1,20	1,20			
20	Minialtavo	Receonline	ud	2,00	1,75	3,50			
21	TTP223	Shenzhen Zhida Shunfa Electronics Co.	ud	1,00	0,24	0,24			
22	Módulo bluetooth HC06	Shenzhen Yonglisheng Electronics Limite	ud	1,00	1,10	1,10			
23	Pantalla TFT de 2,8 pulgadas	Shenzhen Yonglisheng Electronics Limite	ud	1,00	3,60	3,60			
24	Matriz LED Flexible	Coco Net Store	ud	1,00	5,32	5,32			
24	Mini interruptor	robotisec	ud	1,00	0,15	0,15			
25	Tornillos M3x8mm	Complubot	ud	12,00	0,04	0,53			
26	Tornillos M2x6	Complubot	ud	18,00	0,03	0,47			
27	Tornillos M1x3	Oranxin	ud	4,00	0,04	0,16			
28	Micro SD 16 gb Philips	Castro Electronica	ud	1,00	3,69	3,69			
29	Baterías Samsung 18650	NKON	ud	2,00	1,33	2,66			
30	Tira de luces led WS2811	AZ Delivery	m	0,30	5,98	1,79			
31	Cable eléctrico AWG30	leantec	m	1,50	0,15	0,23			
32	Condensador electrolitico	electronicaymas	ud	2,00	0,10	0,20			
33	Condensador cerámico	funduino	ud	5,00	0,10	0,50			
34	Fusible en línea	Digikey	ud	1,00	0,49	0,49			
35	Cargador USB C europeo	Nihao Jewlery	ud	1,00	0,11	0,11			
37	Película EMI de blindaje	Shanghai Keyan Phosphor Technology C	m2	0,12	9,00	1,08			
38	Envase fbb	Ineco	ud	1,00	0,82	0,82			
39	Cuna celulosa moldeada	Lvxin Molded Pulp Packaging	ud	1,00	1,25	1,25			
40	Pintura en spray	Hartem	l	0,03	10,75	0,32			
41	Pegamento epoxico	Sika	kg	0,01	23,75	0,24			
42	Cinta doble cara	RMIVEGLIA	m	0,00	0,24	0,00			
							Importe total	47,83	
							Coste material:	50,17	

Figura 91 - Tabla de presupuestos, coste del material. Elaboración propia.

COSTE MATERIAL = 50,17€

Se dividen en costes de piezas fabricadas y elementos ya comprados. Como todas las piezas se realizan mediante inyección, se deben calcular sus metros cúbicos para estimar la cantidad de materia prima necesaria, los cálculos realizados para obtener estas cifras se encuentran reflejados en el Anexo III.

Respecto a los elementos comerciales, se han buscado proveedores que mantengan una buena relación calidad-precio, sus referencias figuran en la bibliografía.

Los números de las piezas y elementos se corresponden con los de los planos.

### Coste de mano de obra directa

La mano de obra directa está conformada por aquellos trabajadores directamente implicados en el proceso de producción, a partir del cálculo de su salario y un estudio de los puestos de trabajo y tiempos de producción, se puede obtener el costo de los trabajadores por producto fabricado.

La jornada efectiva laboral de estos trabajadores corresponde, por convenio, a 1800 horas anuales, lo que supone una jornada diaria de 7,93 horas diarias, aproximadamente.

Puesto					Salario base día	Plus día Pd	Salario día Sd	Remuneración anual Ra	Salario/hora S	
Técnico de calidad					20,9	23	43,9	18657,5	10,37	
Especialista					18,8	20,4	39,2	16660	9,256	
Peón					17,3	19,4	36,7	15597,5	8,67	
Ocupación					Cantidad	Tiempo(min)	Tiempo total (min)	Tiempo total (h)	Salario (€/h)	Coste (€)
Máquina inyección					16,00	0,17	2,72	0,05	9,26	0,42
Lijado					16,00	0,40	6,40	0,11	8,67	0,92
Limpieza ultrasónica					16,00	0,20	3,20	0,05	8,67	0,46
Imprimación					10,00	0,50	5,00	0,08	9,26	0,77
Pintado					10,00	0,50	5,00	0,08	9,26	0,77
Secado					10,00	20,00	200,00	3,33	0,00	0,00
Control de calidad					0,53	15,00	8,00	0,13	10,37	1,38
Soldado ultrasonico					3,00	2,00	6,00	0,10	9,26	0,93
Atornillado					30,00	0,25	7,50	0,13	8,67	1,08
Encolado					3,00	1,00	3,00	0,05	8,67	0,43
Secado					1,00	90,00	90,00	1,50	0,00	0,00
Ensamblaje					1,00	15,00	15,00	0,25	8,67	2,17
Control de calidad					0,03	30,00	1,00	0,02	10,37	0,17
Envasado					1,00	7,00	7,00	0,12	8,67	1,01
Coste total:									10,52	

Figura 92 - Tabla de presupuestos, coste de mano de obra directa. Elaboración propia.

COSTE M.O.D. = 10,52€



## Costes operativos

Son los costes que generan los distintos puestos de trabajo originados a partir de la maquinaria. Estos son variables, para los que se seguirá aplicando un estimado de fabricación anual de 1000 unidades.

COSTE MAQUINARIA									
Máquina	Precio (€)	Amortización	Funcionamiento (h/año)	Vida prevista	Coste del puesto de trabajo (euros/hora)				Coste puesto anual
					Interés	Amortización	Mantenimiento	Energía	Total
Máquina de inyección ABS	9000	10	28,33	283,33	31,76	31,76	12,71	0,44	76,68
Máquina de inyección PC	9000	10	11,33	113,33	79,41	79,41	31,76	0,44	191,03
Máquina de inyección caucho	9000	10	5,67	56,67	158,82	158,82	63,53	0,44	381,62
Lijadora de detalle	131	10	106,67	1066,67	0,12	0,12	0,05	0,00	0,30
Máquina de limpieza ultrasónica	5700	10	53,33	533,33	10,69	10,69	4,28	0,05	25,70
Cabina de pintura	500	10	166,67	1666,67	0,30	0,30	0,12	1,32	2,04
Pistola de imprimación	220	10	83,33	833,33	0,26	0,26	0,11	0,00	0,63
Horno de aire reforzado	1049	10	3333,33	33333,33	0,03	0,03	0,01	0,56	0,16
Soldador ultrasónico	380	10	100,00	1000,00	0,38	0,38	0,15	0,09	1,00
Destornilladores industriales	43	10	125,00	1250,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,08
Pistola epoxi	380	10	50,00	500,00	0,76	0,76	0,30	0,00	1,82
Horno de aire reforzado	1049	10	1500,00	15000,00	0,07	0,07	0,03	0,56	0,73
Coste anual total:									10138,97
Coste total por producto:									10,14

Figura 93 - Tabla de presupuestos, costes operativos. Elaboración propia.

$$\text{COSTE OPERATIVO} = 8,84\text{€}$$

Están comprendidos por los intereses que se podrían haber generado al invertir el dinero de la maquinaria en otra actividad, la amortización de esta maquinaria para poder recuperar esta inversión, el mantenimiento previsto y la energía consumida.

Se ha considerado que la amortización de todas las máquinas será de 10 años, considerado por la legislación como un periodo normal para esta.

## 9.2. COSTE DE LA MANO DE OBRA INDIRECTA

Son aquellos trabajadores que no tienen responsabilidad directa sobre un puesto de trabajo, como supervisores o personal de seguridad.

Anualmente, se considera un porcentaje de costes de mano de obra indirecta que relaciona esta con la directa, en este caso, se estimará un porcentaje arbitrario de un treinta y cinco por ciento, que es bastante promedio.

$$\text{COSTES M.O.I.} = \text{COSTES M.O.D.} * 35\% = 3,68\text{€}$$

## 9.3. CARGAS SOCIALES

Una empresa debe cubrir diversos gastos a Departamentos y Organismos Oficiales para poder garantizar unas buenas condiciones de trabajo al personal operativo.

HOJA DE PRESUPUESTO INDUSTRIAL											
Cargas sociales											%
Seguridad social											28,14
Accidentes de Trabajo											7,6
Formación Profesional											0,6
Seguro de desempleo											2,35
Fondo de Garantía Salarial											0,2
Responsabilidad civil											1

Figura 94 - Tabla de presupuestos, cargas sociales. Elaboración propia.

La suma de estas cargas da un total aproximado del 40% (39,89), que repercute directamente sobre la mano de obra directa e indirecta, generando un coste total añadido por producto.

$$\text{CARGAS SOCIALES} = \%C.S. * (\text{COSTO M.O.D} + \text{COSTO M.O.I}) = 5,68\text{€}$$

## 9.4 GASTOS GENERALES

Son costos aproximados de los gastos que produce una empresa diferente a los mencionados anteriormente, como alquileres, facturas de la luz o del agua o publicidad.

$$\text{GASTOS GENERALES} = \%G.G. * \text{COSTE M.O.D.} = 1,37 \text{ €/producto}$$

## 9.5. BENEFICIO INDUSTRIAL

Al ser un producto destinado más al apoyo y ayuda de personas que a la obtención de beneficio, se ha estimado que este será únicamente del 10% de lo invertido. No se puede dejar en cero porque la empresa se podría ver afectada por imprevistos que la desestabilizarían sin un fondo existente, además de poder reinvertir el dinero obtenido en otros proyectos.

$$C_t = C_f + M.O.I + C.S. + G.G. = 80,87€$$

$$\text{Beneficio Industrial} = C.t. * \%B.I. = 12,13€$$

## 9.6. PRESUPUESTO TOTAL

En él se incluyen desglosados todos los gastos ocasionados en el proceso de fabricación por producto, junto con otras cargas añadidas. En él se indican dos precios finales, el precio de venta en fábrica, que es la suma de todos los costes anteriormente mencionados, y el precio de venta al público, que es el resultado de aplicar impuestos para poder entrar en el mercado, que se supondrán del 21%.

HOJA DE PRESUPUESTO INDUSTRIAL										
Cargas sociales										%
Seguridad social										28,14
Accidentes de Trabajo										7,6
Formación Profesional										0,6
Seguro de desempleo										2,35
Fondo de Garantía Salarial										0,2
Responsabilidad civil										1
Presupuesto final										
Concepto										Precio
Coste de fabricación	Material									50,17 €
	M.O.D.									10,52 €
	T.P.									10,14 €
Mano de obra indirecta M.O.I										3,68 €
Cargas Sociales C.S.										5,68 €
Gastos Generales G.G.										1,37 €
Coste total fabrica Ct										81,57 €
Beneficio Industrial B.I.										12,24 €
Precio de venta en fábrica Pv										93,80 €
Precio de venta al público (I.V.A.)										113,50 €

Figura 95 - Tabla de presupuestos, hoja de presupuesto industrial. Elaboración propia.

**PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO = 113,50€**

Esta es la cantidad considerada obteniendo un 10% de Beneficio Industrial, este porcentaje se puede ajustar a la alza o a la baja, para conseguir una cantidad psicológicamente más atractiva para el comprador, lo que probablemente incremente las ventas. Los precios sugeridos son 109,99€ y 114,99€.

# **10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS**

## 10.1. LÍNEAS FUTURAS

Consideramos que este es un proyecto potencialmente escalable, que puede ser fácilmente modificable-para atender las diferentes necesidades de los usuarios.

Primeramente, contemplamos la realización de una encuesta de mayor dimensión, con un alcance basado en numerosas asociaciones de autismo a nivel nacional, donde se pueden incluir miembros e integrantes de Autismo España y sus diversas sedes en cada ciudad, además de instituciones privadas.

Entendemos que, antes de proponer la producción, debemos realizar un prototipo a través de impresión 3D, junto con una aplicación preliminar, con la cual se puedan realizar diversos estudios que pongan a prueba la efectividad del producto, previamente a su entrada en el mercado.

También proponemos la integración de inteligencia artificial en un futuro, que sirva de ayuda a los padres en el complicado proceso de entender y seleccionar rutinas, proponiendo, a través de información recopilada gracias al seguimiento del usuario, optimizar las rutinas, proponiendo los horarios, estímulos y secuencias de pictogramas que mejor puedan funcionar.

La ampliación de funda intercambiables adaptadas a las necesidades de cada usuario también puede ser un campo de experimentación interesante debido a la exploración de nuevos materiales, texturas y estímulos sensoriales.



## 10.2. CONCLUSIONES

Una vez obtenido el resultado final, este debe ser analizado respecto a los objetivos establecidos al inicializar el proyecto.

Creemos que hemos logrado un resultado atractivo y agradable, a la vez que satisfactorio, que puede llegar a alcanzar correctamente al público objetivo, pudiendo ser un gran apoyo para estos y una herramienta terapéutica.

Pese al estudio que respalda el desarrollo del proyecto, no se puede saber con certeza si este cumple con su objetivo principal, ya que se considera que debe ser probado primero por personas con autismo de grado tres y, una vez obtenidos los resultados, se podrá evaluar su eficacia.

Sin embargo, se pueden tener en cuenta diversos datos objetivos que se consideran propicios para su éxito.

Las texturas son muy agradables, asemejándose a las usadas en materiales de productos sensoriales para bebés, cuyos sentidos son también muy delicados. La funda le confiere un carácter amigable, más similar a un peluche, permitiendo que el producto siempre se mantenga limpio, al ser fácil de lavar, además de ofrecer la opción de intercambiar esta funda por una nueva.

La pantalla muestra los pictogramas de forma clara, siendo el foco principal del producto gracias a su situación y tamaño. A la vez, su voz acogedora narra las instrucciones de una forma simple y clara, lo que puede conseguir en el usuario un efecto positivo y un refuerzo del entendimiento de cara a la realización de la acción.

Los estímulos positivos actúan como un refuerzo y elemento de conexión, que se han logrado personalizar casi totalmente gracias al desarrollo de la aplicación.

La interfaz de la aplicación logra recopilar toda la información propuesta de una forma sencilla, entendible por todos los públicos.

Por otro lado, la parte técnica le otorga una buena durabilidad y resistencia al producto, el desarrollo de los materiales, fabricación y presupuestos hacen de este un proyecto bastante viable.

En el proyecto también ha habido algunos contratiempos, lo que siempre es bueno, ya que estos son necesarios para aprender y poder ser aplicados en próximos proyectos. Algunos han sido la gestión y control del tiempo, o la complejidad de las piezas, por lo que su diseño en CATIA y posteriores planos han tenido que ser sometidos a numerosos cambios y ajustes para obtener el resultado esperado.

Hubiera sido interesante indagar más en el proceso de fabricación. Debido al producto con el que se trabaja, este podría ser interesante, pero a la par complejo y algo tedioso. Igualmente, se ha tratado de llegar al resultado óptimo con el conocimiento que se disponía de la materia.

En conclusión, esperamos que este producto pueda ayudar a las personas con autismo, junto a sus familias y profesionales que los acompañan, a poder lidiar con las dificultades que se les presentan diariamente y poder mejorar su calidad de vida, colaborando en su adaptación al mundo en el que vivimos, lo que para ellos supone reto mayor al del promedio de la población.

Este proyecto me ha ayudado a entender que esta carrera, pese a parecer superficialmente técnica, puede tener un trasfondo muy humano, permitiendo, mediante el uso de las habilidades adquiridas en ella, poder ayudar a otras personas. Me ha parecido muy gratificante poder centrar esta ayuda en problemas que veo reflejados diariamente en mi entorno y poder aportar mi granito de arena a facilitar el día a día de estas personas con autismo que no pueden dar voz propia a sus problemas, pero no por ello estos deben ser olvidados.

# 11. BIBLIOGRAFÍA

## 11.1 LIBROS Y ARTÍCULOS

1. Herrera-Del Aguila, D. D. . (2021). Trastorno del Espectro Autista: La Historia. *diagnostico*, 60(3), 131–133. <https://doi.org/10.33734/diagnostico.v60i3.300>
2. Artigas-Pallares, Josep, & Paula, Isabel. (2012). El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 32(115), 567-587. <https://dx.doi.org/10.4321/S0211-57352012000300008>
3. López Martínez, M<sup>a</sup> Elisa (2017) “Efectos de la supresión del gluten de la dieta en la conducta de niños autistas” [TFM] Universitat de les Illes Balears [https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/146168/tfm\\_2016-17\\_MNAH\\_mlm213\\_839.pdf?sequence=1](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/146168/tfm_2016-17_MNAH_mlm213_839.pdf?sequence=1)
4. Seymour, L. (2024). Copying not Diagnosing: The Case of Hugh Blair of Borgue. *Disability Studies Quarterly*, 43(2). <https://doi.org/10.18061/dsq.v43i2.8811>
5. Crespi, B. J. (2010). Revisiting Bleuler: relationship between autism and schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, 196(6), 495–495. doi:10.1192/bjp.196.6.495
6. Jaramillo-Arias, Piedad, Sampedro-Tobón, María Elena, & Sánchez-Acosta, Daniela. (2022). Perspectiva histórica del trastorno del espectro del autismo. *Acta Neurológica Colombiana*, 38(2), 91-97. Epub July 22, 2022. <https://doi.org/10.22379/24224022405>
7. Garrabé de Lara, J. (2012). *El autismo. Historia y clasificaciones*. Salud Mental, 35(3), 257–261. <https://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v35n3/v35n3a10.pdf>
8. Cuxart, F. (2000). Conceptos y definiciones. En *El autismo: aspectos descriptivos y terapéuticos* (pp. 1–6). Editorial Aljibe.
9. Pozzi, C. M., Riesgo, R. dos S., & Assumpção Junior, F. B. (2024). *Revisiting the history of autism before Kanner and Asperger: A tribute to Grunya Sukhareva*. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 82, Article s00441788269. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1788269>
10. Kanner L. Autistic disturbances of affective contact. *Nery Child* 1943; 2: 217-50. <https://www.autismtruths.org/pdf/Autistic%20Disturbances%20of%20Affective%20Contact%20-%20Leo%20Kanner.pdf>
11. Grijota, E., Grijota, E., & Grijota, E. (2024, October 3). En qué consiste la teoría de las ‘madres nevera’, su relación con el autismo y por qué hizo tanto daño. *El País*. <https://elpais.com/mamas-papas/expertos/2024-10-03/en-que-consiste-la->

[teoria-de-las-madres-nevera-su-relacion-con-el-autismo-y-por-que-hizo-tanto-dano.html?event=go&event\\_log=go&prod=REGCRART&o=cerrado](#)

12. Cerutti Agelet P. G. (2020). Algunas puntualizaciones sobre el diagnóstico de autismo y el trastorno de espectro autista. *Cuestiones de Infancia*, 21(2), 85-102. <https://dspace.uces.edu.ar/jspui/handle/123456789/4877>
13. Bellone Cecchin, E. (2022). Leo Kanner y la clínica del autismo infantil precoz. En *Actas publicadas*. Facultad de Humanidades y Ciencias dela Educación. Universidad Nacional de La Plata. [https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.15534/ev.15534.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.15534/ev.15534.pdf)
14. Czech, H. & Ibarz, J. (2019). *Hanz Asperger, autismo y Tercer Reich*: ( ed.). Ned ediciones. <https://elibro-net.ponton.uva.es/es/lc/uva/titulos/128433>
15. Reaño, E. (2015, abril). *La Tríada de Wing y los vectores de la Electronalidad: hacia una nueva concepción sobre el Autismo*. Trabajo presentado en el Congreso EITA. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/274510152\\_La\\_Triada\\_de\\_Wing\\_y\\_los\\_vectores\\_de\\_la\\_Electronalidad\\_hacia\\_una\\_nueva\\_concepcion\\_sobre\\_el\\_Autismo](https://www.researchgate.net/publication/274510152_La_Triada_de_Wing_y_los_vectores_de_la_Electronalidad_hacia_una_nueva_concepcion_sobre_el_Autismo)
16. Martín del Valle, F., García Pérez, A., & Losada del Pozo, R. (2022). *Trastornos del espectro del autismo*. En Asociación Española de Pediatría (Ed.), *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Pediatría* (pp. 75–83). Asociación Española de Pediatría. <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/08.pdf>
17. American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (5.ª ed.) [PDF]. <https://www.federaciocatalanatdah.org/wp-content/uploads/2018/12/dsm5-manualdiagnosticoyestadisticodelostrastornosmentales-161006005112.pdf>
18. Prieto, M. B., Matos, Á., & Baetti, S. (2019). *Ansiedad, TOC y conductas problemáticas en autismo* (1.ª ed.). Paidós. <https://www.paidosargentina.com.ar> (ISBN edición digital: 978-950-12-9823-9)
19. Colombo, M. (2018). *ABA en el tratamiento del autismo*. Psyciencia. <https://pavlov.psyciencia.com/2018/02/aba-tratamiento-autismo.pdf>
20. Mulas, F., Ros-Cervera, G., Millá, M. G., Etchepareborda, M. C., Abad, L., & Téllez de Meneses, M. (2010). *Modelos de intervención en niños con autismo*. *Revista de Neurología*, 50(Supl 3), S77–S84. Recuperado de <https://skat.ihmc.us/rid=1QRC5GFYJ-292V2Z3-5PPM/modelos%20de%20interverncion%20en%20ni%C3%B1os%20autistas.pdf>
21. Pérez Moro, A. (2017). *Intervención a través del método TEACCH en un alumno con Trastorno del Espectro del Autismo* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid]. UVaDoc.

22. Junta de Castilla y León. (2003). *El apoyo conductual positivo* (Manuales de trabajo en centros de atención a personas con discapacidad). Junta de Castilla y León.
23. Viloca, L. (2002). *El niño autista. Detección, evolución y tratamiento*. Barcelona (España): Grupo Editorial Ceac S.A.
24. Frith, U. (1989). *Autismo*. Madrid: Editorial Cast. : Alianza Editorial S.A.
25. De Clerq, H. (2012) *El Autismo desde dentro. Una guía*. EITA
26. Sánchez Rodríguez, E. (2024). *Hipersensibilidad e hiposensibilidad sensorial de los alumnos con TEA* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid]. UVaDoc.
27. Bourne, A. (2016). *Designing for Autism Spectrum Disorders*.  
<https://doi.org/10.4324/9781315856872>
28. Asmika A, Oktafiani LDA, Kusworini K, Sujuti H, Andarini S. Autistic Children Are More Responsive to Tactile Sensory Stimulus. *Iran J Child Neurol*. 2018 Fall;12(4):37-44. PMID: 30279707; PMCID: PMC6160628.
29. **Paron-Wildes, A. J.** (2013). *Interior Design for Autism from Childhood to Adolescence* (Wiley E-book Design Shorts; 109 pp.). Wiley. ISBN 978-1118680254
30. González-Miranda, E., & Quindós, T. (2015). *Diseño de iconos y pictogramas*. Campgràfic. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Gonzalez-Miranda-Elena/publication/335986274\\_DISENO\\_DE\\_ICONOS\\_Y\\_PICTOGRAMAS/links/5d88f6ff299bf1996f98b2ba/DISENO-DE-ICONOS-Y-PICTOGRAMAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gonzalez-Miranda-Elena/publication/335986274_DISENO_DE_ICONOS_Y_PICTOGRAMAS/links/5d88f6ff299bf1996f98b2ba/DISENO-DE-ICONOS-Y-PICTOGRAMAS.pdf)
31. Chaves Yépez, S. S. (2021). *Autismo no verbal y el uso de sistemas alternativos y aumentativos de comunicación* [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. Repositorio de la Universidad Andina Simón Bolívar. Recuperado de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8347/1/T3642-MTDI-Chaves-Autismo.pdf>
32. Sorio Martín, A. M. (2017). *ARASAAC. Sistema aumentativo y alternativo de comunicación: Implantación de SAAC en el aula con niños autistas* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Zaragoza]. Universidad de Zaragoza.
33. Saladino, M., Marín Suelves, D., & San Martín, Á. (2019). *Aprendizaje mediado por tecnología en alumnado con TEA: Una revisión bibliográfica*. *Étic@net*, 19(1), 1–25. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v19i1.11858>

34. Terrazas Acedo, M., Sánchez Herrera, S., & Becerra Traver, M. T. (2016). Las TIC como herramienta de apoyo para personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA). *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 9(2), 102–136.
35. Autismo España. (2023, diciembre). *Soluciones digitales para personas con autismo*. Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030 / Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, NextGenerationEU. Recuperado de [https://autismo.org.es/wp-content/uploads/2023/12/2023\\_SolucionesDigitalesPersonasAutismo\\_AutismoEspana.pdf](https://autismo.org.es/wp-content/uploads/2023/12/2023_SolucionesDigitalesPersonasAutismo_AutismoEspana.pdf)
36. Fundación Orange. (s. f.). *Pictogram Room*. Recuperado el 4 de julio de 2025, de <https://fundacionorange.es/aplicaciones/pictogram-room/>
37. Región de Murcia, Consejería de Educación y Cultura. (2020, octubre). *Trastorno del espectro del autismo (TEA) – Grado 3 (DSM-5)* [PDF]. Equipo de Orientación Educativa y Psicopedagógica Específico de Autismo y otros Trastornos Graves del Desarrollo. Recuperado de <https://equipoautismomurcia.com/wp-content/uploads/2020/10/grado-3.pdf>
38. Teixeira, V., & Lai, M. (2021). O uso da robótica na intervenção com crianças com autismo em macau: um estudo exploratório com o milo. *Revista Portuguesa De Investigação Educacional*, (21), 1-26. <https://doi.org/10.34632/investigacaoeducacional.2021.10041>
39. Di Cara, M., La Fauci, M., Tresoldi, M., Caputo, M. R., Borzelli, D., Maggio, R., Campestre, C., Barbera, A., Piccolo, A., De Domenico, C., Di Blasi, M., Calabrò, R. S., Tripodi, E., Impallomeni, C., & Cucinotta, F. (2025). Enhancing Communication in Minimally Verbal Autistic Children: A Study on NAO-Assisted Therapy. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3735. <https://doi.org/10.3390/jcm14113735>
40. Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G. & Stefanov, D. (2014). Enhancement of the Communication Effectiveness of Interactive Robots for Autism Therapy by Using Touch and Colour Feedback. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 5(1), 000010247820140004. <https://doi.org/10.2478/pjbr-2014-0004>
41. Veronesi, C., Trimarco, B., Botticelli, N., Armani, G., Bentenuto, A., Fiorello, F., Picchiotti, G., & Sogos, C. (2023). Use of the PARO robot as a social mediator in a sample of children with neurodevelopmental disorders and typical development. *La Clinica terapeutica*, 174(2), 132–138. <https://doi.org/10.7417/CT.2023.2509>
42. Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa – ARASAAC. (s. f.). ARASAAC: *Sitio web oficial*. Gobierno de Aragón, de <https://arasaac.org/>
43. Olivera, S., Muralidhara, HB, Venkatesh, K. et al. Recubrimiento en plástico de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS): una revisión. *J Mater Sci* 51 , 3657–3674 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10853-015-9668-7>

44. Carpio, M. A. R. (2007). *Ingeniería de los materiales poliméricos*
45. Brydson, J. A. (1999). *Plastics materials*. Butterworth-Heinemann.
46. Billmeyer, F. W. (1984). *Textbook of Polymer Science*. John Wiley & Sons.
- 47.. Pichon, J., & Guichou, C. (2021). *Injection des matières plastiques*.
48. Marttila, E. (2012). *Material design and technology of cartonboard packaging* [Bachelor's thesis, Tampere University of Applied Sciences]. Tampere University of Applied Sciences.
49. Palmer, D. (2014). Understanding the effects of paint on plastics. *Plastics Technology*, 60(10), 56–58.  
<https://www.researchgate.net/publication/269693061>
50. Daniels, H. P. C. (1965). Ultrasonic welding. *Ultrasonics*, 3(4), 190–196.  
[https://doi.org/10.1016/0041-624X\(65\)90169-1](https://doi.org/10.1016/0041-624X(65)90169-1)
51. Greenberg, S., Carpendale, S., Marquardt, N., & Buxton, B. (2012). *Sketching User Experiences: The Workbook*. Elsevier.
52. Miguel Ángel (2006). *Título de la entrevista*. Revista 25 aniversario Autismo Valladolid.



## 11.2. PATENTES

52. Li Jing, O., (2019). Autistic children language communication training system, toy and device. (Patente n.º CN 208839045 U). Oficina de Propiedad Intelectual de China. Recuperado de

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DCN208839045U>

53. Universidad de Macedonia]. (2024). Robot and method for applications in the autism spectrum (Patente griega No. GR1010783B). Oficina de Patentes de Grecia.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/088695688/publication/GR1010783B?q=Robot%20AND%20method%20for%20applications%20on%20autism%20spectrum%20disorder>

54. Gettysburg College. (2023, 29 de agosto). *Cognitive aid device and method for assisting* (Patente No. US 11741851 B2). USPTO.de Espacenet /

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/071728991/publication/US11741851B2?q=Cognitive%20aid%20device>

55. Univ. Sevilla (2023, 3 de marzo) Adaptive robot for the generation and follow-up of user routines (Patente española No ES202231456U ) Oficina Española de Patentes y Marcas

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/085410060/publication/ES1297902U?q=autism%20routine%20robot>

## 11.3. NORMATIVA

Unión Europea. (2009). *Directiva 2009/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2009, sobre la seguridad de los juguetes*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 170, 1–37. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0048>

Unión Europea. (2014). *Directiva 2014/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos radioeléctricos*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 153, 62–106. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0053>

Unión Europea. (2011). *Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 174, 88–110. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32011L0065>

Unión Europea. (2009). *Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 285, 10–35. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0125>

Unión Europea. (1994). *Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a envases y residuos de envases*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 365, 10–23. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A31994L0062>

Asociación Española de Normalización. (2021). *UNE-EN IEC 62115:2021/A11:2021. Juguetes eléctricos. Seguridad*. Asociación Española de Normalización (UNE). Disponible en AENORMás.

Asociación Española de Normalización. (2019). *UNE-EN 71-1:2015+A1:2019. Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas*. Asociación Española de Normalización (UNE). Disponible en AENORMás.

Asociación Española de Normalización. (2003). *UNE-CR 14311:2003. Envases y embalajes. Marcado y sistema de identificación del material*. Asociación Española de Normalización (UNE). Disponible en AENORMás..

## 11.4. IMÁGENES

Figura 1- Nílov, M. (2021). Photo of a boy covering his head with a blanket [Fotografía]. Pexels. <https://www.pexels.com/photo/photo-of-a-boy-covering-his-head-with-a-blanket-8654433/>

Figura 2 - JMG. (2024, 12 agosto). Johannes-Mathesius-Gesellschaft. <https://www.mathesius.org/>

Figura 3- BBC News. (2016, 21 enero). Donald Grey Triplett: The first boy diagnosed as autistic. <https://www.bbc.com/news/magazine-35350880>

Figura 4- Sheffer (2018, 18 de junio). Asperger's Children: The Origins of Autism in Nazi Vienna (reseña de libro). The New York Times. <https://www.nytimes.com/2018/06/18/books/review/aspergers-children-edith-sheffer.html>

Figura 5. Young, P., A vera M. y Enseñat V. (2023, 30 septiembre). Hans Asperger (1906-1980): el hombre detrás del epónimo. Revista Fronteras. [Fotografía]. Licencia CC BY-NC-ND. URL

Figura 6 - Gestión. (2023, 22 marzo). El alumnado con autismo continúa aumentando por décimo año consecutivo. Autismo España. <https://autismo.org.es/actualidad/noticias/el-alumnado-con-autismo-continua-aumentando-por-decimo-ano-consecutivo/>

Figura 7 - cottonbro studio. (2020). Niñas jugando en una mesa blanca [Fotografía]. Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/ninas-jugando-en-una-mesa-blanca-3662668/>

Figura 8- Teletón México. (2020, 2 de abril). Recomendaciones para padres de niños con autismo ante COVID-19 [Fotografía]. Teletón México.

<https://teleton.org/recomendaciones-para-padres-de-ninos-con-autismo-ante-covid-19/>

Figura 9- ARASAAC (Gobierno de Aragón). Sistema de pictogramas [Fotografía].  
Licencia CC BY-NC-SA. <https://www.tropicalestudio.com/proyectos/arasaac/>

Figura 10 Espacio Autismo. (2023, 29 de agosto). PICTOGRAMAS Y AUTISMO: Cómo y para qué utilizarlos [Imagen]. Espacio Autismo.  
<https://www.espacioautismo.com/pictogramas-autismo-pdf-imprimir/>

Figura 11 Ofertitas. (2020 o s.f.). Chollo Set Mi Estuche de Pictos con 402 pictogramas para trabajar dificultades en comunicación y aprendizaje por sólo 16,29 € [Imagen]. Ofertitas. <https://www.ofertitas.es/pictos-mi-estuche-chollo/351011/>

Figura 12: Piacquadio, A. (2017). Mujer en camiseta sin mangas gris mostrando angustia [Fotografía]. Pexels. <https://www.pexels.com/es-es/foto/mujer-en-camiseta-sin-mangas-gris-mostrando-angustia-3812745/>

Figura 13. Endeavor Hub. (s.f.). Design Thinking: la importancia de emprender desde las necesidades del usuario [Imagen]. Endeavor Hub. <https://endeavor-hub.com/hub-article-design-thinking-la-importancia-emprender-desde-las-necesidades-del-usuario/>

Figura 14. El Puzzle Azul. (s.f.). \*Cómo hacer una habitación sensorial en casa\* [Imagen]. El Puzzle Azul. Licencia CC BY-NC-ND 4.0.  
<https://elpuzzleazul.home.blog/como-hacer-una-habitacion-sensorial-en-casa/>

Figura 18. Assistive cards\*Logo de Leeloo AAC – Autism Speech App\* [Logotipo]. Google Play.  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.dreamoriented.leeloo>

Figura 19. Tecnoaccesible. (s.f.). \*Picaa\* [Fotografía]. Tecnoaccesible.  
<https://tecnoaccesible.net/catalogo/picaa>

Figura 20. Fundación Orange. (s.f.). \*Pictogram Room\* [Fotografía]. Fundación Orange. <https://fundacionorange.es/aplicaciones/pictogram-room/>

Figura 21. martagamez. (2020, 11 de noviembre). Sígueme, una app para potenciar la atención visual en personas con autismo. Blog de Orange.  
<https://blog.orange.es/responsabilidad-social-corporativa/app-sigueme-autismo/>

Figura 22. Pérez, A. (2023, 17 de julio). Unfear, la aplicación de Samsung que pone la tecnología al servicio de las personas con autismo. MarketingDirecto.  
<https://www.marketingdirecto.com/especiales/reportajes-a-fondo/unfear-aplicacion-samsung-autismo>

Figura 23. Robot NAO, un compañero de viaje. (s. f.). Tecnología Esment., de <https://tecnologia.esment.org/robot-nao-un-companero-de-viaje/>

Figura 24. Paro robot perro de mar. (s. f.). Robots.nu. Recuperado el 10 de septiembre de 2025, de <https://robots.nu/es/robot/paro>

Figura 25. Hill, R. (2016, 29 de septiembre). Meet Milo: The Robot Who Helps Kids Learn. ParentMap. Recuperado el 10 de septiembre de 2025, de <https://www.parentmap.com/article/stream-robotics-autism-special-needs/>

Figura 58 Arduino. (2023, 23 de agosto). \*Arduino Mega 2560 Rev 3 (frontal)\* [Imagen]. Wikimedia Commons. Licencia CC BY-SA 4.0. Recuperado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino\\_MEGA2560.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino_MEGA2560.png) /

Figura 59 adlerweb. (2019, 7 de abril). \*Li-Ion/Li-Po Single Cell Charging Module with protection\* [Clipart]. Openclipart. Recuperado de <https://openclipart.org/detail/318063/liionlipo-single-cell-charging-module-with-protection>

Figura 60: Asim18. (2008, 28 de septiembre). \*Micro SD card (Nokia)\* [Fotografía]. Wikimedia Commons. Licencia CC BY 3.0. Recuperado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Micro\\_SD\\_card\\_%28Nokia%29\\_%282%29.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Micro_SD_card_%28Nokia%29_%282%29.jpg)

Figura 61. Leantec. \*Módulo lector de tarjetas MicroSD con adaptador de nivel (SPI)\* [Imagen]. Leantec. <https://leantec.es/tienda/micro-sd-modulo-lector-tarjeta-micro-sd-card-arduino/>

Figura 62. Quartz Components. \*PAM8043 Digital Audio Amplifier Module\* [Imagen]. Quartz Components. <https://quartzcomponents.com/products/pam8043-digital-audio-amplifier-module>

Figura 63. Llamas, L. (s.f.). \*Sensor táctil capacitivo\* [Imagen]. Arduino para 4.º de ESO. Licencia CC BY-NC-SA 4.0. Recuperado de [https://angelmicelti.github.io/4ESO/ARD/sensor\\_tctil\\_capacitivo.html](https://angelmicelti.github.io/4ESO/ARD/sensor_tctil_capacitivo.html)

Figura 64. OpenClipart. (2020, 4 de noviembre). \*Bluetooth module (HC-05)\* [SVG/Imagen]. FreeSVG. Recuperado de <https://freesvg.org/1554744332>

Figura 65. OpenClipart. (2019, 16 de noviembre). \*1000  $\mu$ F Electrolytic Capacitor\* [SVG/Imagen]. FreeSVG. Recuperado de <https://freesvg.org/1000uf-electrolytic-capacitor>

Figura 66. Roboflow. (s.f.). \*Capacitors dataset – Ziad Hany Qonhr\* [Imagen]. Roboflow. <https://universe.roboflow.com/ziad-hany-qonhr/capacitors-nokkg-wutf2>

Figura 67. Haragayato. (2006, 23 de abril). \*Fuse.jpg\* [Fotografía]. Wikimedia Commons. Licencia CC BY-SA 3.0. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fuse.jpg>

Figura 81. Informática para Educación Especial. (2015, noviembre). \*Rutinas para el cepillado de los dientes\* [Imagen]. Informática para Educación Especial. Recuperado de <https://informaticaparaeducacionespecial.blogspot.com/2015/11/rutinas-para-el-cepillado-de-los.html>

Figura 82. Journal of Materials Science. (2015). \*Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review\* [Figura 2]. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10853-015-9668-7>

Figura 83. Shiraz Plastic. (2024). Unlock the full potential of ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) plastic with Shiraz Plastic's advanced guide. Dive deeper into the properties, applications, and innovative uses of ABS in today's industry [Imagen]. Shiraz Plastic. <https://www.shirazplastic.co.uk/resources>

Figura 84. Decathlon / Innovagoods. \*Juguete Aspersor Rociador de Agua

Innovagoods ABS\* [Imagen]. Decathlon.

[https://www.decathlon.es/es/p/mp/innovagoods/juguete-aspersor-rociador-de-agua-innovagoods-abs/\\_/R-p-8c09924b-d1f9-40d0-a777-1740a691a291](https://www.decathlon.es/es/p/mp/innovagoods/juguete-aspersor-rociador-de-agua-innovagoods-abs/_/R-p-8c09924b-d1f9-40d0-a777-1740a691a291)

Figura 85. Remilawal. (2016, 10 de octubre). \*Polycarbonate\_structure.gif\*

[Imagen]. Wikimedia Commons. Licencia CC BY-SA 4.0. Recuperado de

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polycarbonate\\_structure.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polycarbonate_structure.gif)

Figura 86. Falconsoft (pixabay.com) \*Polycarbonate Construction Layers Free Photo

\* [Fotografía/Imagen]. Needpix. Recuperado de

<https://www.needpix.com/photo/385335/polycarbonate-construction-layers-polygal-the-mine-colors-plastic-free-pictures>

Figura 87. Patapum. (s.f.). \*Animales caucho natural Moulin Roty\* [Imagen].

Patapum. Recuperado de [https://patapum.es/tienda/juguetes/primeros-](https://patapum.es/tienda/juguetes/primeros-juguetes/animales-caucho-natural-moulin-roty/)

[juguetes/animales-caucho-natural-moulin-roty/](https://patapum.es/tienda/juguetes/animales-caucho-natural-moulin-roty/)

Figura 88. PD. (2019, 22 de enero). \*Papel, negocios, Educación, Biblioteca,

Oficina\* [Fotografía]. Pixnio. Licencia CC0. Recuperado de

<https://pixnio.com/es/objetos/papel-negocios-educacion-biblioteca-oficina-tecnologia-escuela-pagina>

Figura 89. Gran loco. (2006, 16 de junio). \*Unidad de inyección de inyectora2.png\*

[Imagen]. Wikimedia Commons. Licencia CC BY-SA 3.0. Recuperado de

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unidad\\_de\\_inyeccion\\_de\\_inyectora2.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unidad_de_inyeccion_de_inyectora2.png)

Figura 90. Magical Sculptures. \*Spray Paint: It's important to consider the surface\*

[Imagen]. Magical Sculptures. Recuperado de

<https://magicalsculptures.com/spray-paint-its-important-to-consider-the-surface/>