



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades  
especiales

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTOR/A: Honrubia Romay, Andrea

Tutor/a: Ciscar Cuña, Javier

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mi tutor, Javier Císcar, por guiarme en este proyecto, ayudándome a conseguir mi meta. Por resolver las dudas que han ido surgiendo y por aconsejarme.

A mis padres y hermana, por estar ahí siempre, apoyándome en todo momento y empujándome a conseguir siempre lo mejor de mí.

A mi abuela Asunción, por ser el pilar más importante de mi vida. Por celebrar mis victorias como tuyas y levantarme antes incluso de que caiga. Y por ser mi guía, mostrándome el camino día a día para ser mejor.

A mi pareja, por creer en mí en momentos en que ni yo lo hacía, y por motivarme a luchar por mis sueños y metas, acompañándome siempre en el camino.

Al CAT Cavall Bernat, por introducirme en el maravilloso mundo del TEA, y permitirme crear un nuevo objeto con el que los pequeños con TEA sigan mejorando.

Y por último a la UPV y a la ETSID, por poner a mi disposición todo el conocimiento y el material necesario para haber llegado hasta aquí.

## Tabla de contenido

Tabla de ilustraciones .....	4
Índice de tablas.....	5
1. MEMORIA.....	6
1.1. Objeto.....	7
1.2. Antecedentes .....	7
1.3. Factores a considerar .....	14
1.3.1. Condiciones de encargo.....	14
1.3.2. Normas.....	14
1.4. Planteamiento de soluciones alternativas.....	15
1.5. Criterios de selección.....	18
1.5.1. Suma ponderada .....	20
1.5.2. Conclusiones .....	22
1.6. Justificación de la solución adoptada .....	22
1.7. Descripción detallada de la solución adoptada .....	25
1.7.1. Componentes comerciales.....	25
1.7.2. Componentes diseñados.....	26
1.8. Pruebas de uso en terapias.....	30
1.9. Anexo I. Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030. ....	32
1.10. Anexo II. Manual de usuario. ....	35
2. PLANOS.....	39
2.1. Plano de explosionado de un piano rediseñado para terapias de niños TEA.....	40
2.2. Plano de explosionado de la caja .....	41
2.3. Plano de explosionado del soporte de la caja.....	42
2.4. Plano de la base de la caja .....	43
2.5. Plano del lateral de la caja .....	44
2.6. Plano del frontal de la caja.....	45
2.7. Plano de la tapa de la caja .....	46
2.8. Plano del centrador .....	47
2.9. Plano del puente .....	48
3. PLIEGO DE CONDICIONES .....	49
3.1. Objeto.....	50
3.2. Normativa .....	50
3.3. Condiciones técnicas .....	51

3.3.1.	Características técnicas de los materiales, características y condiciones del suministro.....	51
3.3.1.1.	Piezas comerciales .....	51
3.3.1.2.	Materia prima .....	52
3.3.2.	Condiciones técnicas de la fabricación y montaje.....	59
3.3.2.1.	Procesos de fabricación .....	59
3.3.2.2.	Fabricación y montaje por piezas .....	63
3.4.	Pruebas y ajustes finales de fabricación .....	66
4.	PRESUPUESTO .....	69
4.1.	Tabla de referencia.....	70
4.2.	Componentes comerciales.....	71
4.3.	Piezas diseñadas.....	74
4.4.	Montaje final.....	80
4.5.	Tabla resumen.....	81
4.6.	Anexo I. Datos del presupuesto .....	82
	Referencias.....	84

## Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1 Lámpara fibras ópticas 9,90€. HopToys</i>	12
<i>Ilustración 2 Sonajero lluvia de bolitas 5,90€. HopToys</i>	12
<i>Ilustración 3 Juego de motricidad de la boca 29,90€. (HopToys, s.f.)</i>	13
<i>Ilustración 4 Marionetas de las emociones 46,90€. (HopToys, s.f.)</i>	13
<i>Ilustración 5 Juego de las abejas. Elaboración propia</i>	13
<i>Ilustración 6 Pescar bloques. Elaboración propia</i>	13
<i>Ilustración 7 Tapas y planetas. Elaboración propia</i>	13
<i>Ilustración 8 Libros de Pocoyó. Elaboración propia</i>	13
<i>Ilustración 9 Piano infantil (Amazon, s.f.)</i>	15
<i>Ilustración 10 Andador y mesa de actividades (Amazon, s.f.)</i>	16
<i>Ilustración 11 Teléfono infantil (Amazon, s.f.)</i>	17
<i>Ilustración 12 Granja musical (Amazon, s.f.)</i>	17
<i>Ilustración 13 Caja Registradora (Amazon, s.f.)</i>	18
<i>Ilustración 14 Render de la solución propuesta. Elaboración propia</i>	22
<i>Ilustración 15 Render soporte caja. Elaboración propia.</i>	23
<i>Ilustración 16 Render conjunto caja. Elaboración propia.</i>	23
<i>Ilustración 17 Piano de juguete. (Amazon, s.f.)</i>	25
<i>Ilustración 18 Imanes Ø8mm (Superimanes, s.f.)</i>	25
<i>Ilustración 19 Tabla DIN-7349 (Entaban, s.f.)</i>	26
<i>Ilustración 20 Arandela plana DIN-7349 (Entaban, s.f.)</i>	27
<i>Ilustración 21 Artillery Sidewinder X1 (Artillery3D, s.f.)</i>	29
<i>Ilustración 22 Filamento (Leroy Merlin, s.f.)</i>	29
<i>Ilustración 23 Prueba en niño con TEA. Inicio. (Elaboración propia)</i>	30
<i>Ilustración 24 Prueba en niño con TEA. En proceso. (Elaboración propia)</i>	31
<i>Ilustración 25 Render del producto. (Elaboración propia)</i>	50
<i>Ilustración 26 Piano de juguete. (Amazon, s.f.)</i>	51
<i>Ilustración 27 Imanes Ø8mm (Superimanes, s.f.)</i>	51
<i>Ilustración 28 Arandela plana DIN-7349 (Entaban, s.f.)</i>	52
<i>Ilustración 29: Marca de reciclaje de plásticos. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	55
<i>Ilustración 30 Captura de la web planchas de plástico. (Planchasdeplastico.es, s.f.)</i>	55
<i>Ilustración 31 Piezas de PLA hechas por Impresión 3D. Elaboración propia.</i>	56
<i>Ilustración 32: Marca de reciclaje del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	58
<i>Ilustración 33: Captura de la página web del Leroy Merlin. (Leroy Merlin, s.f.)</i>	59
<i>Ilustración 34 Geometría del proceso de corte. (Bachs, Cuesta, &amp; Careles, 1988)</i>	60
<i>Ilustración 35: Curva de velocidad frente a espesor para el metacrilato. (Bachs, Cuesta, &amp; Careles, 1988)</i>	60
<i>Ilustración 36: Corte de metacrilato con láser. (Tomas y Saez, 2021)</i>	61
<i>Ilustración 37 Ajustes de impresión. Calidad y paredes. Elaboración propia</i>	63
<i>Ilustración 38 Ajustes de impresión. Capas, relleno y material. Elaboración propia.</i>	64
<i>Ilustración 39 Ajustes de impresión. Velocidad y desplazamiento. Elaboración propia.</i>	64
<i>Ilustración 40 Captura de la simulación de impresión en Cura. Elaboración propia.</i>	65
<i>Ilustración 41 Captura de Cura. Sección de la impresión 3D del puente. Elaboración propia</i>	65
<i>Ilustración 42 Captura de Cura. Impresión 3D de Centraores. Elaboración propia.</i>	66
<i>Ilustración 43 Resultado final rediseño piano. (Elaboración propia)</i>	67
<i>Ilustración 44 Detalle caja y puente. (Elaboración propia)</i>	67
<i>Ilustración 45 Detalle montaje caja sobre puente. (Elaboración propia)</i>	68
<i>Ilustración 46 Cajas con objetos en su interior sobre el piano. (Elaboración propia)</i>	68
<i>Ilustración 47: Resultados de la calculadora de impresión 3D para el centrador. (Prusa 3D, s.f.)</i>	82
<i>Ilustración 48 Resultados de la calculadora de impresión 3D para el puente. (Prusa 3D, s.f.)</i>	83

## Índice de tablas

<i>Tabla 1 Relación atributos-variables (Elaboración propia)</i>	19
<i>Tabla 2 Relación Importancia-Escala de Saaty. (Elaboración propia)</i>	19
<i>Tabla 3: Matriz. (Elaboración propia)</i>	19
<i>Tabla 4: Matriz a la cuarta. (Elaboración propia)</i>	20
<i>Tabla 5: Vector de ponderaciones. (Elaboración propia)</i>	20
<i>Tabla 6 Puntuaciones propuesta 1. (Elaboración propia)</i>	20
<i>Tabla 7 Puntuaciones propuesta 2. (Elaboración propia)</i>	21
<i>Tabla 8 Puntuaciones propuesta 3. (Elaboración propia)</i>	21
<i>Tabla 9 Puntuaciones propuesta 4. (Elaboración propia)</i>	21
<i>Tabla 10 Puntuaciones propuesta 5. (Elaboración propia)</i>	22
<i>Tabla 11 Clasificación final. (Elaboración propia)</i>	22
<i>Tabla 12 Relación del TFG con los ODS. (Elaboración propia)</i>	33
<i>Tabla 13 Propiedades generales del metacrilato (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	52
<i>Tabla 14 Propiedades mecánicas del metacrilato (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	53
<i>Tabla 15 Propiedades térmicas del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	53
<i>Tabla 16 Propiedades eléctricas del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	53
<i>Tabla 17 Propiedades ópticas del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	53
<i>Tabla 18 Procesabilidad del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	53
<i>Tabla 19 Durabilidad del metacrilato: Agua y disoluciones acuosas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	54
<i>Tabla 20 Durabilidad del metacrilato: Alcohol, aldehídos y cetonas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	54
<i>Tabla 21 Producción de materia prima (metacrilato): CO<sub>2</sub>, energía y agua. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	54
<i>Tabla 22 Procesado del metacrilato: energía. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	54
<i>Tabla 23 Procesado de metacrilato: huella de CO<sub>2</sub>. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	54
<i>Tabla 24 Reciclado del metacrilato: energía, CO<sub>2</sub> y fracción reciclable. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	55
<i>Tabla 25 Propiedades generales del PLA (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	56
<i>Tabla 26 Propiedades mecánicas del PLA (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	56
<i>Tabla 27 Propiedades térmicas del PLA (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	57
<i>Tabla 28 Propiedades eléctricas del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	57
<i>Tabla 29 Propiedades ópticas del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	57
<i>Tabla 30 Procesabilidad del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	57
<i>Tabla 31 Durabilidad del PLA: agua y disoluciones acuosas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	57
<i>Tabla 32 Producción de materia prima (PLA): CO<sub>2</sub>, energía y agua (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	57
<i>Tabla 33 Procesado del PLA: energía. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	58
<i>Tabla 34 Procesado del PLA: Huella de CO<sub>2</sub>. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	58
<i>Tabla 35 Reciclado del PLA: energía, CO<sub>2</sub> y fracción reciclable. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)</i>	58
<i>Tabla 36 Resumen presupuesto. (Elaboración propia).</i>	81

# 1. MEMORIA

## 1.1. Objeto

La presente memoria tiene como objetivo exponer el proceso de elección, rediseño y fabricación de un juguete infantil para que sea así válido en terapias sensoriales y del lenguaje de niños con trastorno del espectro autista.

Dado el incremento de casos de niños con TEA y el avance de las terapias para conseguir así mayor calidad de vida, se ha tomado como objetivo la búsqueda de una nueva herramienta con la que, mediante el juego, los y las terapeutas puedan ayudar a estos infantes.

## 1.2. Antecedentes

Para la realización de este trabajo se parte de la entrevista con la directora del Centro de Atención Temprana Cavall Bernat, Sandra Pla, situado en Llaurí. De la entrevista inicial se concluyó que debido a la alta incidencia de Trastorno del Espectro Autista en los niños que requerían terapias en este centro, se iba a trabajar en este ámbito. Para ello primero se va a estudiar qué es el TEA y que necesidades pueden tener y como se puede ayudar a la gente con este trastorno.

### Trastorno del Espectro Autista (TEA)

Según la Organización Mundial de la Salud “El trastorno del espectro autista constituye un grupo de afecciones diversas relacionadas con el desarrollo del cerebro”. Estas afecciones se centran en alteraciones en el desarrollo de algunas funciones del Sistema Nervioso Central y se presentan como dificultades en áreas como la social, la comunicativa y la cognitiva. Afecta tanto a niños como adultos. (OMS, 2023)

Actualmente no hay cura para el TEA, pero la intervención temprana ayuda a mejorar la calidad de vida y a paliar los síntomas de aquellos que sufren el trastorno.

El Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales editado por la asociación Estadounidense de Psiquiatría, el DSM-5, trata el TEA como un trastorno que engloba el trastorno Autista, el síndrome de Asperger, el trastorno desintegrativo infantil y el trastorno generalizado del desarrollo no especificado, todos estos en la versión anterior del manual, la DSM-IV, estaban categorizados como subtipos, y no tratados como un único trastorno. (American Psychological Association APA, 2013)

La OMS estima que 1 de cada 100 niños y niñas tiene TEA, aunque existen diversos estudios que indican diferentes incidencias. Por ejemplo, Rebecca Downey indica en su artículo que la incidencia es de 1 de cada 66 niños y niñas, siendo cuatro veces más común en niños que en niñas. (Downey & K Rapport, 2012)

Se habla de un aumento en los casos de TEA en los últimos años, teniendo los expertos diferentes explicaciones como, por ejemplo, una mayor concienciación, el incremento de criterios diagnósticos y la mejora de las herramientas diagnósticas. También se han identificado diferentes genes de riesgo de autismo.

El Hospital Clínic de Barcelona comenta en un artículo publicado en su página web, los factores de riesgo del TEA. Por un lado, los factores genéticos en los que el riesgo de tener un niño con TEA aumenta si tiene un familiar con el trastorno. Además, si un niño tiene TEA hay en torno al 20% de posibilidades de que su hermano también lo tenga. Siendo aproximadamente del 60% en caso de que sean gemelos. Otros factores pueden ser la edad de los padres en el momento de la concepción (ya que la carga genética es peor) y la prematuridad extrema, entre otros. (Bretones Rodríguez & Calvo Escalona, 2018)



## Síntomas y diagnóstico

Los síntomas son dificultad en la comunicación verbal y no verbal, limitaciones para la interacción social, patrones de comportamientos rígidos y repetitivos y desorden sensorial. Estos síntomas comportan problemas de carácter social, comunicativo y de la conducta.

Según el DSM-5 los pacientes con TEA se pueden clasificar en tres grados según el nivel de afectación y funcionalidad. Estos grados van del 3 al 1, siendo el 3 el más grave, y varían según la dependencia de la persona que sufre el trastorno. (American Psychological Association APA, 2013)

- Grado 3 → Necesita ayuda muy notable en la mayoría de los ámbitos de su vida. Requiere atención la mayoría de las horas del día para realizar prácticamente cualquier actividad.
- Grado 2 → Necesita ayuda notable en muchos de los ámbitos de su vida. Requiere atención durante bastantes horas para realizar bastantes actividades, aunque es menos dependiente que un paciente de grado 3.
- Grado 1 → Es el grado más difícil de diagnosticar, ya que es el más leve. Necesita ayuda en algunas actividades, pero por norma general es bastante independiente.

En cuanto al diagnóstico encontramos diferentes guías y exámenes, aunque no haya un único y verdadero examen o prueba médica para este diagnóstico. Por ejemplo, la guía de prácticas clínicas NZ (Ministries of Health and Education, 2016), divide a los niños en tres grupos de edad, en los que remarca diferentes hitos del desarrollo a tener en cuenta. Si el niño no cumpliera alguno o varios de estos hitos se consideraría que se debe monitorear y vigilar más de cerca, ya que existe una posibilidad de que sufra este trastorno.

El primer grupo de edad son los niños de 1 a 3 años y contempla principalmente los retrasos en el lenguaje y los problemas de comportamiento.

El segundo grupo de edad son los niños de 4 a 8 años y en este se centran en la dificultad social, en los intereses y comportamientos y de nuevo en el lenguaje.

Por último, los mayores de 8 años, en los cuales se tiene en cuenta los problemas emocionales, de comportamiento y las dificultades en el rendimiento escolar.

## Desorden de modulación sensorial

Los pacientes de TEA sufren también de desórdenes sensoriales. Uno de los conceptos más aceptados es el planteado en el libro *Concept evolution in sensory integration: a proposed nosology for diagnosis* (Miller, Anzalone, Lane, Cermak, & Osten, 2007), donde se habla de tres tipos de desórdenes:

- **Hiperreactividad sensorial.**

Niños que responden a las sensaciones o estímulos de forma ágil y rápida, tanto con un nivel elevado de intensidad o durante largos periodos de tiempo. También pueden responder de forma pasiva llevándolos al aislamiento o a evitar diferentes sensaciones.

- **Hiporreactividad sensorial**

Aparentan no detectar los estímulos, la información sensorial que los rodean. Pueden parecer niños desmotivados y apáticos. Esto hace que pierdan muchas de las oportunidades de interacción con el resto.

- **Búsqueda sensorial**

Son niños que necesitan estímulos intensos constantemente. Necesitan tocar objetos, ruidos altos, realizar movimientos bruscos...

Los problemas con la percepción sensorial no son únicamente reflejados en el comportamiento. Muchos de los niños tienen dificultades para comer ya que tienen un repertorio muy limitado de alimentos debido a la aversión que sufren por las texturas o sabores.

Además, existen diversos estudios que consideran que existe una asociación directa entre el comportamiento atípico sensorial y el nivel de severidad del autismo. A mayor nivel de disfunción sensorial, mayor grado de autismo.

Según la guía sobre integración sensorial y el autismo de Tayza Eltoro (Eltoro, 2016), terapeuta ocupacional, se pueden clasificar según el sentido que sea y en hipersensibilidad o hiposensibilidad. Además, recalca que un niño puede tener algunos rasgos hipersensibles y otros hiposensibles, además de variar según la situación.

### Tacto

A los que sufren de hipersensibilidad sufren rechazo a las caricias, las texturas, la ropa... En cambio, aquellos con hiposensibilidad van cómodos con prendas ajustadas, disfrutan los golpes y tienden a golpearse a sí mismos, tienen un umbral del dolor alto. (Eltoro, 2016)

### Oído

Los hipersensibles se asustan con ruidos fuertes, no soportan los espacios donde hay mucha gente o mucho ruido, se intentan calmar con ruidos propios, suelen necesitar orejeras con cancelación de sonido ya que, si no suelen sufrir de irritación, además de que les imposibilita la concentración. En cambio, los hiposensibles buscan fuentes de sonido para poder estimularse, no toleran el silencio. (Eltoro, 2016)

### Vista

Los niños hipersensibles no toleran las luces fuertes, evitan mirar al frente ya que les satura, suelen taparse los ojos, y suelen llevar gafas de sol ya que atenúa colores y luces. Por lo contrario, a aquellos que son hiposensibles les encantan los juguetes con luces y movimientos y tienden a observar fijamente a los objetos o personas que lo rodean. (Eltoro, 2016)

### Gusto

Aquellos con hipersensibilidad no les gusta mezclar alimentos, no toleran lavarse los dientes, ingieren poca variedad de alimentos, prefieren comidas suaves e incluso insípidas, además de que tienen dificultad para probar y tolerar nuevos alimentos. Los hiposensibles prefieren alimentos crujientes y con mucho sabor, además tienden a mantenerlo durante bastante tiempo en la boca antes de tragar, también suelen explorar cualquier objeto con la boca. (Eltoro, 2016)

### Olfato

La hipersensibilidad en el olfato se caracteriza por la facilidad para detectar olores y el rechazo hacia objetos, productos, espacios o personas que desprendan olores fuertes. Por lo (Eltoro, 2016) contrario, los hiposensibles disfrutan con olores fuertes como ambientadores o perfumes.

Si hay algo en lo que la mayoría de los expertos en el Trastorno del Espectro Autista coinciden es la necesidad de terapia desde que los pacientes son pequeños, principalmente terapia conductual, del lenguaje y

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

sensorial, ya que, aunque el TEA hoy en día no tenga cura, si existe una clara mejoría gracias a las diferentes terapias.

## El trastorno del espectro autista desde el punto de vista de los profesionales

En este apartado se va a hacer un comentario sobre los diferentes puntos de vista de dos profesionales que han sido entrevistadas. Cada una tiene una función diferente en la vida del niño, además de tratarlos en ámbitos y edades diferentes.

### Centro de Atención Temprana Cavall Bernat – Sandra Pla

Sandra Pla es psicóloga en el Centro de Atención Temprana Cavall Bernat de Llaurí desde hace 5 años y anteriormente trabajaba por cuenta propia. Debido a esto último, se dio cuenta del auge de casos de autismo, lo que la llevó a estudiar un Máster en Autismo, con lo que accedió al centro. Actualmente trata a niños entre 0 y 3 años principalmente, que sufren diferentes trastornos o incluso que tienen riesgo de sufrirlo, como por ejemplo niños prematuros o niños con dificultades motrices, sociales, en el área del lenguaje, etc.

En estos centros los niños llegan en su mayoría sin un diagnóstico, derivados por un pediatra, y su trabajo es valorar los problemas y necesidades que el pequeño tiene, crear unos objetivos e ir tratando de cumplirlos, siempre acompañando y acompañados de la familia. Los neuropediatras o USMIA, con la ayuda de los CAT, que valoran a los niños diariamente, son los encargados de concretar un diagnóstico.

Destaca lo diversos que son los niños con TEA, que no se puede prototipar a un niño con autismo, debido a que estas características son muy diversas de unos a otros. El TEA de las películas son niños que no se dejan tocar, muy dispersos, que dan vueltas sobre ellos mismos, que no muestran afecto... Pero la realidad es que cada niño es de una forma. Existen ciertos perfiles, como perfeccionistas, inquietos o con dificultades sensoriales, pero aun así no hay dos niños con las mismas características.

También destaca que, por norma general, gracias a las terapias muchos niños al salir del CAT han mejorado en cuanto a su nivel de TEA. Muchos de nivel 3 pasan a ser nivel 2, y otros muchos de nivel 2 pasan a ser nivel 1.

Comenta también los problemas a nivel motor de los pequeños con TEA, ya que muchos tienen dificultad para la coordinación y otros muchos sufren hipotonía.

El problema principal de los niños con TEA de cara a su propia autonomía es la estructuración del ambiente. Los ruidos, las luces, el exceso de objetos a su alrededor, los incapacita, ya que les impide concentrarse debido a que no están a gusto.

Recalca como opinión propia que hay un aumento de casos, ya no porque haya mejorado el diagnóstico, sino que principalmente por el aumento de edad a la que se es padre, el aumento en el consumo de drogas y el estrés de vida, tanto durante el embarazo como desde bebés.

Por un lado, las terapias del lenguaje y estructuración del día en el CAT se hacen con el uso de pictogramas, imágenes, dibujos, además de con el uso de herramientas para Tablet. Por otro lado, encontramos las terapias para tratar la sensibilidad. De estas se encarga la terapeuta ocupacional, que a partir de una prueba llamada Sensory Profile crea una dieta sensorial para conseguir el estado necesitado por el niño con TEA. Además, la mayoría de los niños tratados en el CAT también hacen terapias en centros privados.

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

Los juguetes utilizados por los niños en el CAT no son exclusivamente adaptados. Hay libros hechos por ellos, juegos adaptados como se puede ver en el siguiente apartado, juguetes comprados como sonajeros, llaves, etc.

Por último, hablando de este TFG, Sandra destacó que, igual que los niños con TEA son tan diferentes unos de otros, que sería muy interesante que el juguete en sí sea muy versátil, y a ser posible que no sirva únicamente para el tema sensorial. Cree interesante buscar la forma de que sea útil a nivel sensorial y a nivel del lenguaje.

### INSTITUTO CONCERTADO EN ALCÀSSER -Sara Muñoz Abella

Sara Muñoz es una psicopedagoga graduada en 2020 por la Universidad de Valencia y posteriormente estudió el máster en Psicopedagogía. Ha trabajado en un gabinete, tratando con niños con diversas necesidades especiales y actualmente está trabajando en un instituto en Alcàsser tratando con niños de entre 11 y 14 años con un diagnóstico ya existente.

Comentó que para hacer las pruebas diagnósticas hace falta una certificación específica. Además, comentó que las pruebas se hacen a base de ítems que cumple o no el niño en cuestión, y una serie de entrevistas con familiares e incluso profesores que traten con el pequeño. Una vez la prueba diagnóstica arroje un resultado positivo, el profesional derivará al niño al neuropediatra, que será el encargado de hacer el diagnóstico final.

Destaca la imposibilidad de encasillar a los niños con unos síntomas o comportamientos, ya que tienen comportamientos muy variados y con grados muy diferentes. Aun así, destaca los comportamientos obsesivos y controladores y los problemas con el lenguaje.

Destacó que las terapias realmente ayudan a que los pequeños con TEA puedan tener una vida independiente en un futuro. Les enseñan a cómo reaccionar, como pedir ayuda, como relacionarse, como enfrentarse a situaciones como la compra, ... Que además son terapias en las que aprenden principalmente el cómo hacerlo, pero realmente el aplicarlos para ellos es lo difícil y complicado. Que el comportamiento que tendrán a futuro es un comportamiento educado más que cambiado. Pero que para la mayoría el cambio que sufren tras las terapias es muy positivo.

Alguno de los comportamientos de sus pacientes son hablar muy rápido, incapacidad de trabajar en grupo, se golpeaban antes a sí mismos, ecolalia (repetir lo que dicen otros) y falta de empatía. Además, no saben expresarse, necesitan mucha antelación de cambios, no toleran los imprevistos, tienen muchas manías, no toleran demasiados alimentos y no toleran ruidos fuertes.

En los institutos no se hace terapia, las sesiones como tal se hacen dentro del aula, no individualizadas, no existe un horario de sesiones programadas, pero siempre están disponibles para hablar con el adolescente en caso de que se desregule o lo necesite.

Reafirma que hoy en día hay más casos debido a que hay más concienciación y debido a que los padres son más mayores, ya que la carga genética transmitida es de menor calidad.

Las terapias que hacía durante su periodo trabajando en el gabinete fueron mayormente centradas en el lenguaje y en el ámbito social. Puso de ejemplo un adolescente con el que trataba a través del juego simbólico diferentes situaciones cotidianas para que supiera cómo reaccionar a ellas como ir a comprar a una tienda o felicitar a un amigo o a través de imitaciones, para tratar la empatía.

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

Cree que la relación y la implicación de los padres es vital, y que las terapias no solo son con terapeutas, en casa también se tiene que trabajar.

También destacó la importancia del juego y del juguete como forma de terapia, ya que les atrae y es algo con lo que puedes trabajar muchísimos aspectos, y que puede ayudar a favorecer el desarrollo de distintas habilidades.

## Juguetes para niños con TEA

En este apartado se va a hablar de diferentes juguetes para niños con TEA, tanto comerciales como hechos a mano por los terapeutas, del uso que le dan y que trabajan los niños con ellos.

Los juguetes, tanto adaptados como no, sirven para potenciar diferentes áreas de su desarrollo de mil y una formas. Además, el juego se puede dividir en diferentes categorías siendo las más recomendadas para niños con autismo el juego simbólico, los juguetes sensoriales, juegos de destreza y juegos mentales.

Dentro de la categoría del juego simbólico se puede jugar a las familias, a los médicos, a las tiendas, etc. Pueden usarse juguetes como el maletín del doctor o muñecos, pero también se puede jugar única y exclusivamente con la imaginación. Con este juego se practica el lenguaje y además se pueden avanzar situaciones para que cuando las vivan no les creen inseguridades.

Con los juguetes sensoriales como lámparas de lava o palos de lluvia se busca llamar la atención, calmar, ayudar a que se centren en una única cosa. Además, en caso de que sean sensibles a estos, se busca que poco a poco toleren más.

Por último, como ya se ha dicho en el apartado anterior, los niños con autismo tienden a tener dificultades motoras, por lo que tienen necesidad en su mayoría de trabajar la coordinación mano-ojo. Con algunos juegos de mesa se puede trabajar esta habilidad.

Comercialmente encontramos diferentes páginas webs que venden juguetes adaptados para niños con diferentes discapacidades. Por ejemplo, encontramos la empresa HopToys, en cuya página web encontramos catalogados según necesidades los juguetes adaptados. Estas adaptaciones pueden ser por ejemplo los materiales utilizados o los sonidos que hacen. En el apartado específico para TEA encontramos juguetes para motivar la motricidad, tarjetas con pictogramas, campanas musicales, lámparas sensoriales...



Ilustración 1 Lámpara fibras ópticas 9,90€. HopToys



Ilustración 2 Sonajero lluvia de bolitas 5,90€. HopToys

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

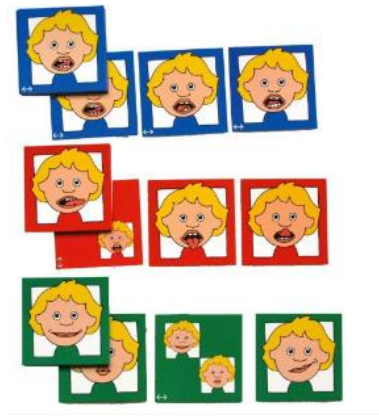


Ilustración 3 Juego de motricidad de la boca 29,90€. (HopToys, s.f.) Ilustración 4 Marionetas de las emociones 46,90€. (HopToys, s.f.)

También, como aporta Sandra, del CAT Cavall Bernat, los terapeutas crean la mayor parte de su material de forma manual, ya que se trabaja de forma muy individual. Por ejemplo, en el CAT de Llaurí se encuentran los siguientes juguetes. El juego de las abejas sirve para trabajar el agarre de pinza, además del orden y los números ya que han de colocar cada abeja en su lugar correspondiente. El juguete para pescar bloques trabaja la coordinación mano-ojo, además de los colores, las formas y las proporciones. El juego de las tapas y los planetas ayuda a trabajar el agarre además de las parejas, y por último, con los libros de Pocoyó, se trabaja principalmente el lenguaje, tanto palabras que designan acciones y objeto, como frases cortas.



Ilustración 5 Juego de las abejas. Elaboración propia

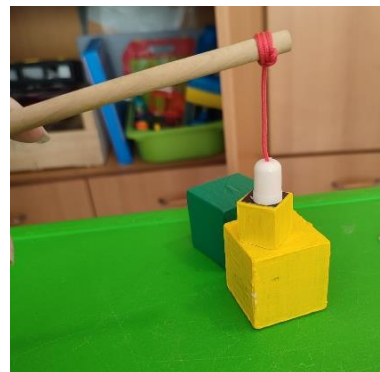


Ilustración 6 Pescar bloques. Elaboración propia



Ilustración 7 Tapas y planetas. Elaboración propia



Ilustración 8 Libros de Pocoyó. Elaboración propia

En conclusión, hoy en día existen miles de juguetes, tanto adaptados como no, para jugar y trabajar con niños con TEA. Aun así, y según las características que ha comentado Sandra, entrevistada en el apartado anterior, echa en falta un juguete para introducir de forma más pausada diferentes texturas, que llame la atención del pequeño. Este juguete debería tener luces y sonidos con la opción de apagarlos, además de tener

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

botones que puedan presionar y ejecuten ciertas acciones, además ha de ser fácil de limpiar ya que estará en contacto en algunos casos con sustancias pegajosas y densas. Tras la anterior investigación no se han encontrado juguetes que cumplan estos requisitos, por lo que se procede a rediseñar algún juguete ya existente para que cumpla así los requisitos.

## 1.3. Factores a considerar

### 1.3.1. Condiciones de encargo

Es necesario hacer el rediseño de un juguete para ayudar a introducir nuevas texturas a los niños con TEA. Además, se busca versatilidad.

#### 1ª Condición

- Debe tener sonido y la posibilidad de apagarlo.

#### 2ª Condición

- Debe promover, además, el uso del lenguaje.

#### 3ª Condición

- Debe ser sencillo de usar.

#### 4ª Condición

- Debe ser fácil de limpiar.

#### 5ª Condición

- Debe llamar la atención para tocar texturas que en otras situaciones no tocarían.

#### 6ª Condición

- Debe tener un precio económico en el mercado e incluso, a ser posible, poder fabricarlo en casa.

#### 7ª Condición

- Debe ayudar en el desarrollo motor del niño.

#### 8ª Condición

- Debe ser para niños que tengan entre 2 y 6 años.

### 1.3.2. Normas

En este apartado se va a mostrar la normativa que afecta a la fabricación de juguetes infantiles. Todas las normas y la legislación que aparece en este apartado siguen vigentes en todo el territorio español, siendo algunas únicamente nacionales y otras aplicando a toda la Unión Europea.

- **Real Decreto 1205/2011**, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes. (BOE, Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes., 2011)
- **Real Decreto 2330/1985**, de 6 de noviembre, por el que se aprueban las normas de seguridad de los juguetes, útiles de uso infantil y artículos de broma. (BOE, 1985)
- **UNE-EN 71-1:2015+A1:2019** Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas. (UNE, UNE-EN 71-2:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad., 2021)

- **UNE-EN 71-2:2021** Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad. (UNE, 2021)
- **UNE-EN 71-3:2020+A1:2021** Seguridad de los juguetes. Parte 3: Migración de ciertos elementos. (UNE, 2021)
- **UNE-EN IEC 62115:2021/A11:2021** Juguetes eléctricos. Seguridad. (UNE, 2021)
- **Decisión de la Comisión**, de 21 de abril de 2008, por la que se exige a los Estados miembros que garanticen que en los juguetes magnéticos introducidos en el mercado o comercializados figure una advertencia relativa a los riesgos que presentan para la salud y la seguridad [notificada con el número C (2008) 1484]. (BOE, 2008)

## 1.4. Planteamiento de soluciones alternativas

En este apartado se van a plantear diferentes opciones de juguetes para ver cuál es el mejor para ser rediseñado.

### 1º Propuesta – Piano de juguete



Ilustración 9 Piano infantil (Amazon, s.f.)

Esta primera propuesta es un piano infantil. Tiene 37 teclas blancas y negras con las que tocar las notas de la escala musical. El exterior es de color rosa, por lo que es un color llamativo para los niños. Además, incluye 10 demos de canciones, 4 tonos para sonar como diferentes instrumentos (piano, vibráfono, saxo y caja) y, por último, 4 ritmos base (Disco, Blues, Marcha y Vals).

El juguete es horizontal ya que se apoya la base del piano sobre cualquier superficie plana para su uso.

Necesita 3 pilas de tipo AA o cargar la batería incluida con un cable USB.

Como accesorio incluye un micrófono, con el que el niño puede hablar y cantar.

Las teclas están preparadas para las manos de los niños, siendo fáciles de pulsar.

Este tipo de juguetes musicales ayudan con la coordinación mano-ojo y la motricidad fina, además de ser un elemento muy utilizado en las sesiones de musicoterapia.

Se puede regular el volumen de salida del piano, pero no tiene luces.



Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

Según el fabricante es un juguete indicado para niños entre 2 y 10 años.

El precio en Amazon es de 26,99€.

## 2º propuesta – Andador infantil



*Ilustración 10 Andador y mesa de actividades (Amazon, s.f.)*

La segunda opción es un andador infantil o correpasillos, que tiene la opción de utilizarse como mesa. Tiene diferentes botones que emiten sonidos.

Según el vendedor el andador emite más de 100 sonidos entre los que podemos encontrar 5 notas musicales, ritmos y animales.

No se puede regular el sonido de salida, pero tiene diversas y llamativas luces.

Ayuda a los niños más pequeños a aprender algunos sonidos además de ayudarles a aprender a caminar.

Tiene dos posiciones, una de ellas el juguete tiene una inclinación y en la otra es horizontal.

Los botones tienen diferentes formas y algunos son más sencillos de pulsar que otros. No todos emiten sonidos.

Cuando se usa como mesa el tamaño de esta es reducido, quedando a unos 35cm del suelo.

Indicado según el fabricante para niños entre 6 meses y 3 años.

El precio en Amazon es de 64,99€.

### 3º propuesta – Teléfono infantil



Ilustración 11 Teléfono infantil (Amazon, s.f.)

La tercera propuesta es un teléfono infantil, el cual tiene 15 botones que emiten sonidos según sean pulsados. Estos botones son de reducido tamaño, de aproximadamente 1,5cm de diámetro.

No emite luz alguna, y tiene diferentes niveles de sonido, pero no la opción de apagarlo. El teléfono rojo no sirve como micrófono.

Estos botones no emiten ninguna palabra, únicamente sonidos como el timbre de un teléfono o el sonido que emiten algunos animales.

Los tres botones superiores ejecutan unas ruletas con dibujos de objetos al ser pulsados.

La base del teléfono se apoya en una superficie plana por norma general, por lo que es principalmente horizontal, pero al ser de reducido tamaño y peso, el niño puede ponerlo en cualquier posición.

El teléfono es de tamaño reducido, ya que mide 22x22x7,5cm.

Esta indicado según el fabricante para niños entre 6 meses y 3 años.

El precio en Amazon es de 17,01€.

### 4º propuesta – Granja musical



Ilustración 12 Granja musical (Amazon, s.f.)

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

Este juguete tiene 15 botones que emiten sonidos. Nueve de estos botones son animales como el pato, la vaca, el perro o el cerdo, y el sonido que emiten es el que hace cada animal.

Solo tiene opción de encendido y apagado, al encenderse emite sonidos y luces no regulables.

La granja tiene colores y formas vistosas y su tamaño es de 32x27x10cm y su peso es de 860g.

Este juguete es principalmente vertical, ya que la base que apoya en las superficies planas hace que los botones miren de frente al niño.

Esta indicado según el fabricante para niños entre 1 y 3 años.

Su precio es de 20,71€.

## 5º propuesta – Caja registradora



Ilustración 13 Caja Registradora (Amazon, s.f.)

Este juguete tiene 21 botones. Estos son de reducido tamaño, y con poco margen de apriete. Algunos de estos botones emiten sonidos como pitidos. También se emiten estos sonidos al utilizar el escáner. Hay otro botón que activa el micrófono, otro que sirve para apagar el juguete y otro para encenderlo. Además, el botón inferior abre la caja registradora para poder acceder a las monedas y billetes.

Ayuda al niño con el juego simbólico, aunque no tiene apenas sonidos ni luces.

Tiene algunos accesorios como leche, pescado, maíz, pollo... para poder jugar.

Según el vendedor está indicado para niños entre 3 y 5 años.

Sus medidas son 25x12x16cm y su peso de 508g.

Su precio es de 25,65€.

## 1.5. Criterios de selección

Teniendo en cuenta los requerimientos del diseño considerados en el apartado 3.2, los cuales hacen referencia al objeto una vez rediseñado, se va a hacer un listado con los atributos escogidos como variables para los criterios de selección.

ATRIBUTOS	VARIABLE
Regular sonido	C1
Lenguaje	C2
Forma botones	C3
Precio	C4
Estética llamativa	C5
Desarrollo motor	C6
Edad adecuada	C7

Tabla 1 Relación atributos-variables (Elaboración propia)

A continuación, se va a mostrar el funcionamiento de la técnica de Saaty. Esta escala utiliza valores impares comprendidos entre el 1 y el 9, para así definir la importancia de un criterio:

IMPORTANCIA	ESCALA DE SAATY
Muy débil	1
Débil	3
Moderada	5
Fuerte	7
Muy fuerte	9

Tabla 2 Relación Importancia-Escala de Saaty. (Elaboración propia)

Para la ponderación de estos criterios, se va a utilizar un método de asignación indirecta llamado eigenpesos por la cual se hace una matriz, comprobando por pares,  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ . En este método se utilizarán los valores de la escala de Saaty. Aparte se va a realizar la suma de todos los valores de la fila que corresponde a la variable S y también, la suma normalizada (Sn). Esta, se realiza dividiendo la suma de la fila correspondiente entre el sumatorio total de todas las filas. Posteriormente, ha de elevarse la matriz tantas veces como sea necesario hasta que esta converja.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	S	Sn
C1	1	5	3	5	1/3	5	1/9	19,44444	0,17236
C2	1/5	1	1/5	3	1/5	1/3	1/7	5,07619	0,04500
C3	1/3	5	1	3	5	3	1/5	17,53333	0,15542
C4	1/5	1/3	1/3	1	5	1/3	1/7	7,34286	0,06509
C5	3	5	1/5	1/5	1	3	1/7	12,54286	0,11118
C6	1/5	3	1/3	3	1/3	1	1/7	8,00952	0,06981
C7	9	7	5	7	7	7	1	43	0,38115

Tabla 3: Matriz. (Elaboración propia)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	S	Sn
C1	1854,069	4933,101	1187,683	4066,150	3005,659	3128,845	278,554	18454,061	0,151
C2	475,254	1422,831	372,752	1289,825	733,416	908,229	78,477	5280,783	0,043
C3	1468,305	4287,109	1070,089	3875,046	3235,892	2666,784	263,843	16867,067	0,138
C4	627,091	2174,977	593,994	2298,196	1977,411	1326,755	149,267	9147,693	0,075
C5	1334,529	3260,762	666,536	2422,339	2538,468	1991,505	195,122	12409,259	0,101
C6	685,775	1893,621	463,295	1576,474	1042,575	1204,068	103,436	6969,245	0,057
C7	4996,032	13711,182	3225,677	11836,665	10157,708	8464,994	837,309	53229,566	0,435

Tabla 4: Matriz a la cuarta. (Elaboración propia)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
$\lambda(\%)$	15,0821	4,3159	13,7851	7,4762	10,1418	5,6958	43,5033

Tabla 5: Vector de ponderaciones. (Elaboración propia)

### 1.5.1. Suma ponderada

A continuación, se va a utilizar el método de la suma ponderada, para tratar de ver cuál de las propuestas de juguete obtiene mejor puntuación teniendo en cuenta las ponderaciones obtenidas en cada criterio.

El sistema de puntuación utilizado para evaluar los requerimientos es numérico con valores comprendidos entre 0 y 10, siendo:

- 0 a 3: no satisface los requerimientos.
- 4 a 5: satisface los requerimientos de forma deficiente.
- 6 a 8: cumple con los requerimientos de manera mejorable.
- 9 a 10: cumple significativamente los requerimientos.

### Solución 1

ATRIBUTOS	PROPUESTA 1
Regular sonido	10
Lenguaje	7
Forma botones	8
Precio	7
Estética llamativa	7
Desarrollo motor	8
Edad adecuada	9

Tabla 6 Puntuaciones propuesta 1. (Elaboración propia)

La puntuación de esta primera propuesta se justifica de la siguiente manera:

Tiene la posibilidad de regular y apagar el sonido gracias a los botones. Potencia el lenguaje al llevar el micrófono como complemento y algunas canciones. Su precio es bastante asequible. Llama la atención de los niños con su color rosa y a su vez, ayuda en la coordinación mano-ojo. Es adecuado para niños de entre 2 y 10 años.

## Solución 2

ATRIBUTOS	PROPUESTA 2
Regular sonido	0
Lenguaje	6
Forma botones	6
Precio	4
Estética llamativa	8
Desarrollo motor	9
Edad adecuada	3

Tabla 7 Puntuaciones propuesta 2. (Elaboración propia)

La siguiente propuesta ha obtenido un 0 en regular el sonido, ya que no ofrece ni la opción de regular ni la de apagar. Potencia el lenguaje ya que anima al niño a hacer onomatopeyas, su precio es algo elevado. Su estética lo hace muy llamativo para los niños gracias a sus colores vivos. Potencia el desarrollo motor, ya que a su vez sirve para dar estabilidad en los primeros pasos del niño, pero no se adecua a la edad.

## Solución 3

ATRIBUTOS	PROPUESTA 3
Regular sonido	5
Lenguaje	5
Forma botones	4
Precio	8
Estética llamativa	7
Desarrollo motor	4
Edad adecuada	3

Tabla 8 Puntuaciones propuesta 3. (Elaboración propia)

La siguiente propuesta ha obtenido un 5 en regular sonido ya que ofrece diferentes niveles de sonido, pero no la opción de apagarlo. Los botones son pequeños. El precio es bastante bajo, por lo que su puntuación en esta área es un 8. No potencia el desarrollo motor del niño, ni tampoco es para la edad adecuada.

## Solución 4

ATRIBUTOS	PROPUESTA 4
Regular sonido	0
Lenguaje	6
Forma botones	4
Precio	8
Estética llamativa	7
Desarrollo motor	4
Edad adecuada	4

Tabla 9 Puntuaciones propuesta 4. (Elaboración propia)

La siguiente propuesta ha obtenido un 0 en regular sonido ya que no se puede regular, solo apagar, pero apaga el juguete al completo. Potencia el lenguaje gracias al juego simbólico. Los botones son muy pequeños. El precio es bastante bajo, por lo que su puntuación en esta área es un 7. Su estética llama la atención de los niños, y ofrece diferentes modos de juego. Al jugar con diferentes objetos con las manos, ayuda al desarrollo del agarre. Además, se adecua bastante a la edad recomendada, ya que es para niños entre 3 y 5 años.

## Solución 5

ATRIBUTOS	PROPUESTA 5
Regular sonido	5
Lenguaje	7
Forma botones	3
Precio	7
Estética llamativa	8
Desarrollo motor	6
Edad adecuada	7

Tabla 10 Puntuaciones propuesta 5. (Elaboración propia)

La siguiente propuesta ha obtenido un 0 en regular sonido ya que no puedes ni regular ni apagar el sonido. Potencia el lenguaje gracias a los sonidos de animales. Los botones tienen formas de animales por lo que su forma irregular puede dificultar el rediseño. El precio es bastante bajo, por lo que su puntuación en esta área es un 8. Su estética llama la atención de los niños, al ser una granja de animales. No potencia el desarrollo motor del niño, ni tampoco es para la edad adecuada.

### 1.5.2. Conclusiones

A continuación, se muestra una vista conjunta de las puntuaciones ponderadas de cada propuesta, con el fin de facilitar el análisis de las puntuaciones de cada idea para cada criterio.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	$\sum \lambda_j(e_{ij})$	CLASIFICACIÓN
$\lambda_j(\%)$	15,0821	4,3159	13,7851	7,4762	10,1418	5,6958	43,5033		
PROP.1	10	7	8	7	7	8	9	851,7352	1
PROP.2	0	6	6	4	8	9	3	401,4173	5
PROP.3	5	5	4	8	7	4	3	436,2257	3
PROP.4	0	6	4	8	7	4	4	408,6344	4
PROP.5	5	7	3	7	8	6	7	619,1428	2

Tabla 11 Clasificación final. (Elaboración propia)

Como se observa en la tabla, hay una propuesta que destaca sobre las demás, ya que cumple de forma significativa o mejorable en todos los criterios. La mejor propuesta es la 1, la segunda la 5 y las otras tres propuestas han obtenido una puntuación bastante más baja.

Dicho esto, la propuesta con la que se continuará el desarrollo del proyecto, es decir, el juguete que se va a rediseñar es el correspondiente a la propuesta 1, el piano infantil.

## 1.6. Justificación de la solución adoptada

A continuación, se comenta el rediseño del juguete escogido.

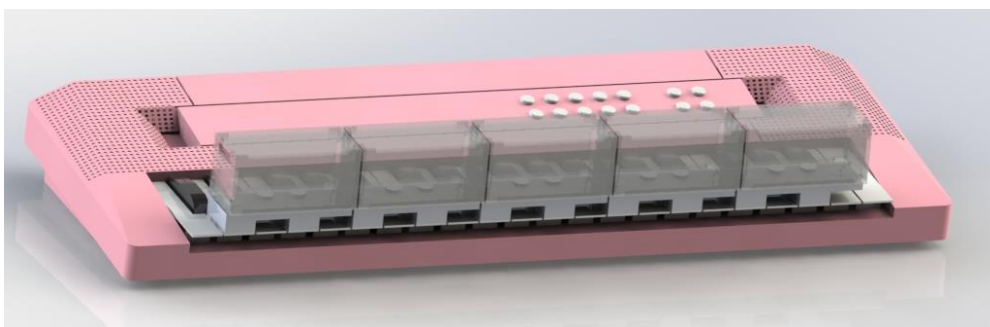


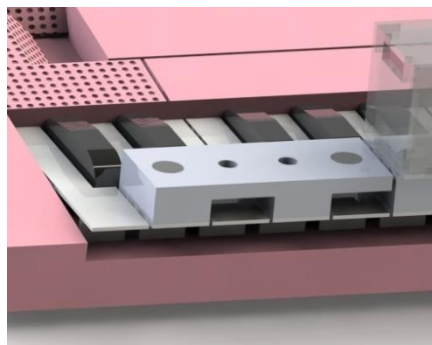
Ilustración 14 Render de la solución propuesta. Elaboración propia

## Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

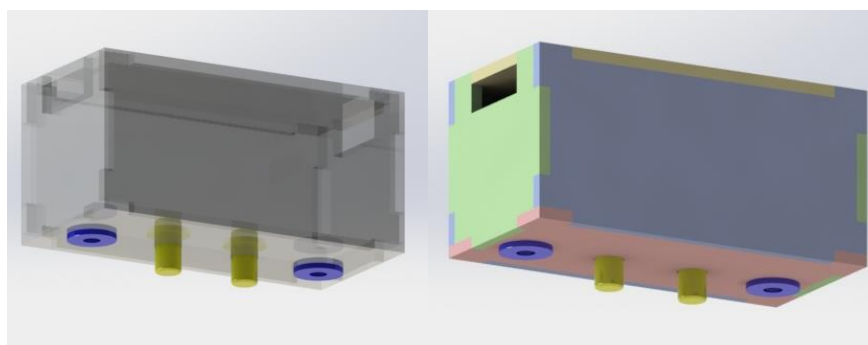
El juguete inicial, como ya se ha comentado en apartados anteriores, es un teclado electrónico de juguete, también denominado piano de juguete. En este caso, se ha escogido la versión de color rosa. Este piano tiene unas medidas generales de 410x150x40mm siendo esto la anchura, la profundidad y la altura respectivamente. Este tamaño es el adecuado para el uso al que va destinado. Permite regular el sonido e incluso apagarlo, siendo esto perfecto para los niños con TEA que sufren de sensibilidad con el sonido. Es un instrumento musical infantil, muy utilizado en las sesiones de musicoterapia.

Al juguete inicial, se le incluirán unas cajas rectangulares de metacrilato transparente, donde el terapeuta podrá colocar tanto tarjetas para potenciar el uso del lenguaje, como objetos pequeños con diferentes texturas. El motivo principal para utilizar el metacrilato transparente es, que debido a su característica visual, permite ver el contenido del interior de la caja, ayudando a familiarizar al niño con el objeto de su interior.

Debido al reducido tamaño de las teclas blancas, de tan solo 15 mm de ancho, se ha tomado la decisión de que cada caja abarque cuatro teclas blancas, resultando estas de 62,5mm de anchura, para así poder introducir objetos con un tamaño mayor, además de facilitar el uso del piano al niño al tener mayor superficie de apoyo. Este modelo en concreto de piano de juguete tiene 22 teclas blancas, por lo que dividiendo estas teclas entre las cuatro que ocupa cada caja, queda el resultado de cinco cajas, siendo dos teclas las que no tendrán caja apoyada sobre ellas. La decisión sobre que las teclas libres sean las dos de los extremos se debe a la búsqueda de simetría.



*Ilustración 15 Render soporte caja. Elaboración propia.*



*Ilustración 16 Render conjunto caja. Elaboración propia.*

El nuevo diseño está compuesto por dos partes diferenciadas, una que está unida a las teclas del piano mediante un adhesivo de contacto y formada por una pieza fabricada por impresión 3D y dos imanes, y otra parte formada por la caja, los centradores y unas arandelas.

En la ilustración 15 encontramos el conjunto que va pegado a las teclas. Está compuesto por el puente, que es una pieza fabricada mediante impresión 3D. Apoya en dos teclas salteadas, y ayuda a librar las otras dos.



Esto se debe a la búsqueda de un sonido atractivo para el sensible oído de los niños con TEA. En la música podemos encontrar consonancias y disonancias, siendo las primeras aquellas que tienen un sonido agradable y las segundas un sonido incómodo. Las disonancias se utilizan en algunos estilos musicales siendo un recurso recurrente para los compositores, pero en este caso concreto buscamos la máxima satisfacción auditiva por lo que se evita. Las segundas (dos notas seguidas, en este caso dos teclas seguidas) se consideran disonantes, por ello, se utiliza la pieza llamada puente para pulsar terceras, consideradas consonantes. Una tercera son dos notas separadas por una en medio, es decir, en este caso dos teclas salteadas.

En la parte superior de la pieza puente encontramos dos imanes alojados en dos orificios situados en los extremos, y dos orificios situados en el centro donde van colocados los centradores cuando están las cajas situadas encima del puente.

En la ilustración 16 encontramos el conjunto de la caja. Está compuesto por la caja, formada por cinco piezas encajadas y pegadas entre ellas y la tapa de la caja, que va únicamente encajada para permitir introducir y sacar objetos de las cajas, dos arandelas pegadas en la base de la caja y dos centradores insertados en unos orificios de la base de la caja y pegados a esta.

La idea de los imanes viene dada como solución al reducido espacio, y la necesidad de montaje y desmontaje de la caja para facilitar la limpieza y el guardado del juguete. Los imanes de neodimio se atraen con las arandelas por lo que así quedan sujetos ambos conjuntos, el puente y la caja. Los centradores son necesarios para colocar las cajas en la posición correcta.

En conclusión, esta propuesta está compuesta por un piano, diez imanes, diez centradores, cinco cajas de metacrilato, cinco puentes impresos y diez arandelas, formando un juguete adaptado a las sesiones terapéuticas de niños con trastorno del espectro autista. Gracias a su forma, tamaño, composición, colores y sonidos, llama la atención de estos niños, quienes dentro de las cajas pueden encontrar objetos con texturas que les produzcan rechazo, permitiendo que tengan contacto con el objeto en cuestión poco a poco. Primero el objeto está situado dentro de la caja con la tapa puesta, y podrá verlo, seguidamente tocará la tapa de la caja lo que ayuda a olvidar ese rechazo y empezar a dar paso a la curiosidad. Finalmente, la terapeuta retira la tapa, permitiendo que el niño toque ese objeto con sus propias manos.

Gracias al diseño de las cajas, estas son estancas por lo que se pueden introducir objetos como arena mágica, sin miedo a que acaben esparcidos por todo el piano. Además, todos los componentes que componen la caja se pueden lavar con agua y jabón.

Se pueden introducir objetos como macarrones hervidos, plastilina, slime, arena mágica, arena de playa, hojas de plantas, frutas cortadas, etc. Y no solo objetos, el terapeuta también puede introducir tarjetas con imágenes, pictogramas o dibujos, para fomentar también el uso del lenguaje tanto verbal como no verbal.

## 1.7. Descripción detallada de la solución adoptada

### 1.7.1. Componentes comerciales

#### a) Piano

El modelo de piano utilizado en este trabajo es el BF-3738C de la marca BigFund. Será necesaria únicamente una unidad. Las medidas del teclado electrónico para niños son de 410x150x40 mm siendo esto la anchura, la profundidad y la altura respectivamente. Está compuesto por 22 teclas blancas y 15 negras, además de 14 botones con los que controlar el volumen, cambiar el timbre del instrumento que suena y hacer sonar ritmos o demos. También tiene un interruptor con el que encenderlo o apagarlo. Funciona tanto con un cargador cuya salida de voltaje debe ser de 5V CC y la corriente debe ser de 1000mA o superior, o funcionar con 3 pilas AA. Incluye tanto el cable de carga como un micrófono como accesorios. El piano escogido es el de color rosa, aunque también se encuentra disponible en otros colores como azul, amarillo y verde. El material utilizado para la fabricación de este juguete es en su mayoría Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Según el fabricante es un juguete indicado para niños entre 2 y 10 años y su precio en Amazon es de 26,99€.



Ilustración 17 Piano de juguete. (Amazon, s.f.)

#### b) Imán

El imán de neodimio tiene forma de disco redondo con un diámetro de 8mm y una altura de 2mm. Su fuerza de sujeción es de 10,8 N aproximadamente, es decir, 1,1 kg. Su sentido de magnetización es axial (paralelo al alto) y su magnetización N45. Tiene un revestimiento de níquel (Ni-Cu-Ni). Su peso es de 0,76 g, y su temperatura de servicio máxima es de 80°C. Para este proyecto serán necesarias 10 unidades. Su precio es de 0,43 €/ud. (Superimanes, s.f.)



Ilustración 18 Imanes Ø8mm (Superimanes, s.f.)

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

### c) Arandela DIN 7349

La arandela utilizada en este proyecto es la DIN7349 M3. Está fabricada en acero inoxidable A2 (AISI-304) y cincada posteriormente. Su Resistencia es 10 H. Son arandelas planas y circulares cuyo orificio central es más grueso y tiene un diámetro exterior también mayor que la arandela plana más comúnmente utilizada. Es por esto por lo que tiene mayor superficie. Se ha escogido esta arandela ya que su gran superficie es la indicada para el uso complementario con el imán. El diámetro interior es de 3,2 mm y el exterior es de 9 mm, mientras que su espesor es de 1mm. Su precio es de 0,04 €/ud, y se requieren 10 unidades en este proyecto. (Entaban, s.f.)

ARANDELA PLANA DIN-7349   MÉTRICO										
Acero inoxidable A2 - AISI 304					Clase 70					
d1	Diámetro interno									
d2	Diámetro externo									
h	Espesor arandela									
Cotas en milímetros (mm)										
d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
d1	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13	15	17	21
d2	9	12	15	17	21	25	30	36	40	44
h	1	1,6	2	3	4	4	6	6	6	8



Ilustración 19 Tabla DIN-7349 (Entaban, s.f.)

Ilustración 20 Arandela plana DIN-7349 (Entaban, s.f.)

## 1.7.2. Componentes diseñados

### 1. Caja

Este ensamblaje de piezas se denomina caja y su utilidad es contener el objeto que el terapeuta decida insertar dentro de esta. Está compuesto por la base, dos laterales, dos frontales y una tapa. Se requieren 5 unidades para llevar a cabo este proyecto.

El material escogido para esta pieza es polímero PMMA (Metacrilato), el cual es un polímero termoplástico. Este material es duro y rígido en comparación con el resto de los polímeros. Se pueden encontrar paneles transparentes y de colores. En este caso se han escogido láminas transparentes, ya que así se puede ver el contenido del interior de la caja. Este polímero puede ser procesado tanto por mecanizado, como por moldeo, es decir, extrusión, moldeo por compresión, moldeo por inyección, moldeo por soplado y termoformado, siendo este último el más económico.

Respecto a sus características este es resistente a la intemperie, duradero, duro, rígido, ligero, económico, reciclable y de alta resistencia al impacto si es mezclado con otros materiales como caucho acrílico. La temperatura máxima en servicio es de 43,9 a 55,9 °C (siendo así válida para el interior de una vivienda o una consulta) y tiene una excelente durabilidad frente al agua y disoluciones acuosas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

**Modulo elástico:** 54-72 Mpa

**Densidad:** 1170-1200 kg/m3

**Precio:** 1,68-2,34 €/Kg

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

El proceso de fabricación escogido es el mecanizado por corte láser debido a que es el más apto dentro de las posibilidades debido a su rapidez y lo limpio que queda el corte. Este proceso está clasificado como mecanizado no convencional. Las tolerancias que puedes obtener con este equipo son entre 0,05 y 1 mm, por lo que queda una pieza con unas medidas precisas. Además, tiene un rango de espesores entre 0,1 y 50mm, por lo que la lámina escogida que es de 2 mm está dentro de rango. Se pueden cortar materiales como cerámicas, termoplásticos, termoestables, metales férreos, metales no férreos, e incluso vidrios. Estos materiales deben estar en forma de chapa o chapa corrugada para ser cortadas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

Puede cortar un rango de espesores de entre 0,1 mm. y 50 mm, y una tolerancia de entre 0,05 mm. y 1 mm. La rugosidad superficial que consigue es B, siendo esta suave. La velocidad de corte 0,001 – 0,1 m/s. La anchura mínima de corte es de entre 0,025mm y 1 mm. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

El equipamiento necesario para este proceso de fabricación es caro, pero a su vez es rápido y puede automatizarse completamente.

En cuanto al medio ambiente el uso del láser es necesario tomar algunas precauciones. Además, este proceso genera humos, por lo que es obligatorio un sistema de ventilación. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

Respecto al sistema de montaje, las diferentes piezas de la caja se unen mediante encaje y adhesivo, en este caso el escogido es un adhesivo de la marca UHU, indicado especialmente para uniones entre objetos plásticos.

#### *Base caja*

De esta pieza se necesitan 5 unidades, una para cada caja.

Las medidas generales de esta pieza son 62,5x30x2 mm, siendo la anchura, la altura y la profundidad respectivamente. Tiene unos recortes rectangulares centrados en cada lateral de la pieza, de 2 mm de profundidad, 2 mm de altura y 15mm de anchura en los laterales cortos y de 2 mm de profundidad, 2 mm de altura y 50 mm de anchura en los laterales largos. La pieza también cuenta con dos orificios pasantes cuyo diámetro es de 5 mm. Estos orificios se encuentran a 23,4 mm y 23,3 mm de la cara más lejana del lateral corto y a 12,5 mm de la cara más lejana del lateral largo. El entrecentro de estos orificios es de 15,9 mm.

#### *Lateral caja*

De esta pieza se necesitan 10 unidades, dos para cada caja.

Las medidas generales de esta pieza son 62,5x30x2 mm, siendo la anchura, la altura y la profundidad respectivamente. En ambos laterales tiene un recorte rectangular centrado de 15 mm de altura, 2 mm de ancho y 2 mm de profundidad. En la base hay dos recortes rectangulares, uno en cada extremo de 6,25 mm de ancho, 2 mm de profundidad y 2 mm de altura. En el extremo superior existe un recorte rectangular centrado de 50 mm de ancho, 2 mm de profundidad y 2 mm de altura.

#### *Frontal caja*

De esta pieza se necesitan 10 unidades, dos para cada caja.

Las medidas generales de esta pieza son 30x30x2 mm, siendo la anchura, la altura y la profundidad respectivamente. Tanto en el lateral izquierdo como en el derecho tiene unos recortes rectangulares de 7,5 mm de altura, 2 mm de profundidad y 2 mm de anchura, situados en ambos extremos del lateral. En la base también hay dos recortes rectangulares de 7,5 mm de anchura, 2 mm de profundidad y 2 mm de altura, situados en los

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

extremos de la base. En el extremo superior existe un recorte rectangular de 15 mm de ancho, 7 mm de alto y 2 de profundidad, centrado.

### *Tapa caja*

De esta pieza se necesitan 5 unidades, una para cada caja.

Las medidas generales de esta pieza son 62,5x30x2 mm, siendo la anchura, la altura y la profundidad respectivamente. En los dos laterales cortos tiene dos recortes rectangulares de 7,5 mm de altura, 2 mm de profundidad y 2 mm de profundidad y situados en los extremos, y en los dos laterales largos tiene también dos recortes rectangulares, siendo estos de 6,25 mm de ancho, 2 mm de profundidad y 2 mm de altura y situados en los extremos.

## 2. Centrador

Esta pieza se denomina centrador y su utilidad es ayudar a ajustar la caja a su posición en el momento de unión entre la caja y el puente. Se requieren 10 unidades para llevar a cabo este proyecto.

El material elegido para esta pieza es el ácido poliláctico, también conocido como PLA. Se trata de un termoplástico biodegradable derivado del ácido láctico natural, que se obtiene principalmente a partir de recursos renovables como el maíz o la leche. El PLA presenta una apariencia similar al poliestireno transparente y posee propiedades estéticas como brillo y transparencia. Sin embargo, es un material duro y frágil, por lo que se requiere la adición de plastificantes para ampliar su rango de uso. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

El PLA puede ser procesado de diversas formas, como la fabricación de fibras, películas, termoformado o moldeado por inyección. Esto significa que puede ser moldeado y dar forma al material mediante calor o presión, permitiendo su utilización en una amplia gama de aplicaciones. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

**Módulo elástico:** 50 – 55 MPa

**Densidad:** 1240 – 1270 kg/m<sup>3</sup>

**Precio:** Aproximadamente 20 €/Kg

En este caso concreto, se ha escogido la impresión 3D como método de fabricación. Se va a utilizar una impresora modelo Artilleri Sidewinder X1 de la empresa Artillery, cuyo volumen de trabajo es de 300x300x400 mm y cuya velocidad máxima de impresión es de 150 mm/s. La capa de resolución es de entre 0,1 y 0,35 mm. (Artillery3D, s.f.) El filamento utilizado es de la marca Pla Bioplaxtic, en concreto la bobina tiene un diámetro de 1,75 mm y un peso de 850 gr. (Leroy Merlin, s.f.)



*Ilustración 21 Artilery Sidewinder X1 (Artilery3D, s.f.)*



*Ilustración 22 Filamento (Leroy Merlin, s.f.)*

En cuanto a la impresión esta se va a realizar empleando como base la parte con mayor superficie, es decir, la que tiene un diámetro de 8 mm.

Respecto al sistema de montaje, el centrador va adhesivado a la caja, y encajado con el puente.

Las medidas generales de la pieza son 8x8x8 mm. Tiene una base cilíndrica con  $\varnothing 8$  mm y altura 1 mm. Sobre este cilindro apoya otro cilindro de  $\varnothing 4,8$  mm y altura 7 mm. En el extremo contrario a la base tiene un redondeo de R0,5 mm.

### 3. Puente

Esta pieza se denomina puente y su función es apoyar en las teclas del piano (librando la distancia de estas de forma salteada, para evitar pulsar dos teclas contiguas al mismo tiempo), alojar los imanes y servir como apoyo de la caja.

Tanto el material, como el método de fabricación escogidos son los mismos que los empleados para el centrador, el material es PLA y el método es impresión 3D.

En cuanto a la impresión, esta se va a realizar empleando como base uno de los laterales con mayor superficie de apoyo, quedando los huecos paralelos al plano de la base.

Respecto al sistema de montaje, va adhesivado a las teclas, también tiene el imán unido mediante encaje y adhesivo, y los centradores por encaje. La caja apoya sobre esta pieza.

Las medidas generales del puente son 62,5x25x10 mm. En la cara superior encontramos cuatro orificios, los dos situados en los extremos con  $\varnothing 8$  mm y profundidad 2 mm, y los dos situados hacia el centro con  $\varnothing 5$  mm y profundidad 4 mm, quedando uno de ellos como pasante. Todos ellos están centrados distancia tanto de la cara superior como inferior de 12,5 mm. De la cara izquierda al primer orificio hay una distancia de 7,5 mm, del primer orificio al segundo hay un entrecentro de 15,9 mm, al igual que entre el segundo y el tercero y el tercero y cuarto orificio.

Por otro lado, tenemos en el lateral más largo dos hendiduras rectangulares. Estas tienen unas medidas de 16,7 mm de ancho, 6 mm de alto y 25 mm de profundidad. La primera hendidura se encuentra a 15 mm del vértice lateral, y la segunda a 46,7 mm del mismo vértice.

## 1.8. Pruebas de uso en terapias

Se ha conseguido hacer varias pruebas de uso de este juguete en terapia sensorial. Estas pruebas se realizaron en el CAT Cavall Bernat de Llaurí, con la terapeuta y tres niños de entre 2 y 4 años con perfiles diferentes, para ver así la reacción de estos ante este nuevo instrumento terapéutico. No hay imágenes de todas las pruebas ya que hacía falta el permiso de los padres y no todos fueron favorables.

### Niño TEA con perfil sensorial buscador

Este caso fue el menos favorable. El perfil sensorial de este niño de 4 años era buscador, es decir, no hay textura alguna que le produzca rechazo, al contrario, tiende a buscar diferentes texturas, tocar todo lo que puede, ir descalzo para así sentir también con los pies, y tiende a ponerse todo en la boca. Además, en ese mismo momento, debido al fin de curso y cambio de rutina estaba muy nervioso, por lo que fue algo más difícil la comunicación y el trabajo con él.



*Ilustración 23 Prueba en niño con TEA. Inicio. (Elaboración propia)*

Se le presentó el piano, y en ese mismo momento fue hacia él, quitando las tapas por él mismo y procediendo a tocar lo que contenían. En este caso había bolitas de gel, macarrones, cacahuetes, arena mágica y un espagueti de juguete de tacto gelatinoso. La parte favorable de esta prueba fue verlo disfrutando del tacto de las cajas y del sonido del piano.



*Ilustración 24 Prueba en niño con TEA. En proceso. (Elaboración propia)*

### Niño TEA con perfil sensorial de rechazo

En este caso el resultado fue favorable y se consiguió un avance. El niño de 3 años tiene un grado de autismo superior al anterior caso, y necesita una preparación previa y anticiparlo los eventos futuros, por lo que sus padres, la semana anterior a la prueba ya estuvieron comentándole que iba a trabajar con un piano, que sonaba música cuando apretaba, que era rosa, que tenía unas cajitas donde poner cosas, etc.

El perfil de este niño es de rechazo absoluto a muchísimas texturas, y esto está creándole problemas, tanto a nivel de alimentación, limitando muchísimo los alimentos que tolera, como a nivel de higiene, ya que tiene problemas para tolerar que le limpien después de ir al baño y tampoco tolera que utilicen crema para hidratarle la piel.

En este caso se puso en las cajas crema hidratante, fresas y toallitas húmedas, utilizando así solo tres cajas para tampoco saturarlo.

Al principio percibió las cajas con rechazo, tocando las teclas negras del piano y los dos puentes libres, disfrutando así de la música, algo que adora y que se utiliza de forma recurrente en sus terapias. A continuación la terapeuta empezó a tocar ellas la tapa de las cajas, demostrándole que también sonaban y que no pasaba nada por tocarlas. Poco a poco, después de esto el niño empezó a tocar las tapas, sintiéndose seguro. Después de aproximadamente 10 minutos jugando con el piano y pulsando las tapas, se procedió a quitar la tapa de las fresas, que era la caja que más le llamaba la atención. Esto le sorprendió, haciendo dar un paso atrás, pero después poco a poco empezó a tocar las fresas para así poder escuchar las notas que producía el piano cuando las tocaba.

No se pudo conseguir que el niño tocara la crema y las toallitas en esa primera sesión, pero aun así la terapeuta consideró esta prueba todo un éxito, ya que llevaba al menos 4 sesiones intentando que jugara con las fresas y no había conseguido apenas avance.

### Niño TEA con problemas de comunicación y sensoriales

Este caso fue interesante porque el uso de las cajas fue diferente. Este niño de 3 años tiene mucho interés por los números, los colores y los dibujos animados Toy Story. Además, aunque mayormente no tiene problemas sensoriales, sí que hay algunas texturas que le causan rechazo, como por ejemplo las bolas de gel y ese tipo de texturas gelatinosas.



Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

En este caso se hicieron carteles plastificados con números y con personajes de Toy Story y se buscaron diferentes objetos con la textura que le causa rechazo, como por ejemplo las bolas de gel pequeñas, las bolas de gel grandes, una cucharada de gelatina, unas golosinas y un espagueti de juguete.

Primero se introdujo estos objetos cada uno en una caja, y se pegó un cartel en la tapa de cada una. La idea era decirle al niño un número, y que el niño pulsara esa caja, luego le motivarían para que levantara la tapa viendo que había en su interior e incitándole a que lo tocara. Luego lo mismo pero con las imágenes de los personajes de Toy Story, como por ejemplo Woody y Buzz Lightyear. Se consiguió más de lo esperado. Al final tocó todos los objetos gelatinosos, además de disfrutar con la música y jugando con números y con sus personajes favoritos. Todo un éxito.

## Conclusiones

Tanto la terapeuta como la directora del CAT mostraron gran interés en cuanto vieron este nuevo juguete y quedaron muy satisfechas con los resultados. Destacan su versatilidad, ya que al poder trabajar con texturas y con carteles de imágenes, colores, pictogramas o números, o incluso con ambas a la vez.

En la primera prueba destacaron que no salió como debía porque realmente no era el perfil de niño TEA cuyas terapias requieran este instrumento, ya que es para un perfil totalmente opuesto al buscado. Aún así vieron que la música lo calma, y teniendo en cuenta lo nervioso que es el niño, era algo que incluirían en terapia.

En la segunda prueba celebraron la pequeña victoria con el niño, destacando que facilitaba mucho el acercamiento del niño al objeto que le cause rechazo además de motivarlo mucho. Esto mismo de la tercera prueba.

Sin embargo, un cambio que harían en el piano es hacer las cajas más anchas para niños más mayores, aunque con este modelo de piano no sea posible. También les gustaría la opción de pegar dos cajas, para así tener diez cajas en lugar de 5 y que visualmente resulte más llamativo.

En conclusión, las trabajadoras del CAT celebraron esta nueva incorporación a sus herramientas de trabajo, ya que ha sido donado allí, y han pedido hacer otro piano más, esta vez un poco más grande, reutilizando un teclado que ya tienen allí. Han quedado encantadas con la versatilidad del producto y todos los campos de acción que tiene. También destacan que, aunque obviamente no sirva para todos los niños con TEA, ya que cada uno es único y con perfiles totalmente diferentes, se puede ayudar a niños con un gran abanico de perfiles y en diferentes ámbitos.

## 1.9. Anexo I. Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, cuyas siglas son ODS, son unos objetivos globales para acabar con la pobreza, proteger al planeta y asegurar que todos los habitantes del planeta tienen la posibilidad de prosperar. Existen 17 ODS, los cuales tienen diferentes metas que cumplir antes de 2030. Todo esto entra dentro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Objetivos de Desarrollo Sostenibles		Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1.	Fin de la pobreza				X
ODS 2.	Hambre cero				X
ODS 3.	Salud y bienestar	X			
ODS 4.	Educación de calidad			X	
ODS 5.	Igualdad de género				X
ODS 6.	Agua limpia y saneamiento				X
ODS 7.	Energía asequible y no contaminante				X
ODS 8.	Trabajo decente y crecimiento económico			X	
ODS 9.	Industria, innovación e infraestructuras				X
ODS 10.	Reducción de las desigualdades	X			
ODS 11.	Ciudades y comunidades sostenibles				X
ODS 12.	Producción y consumo responsables	X			
ODS 13.	Acción por el clima			X	
ODS 14.	Vida submarina				X
ODS 15.	Vida de ecosistemas terrestres				X
ODS 16.	Paz, justicia e instituciones sólidas				X
ODS 17.	Alianzas para lograr objetivos				X

Tabla 12 Relación del TFG con los ODS. (Elaboración propia)

## Salud y bienestar

El trastorno del espectro autista hoy en día no tiene cura, pero sí que mediante diferentes terapias pueden mejorar su calidad de vida. Es por esto por lo que, al rediseñar un juguete para que este sirva como nueva forma de terapia para niños con TEA ayudas en la mejora de la salud y el bienestar de estos niños.

Esto ayuda tanto en la calidad de vida de estos niños, ya que serán capaces de tocar con sus manos algunas texturas que antes eran impensables, también ayuda a introducir más alimentos en su dieta, consiguiendo así una dieta más variada y por tanto, de mejor calidad.

Además, no solo ayuda al tema de la alimentación, también ayuda al tema de la comunicación, gracias a la opción de utilizar pictogramas e imágenes dentro de la caja. Esto ayuda a la integración de las personas con TEA, y por ende también a su salud mental.

## Reducción de las desigualdades

El objetivo de este ODS es reducir las desigualdades y garantizar que nadie se quede atrás. Con este juguete se garantiza mejoras en los síntomas del niño con TEA, consiguiendo así que sea más fácil adaptarse al mundo normativo. Se le ofrecen herramientas para así dejar atrás algunas de las dificultades de su día a día. Trabaja tanto el área comunicativa y social, como la sensorial, permitiendo que el día de mañana tengan las mismas oportunidades, reduciendo las desigualdades entre este colectivo y el resto de la sociedad.

## Producción y consumo responsable

Para este objetivo se han tenido en cuenta dos cosas, los materiales empleados y la versatilidad del objeto.

El PMMA es un material 100% reciclable. (Glasform, s.f.) Este material se puede reciclar tanto por reciclaje mecánico como por reciclaje químico, siendo la segunda opción la mejor, ya que da como resultado un material de la misma calidad que el original.

El filamento de PLA se deriva de materias primas y renovables como el maíz o la patata, no proviene del petróleo ni ningún otro recurso finito. No es biodegradable, para su correcto reciclaje se ha de depositar en plantas de reciclaje. Aun así, se puede reutilizar de forma fácil el PLA de las impresiones 3D. Este material es un plástico termoplástico, por lo que, en caso de querer reutilizar el material, primero se ha de triturar el material, para a continuación calentarlo y por último, darle forma, bien sea de Pellet o de filamento. En caso de querer volver a imprimir necesitará forma de filamento, aunque directamente también se le puede dar la forma final utilizando moldes.

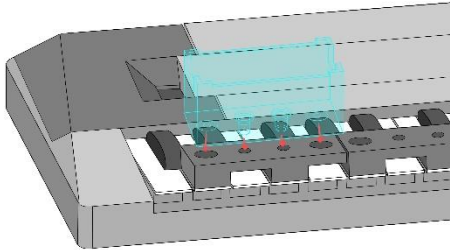
Por último, la versatilidad del nuevo juguete. Al poder llenar las cajas con las texturas deseadas, es decir, que no haya ninguna predefinida, se consigue que se adapte a muchísimos niños y permite personalizar las terapias. Además, como también permite trabajar con tarjetas con imágenes, números, colores, pictogramas... se pueden trabajar muchísimas otras áreas, no solo la sensitiva, por lo que un mismo objeto tiene diferentes usos para así con un solo objeto tener varias terapias.

## 1.10. Anexo II. Manual de usuario.

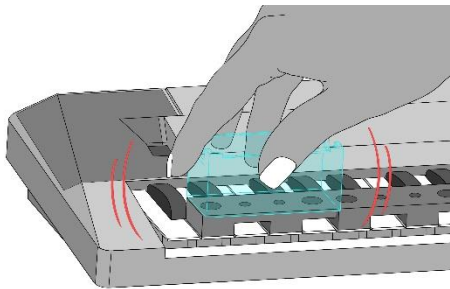
Este juguete tiene dos formas de uso, y se van a explicar paso a paso a continuación.

### USO PARA LA MEJORA DE LA TOLERANCIA A LAS TEXTURAS

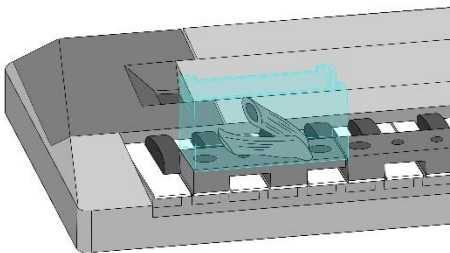
- Paso 1 → Colocar la caja encima del soporte.



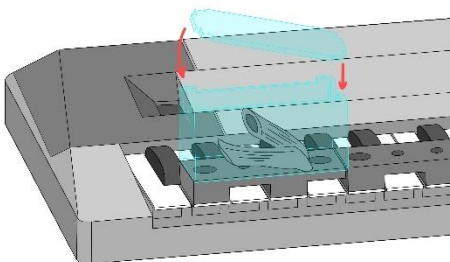
- Paso 2 → Asegurarse de que está bien colocada.



- Paso 3 → Colocar en el interior el objeto deseado (macarrones, arena, etc.)

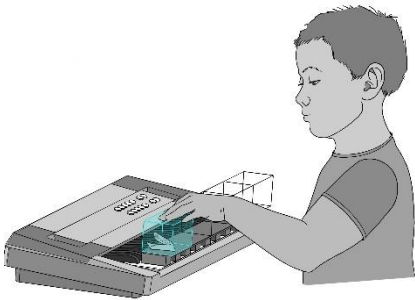


- Paso 4 → Poner la tapa en su lugar.

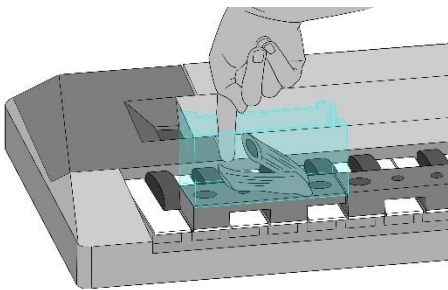


Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

- Paso 5 → Presentar el piano y el objeto del interior de la caja al niño para que toque la caja con la tapa puesta.



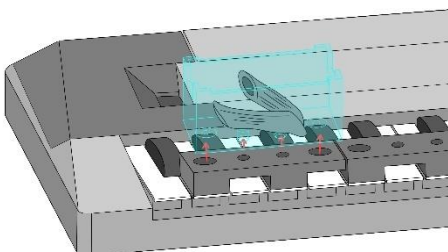
- Paso 6 → Una vez se sienta cómodo con el paso anterior, retirar la tapa y repetir el proceso, para que toque el objeto del interior de la caja.



- Paso 7 → Una vez ya se sienta cómodo tocando el objeto de la caja, tratar de que el niño toque el objeto sin que sea necesario el piano.

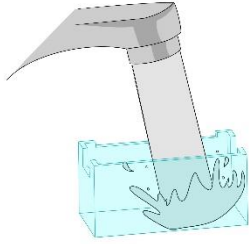


- Paso 8 → Separar la caja del soporte.



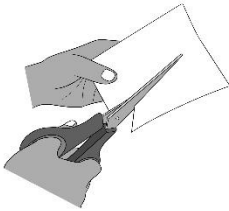
Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

- Paso 9 → Limpiar la caja.

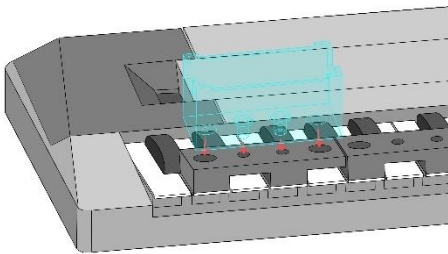


## USO PARA LA MEJORA DEL LENGUAJE

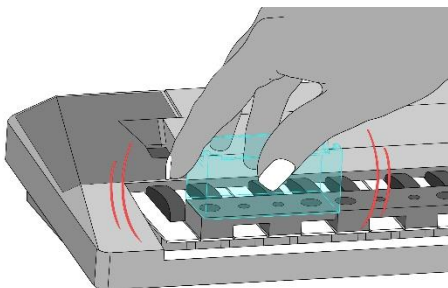
- Paso 1 → Preparar las tarjetas deseadas.



- Paso 2 → Colocar la caja encima del soporte.

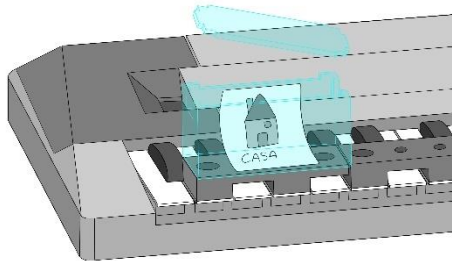


- Paso 3 → Asegurarse de que está bien colocada.

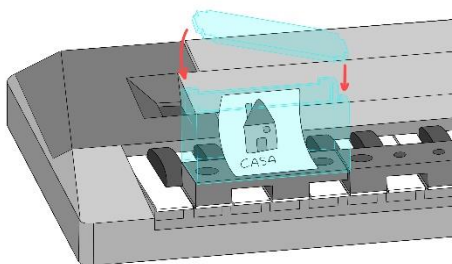


Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

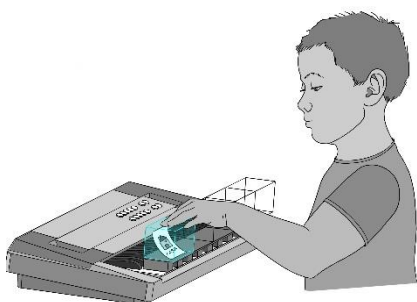
- Paso 4 → Colocar en el interior de la caja la tarjeta con el pictograma, imagen o palabra.



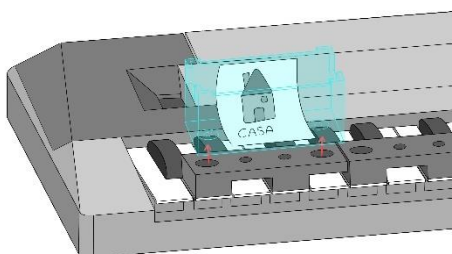
- Paso 5 → Poner la tapa.



- Paso 6 → Presentar el piano y la tarjeta del interior de cada caja, utilizando siempre la repetición.



- Paso 7 → Una vez acabada la terapia, separar la caja del soporte y guardar.

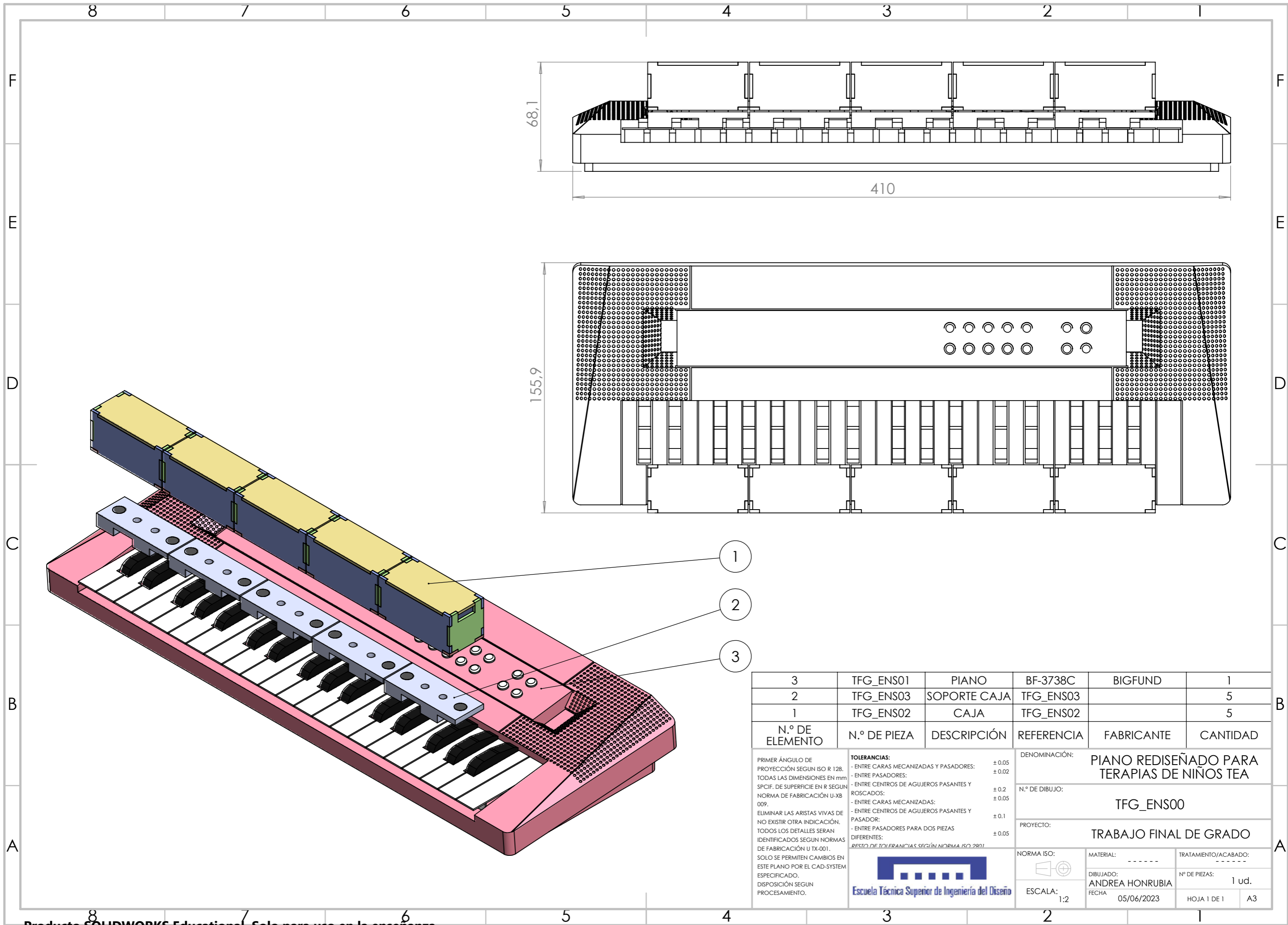


## 2. PLANOS

### PLANOS INCLUIDOS

- Plano de explosionado de un piano rediseñado para terapias de niños TEA
- Plano de explosionado de la caja
- Plano de explosionado del soporte de la caja
- Plano de la base de la caja
- Plano del lateral de la caja
- Plano del frontal de la caja
- Plano de la tapa de la caja
- Plano del centrador
- Plano del puente





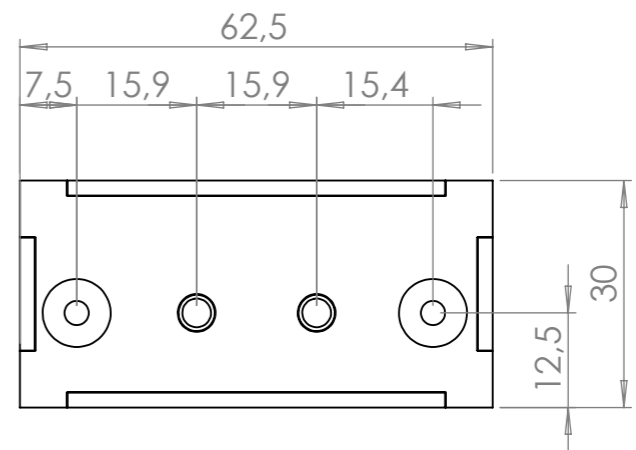
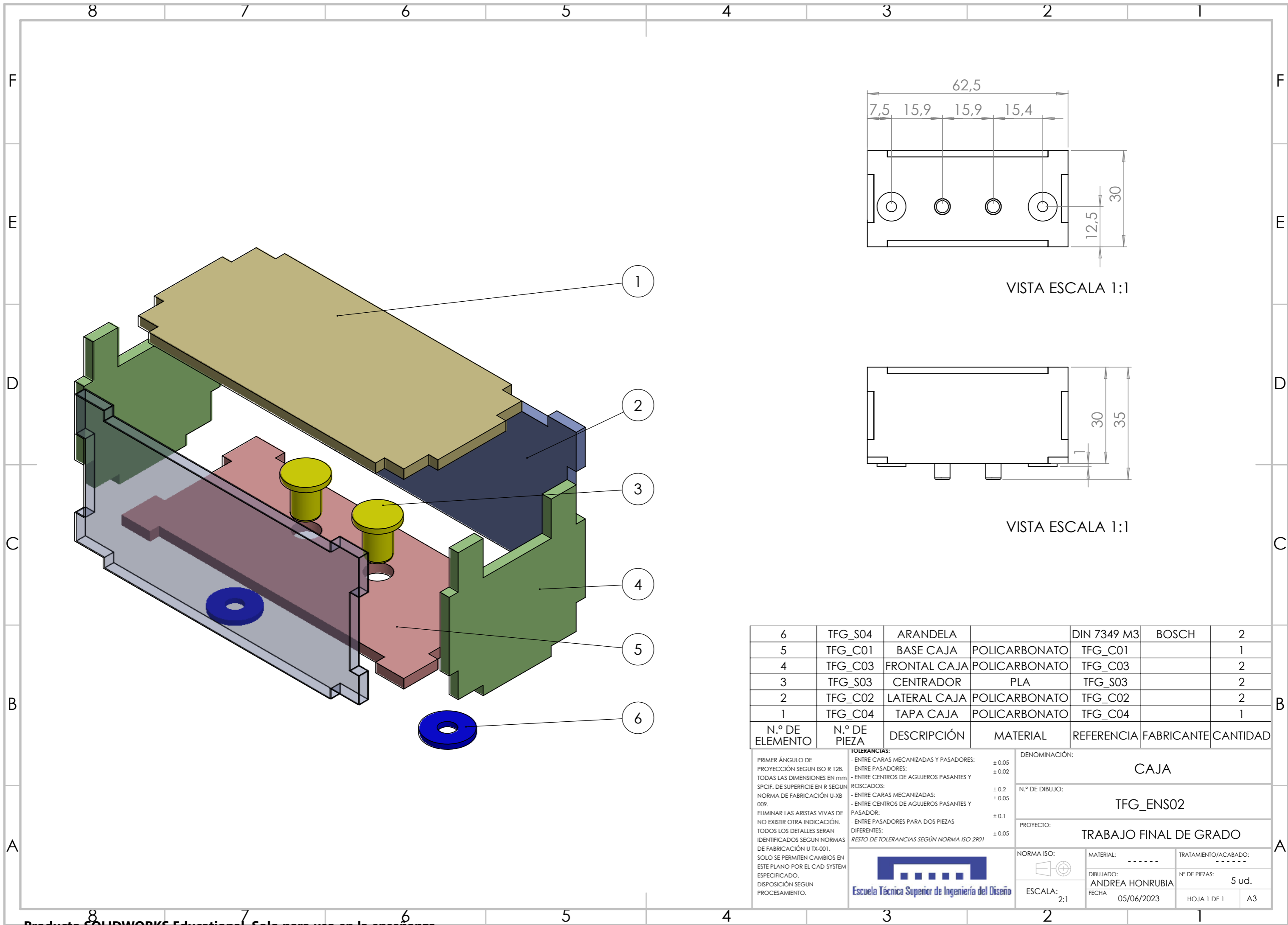
3	TFG_ENS01	PIANO	BF-3738C	BIGFUND	1
2	TFG_ENS03	SOPORTE CAJA	TFG_ENS03		5
1	TFG_ENS02	CAJA	TFG_ENS02		5
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	FABRICANTE	CANTIDAD

PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPCIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB-009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

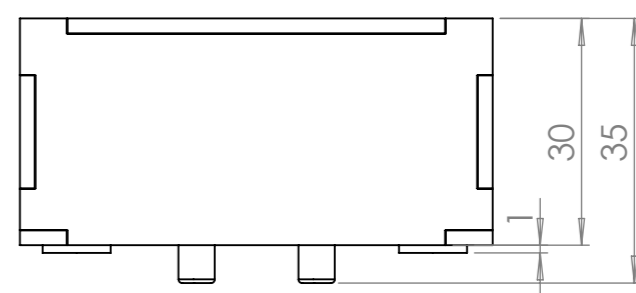
**TOLERANCIAS:**  
 - ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05  
 - ENTRE PASADORES: ± 0.02  
 - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2  
 - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05  
 - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1  
 - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05  
 RESTO DE TOLERANCIAS SEGUN NORMA ISO 2801



DENOMINACIÓN: PIANO REDISEÑADO PARA TERAPIAS DE NIÑOS TEA		
N.º DE DIBUJO: TFG_ENS00		
PROYECTO: TRABAJO FINAL DE GRADO		
NORMA ISO:	MATERIAL: -----	TRATAMIENTO/ACABADO: -----
ESCALA: 1:2	DIBUJADO: ANDREA HONRUBIA	Nº DE PIEZAS: 1 ud.
	FECHA: 05/06/2023	HOJA 1 DE 1
		A3



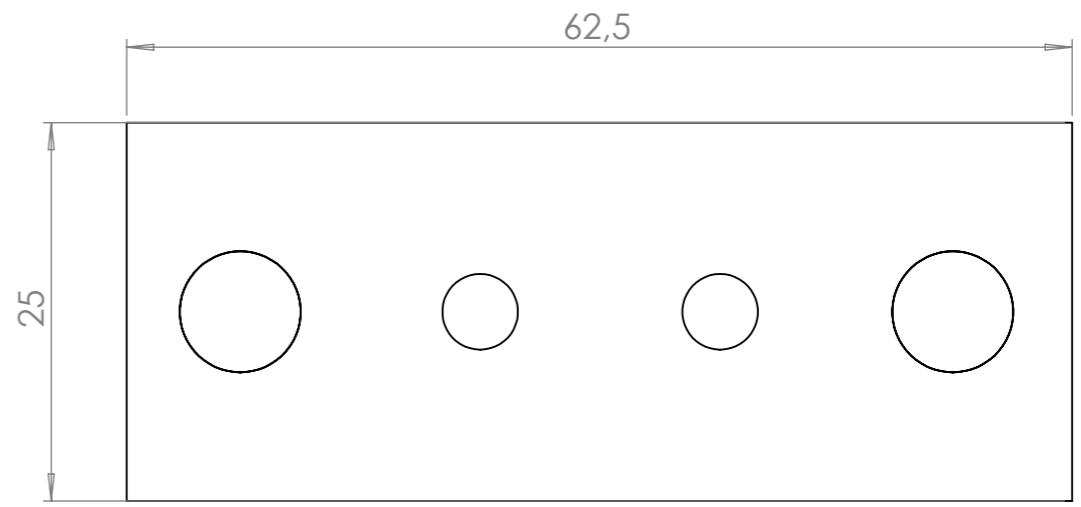
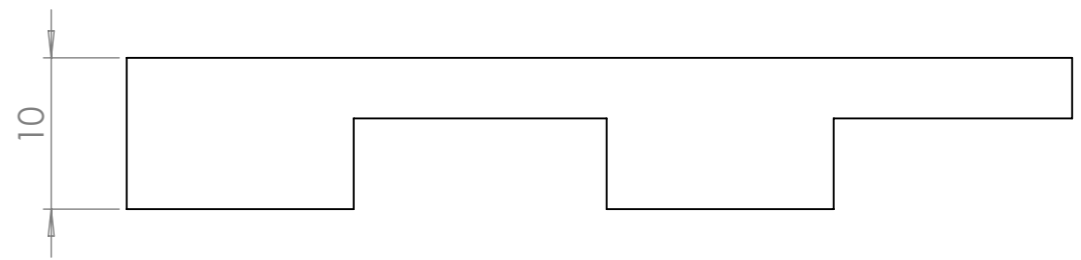
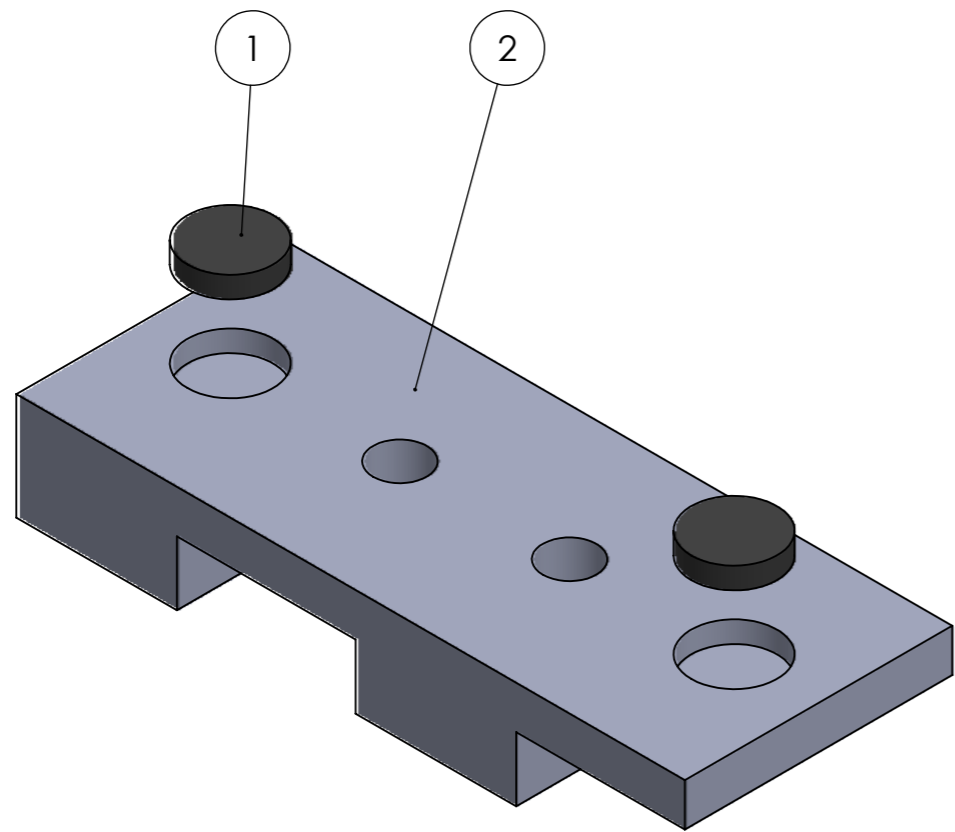
VISTA ESCALA 1:1



VISTA ESCALA 1:1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	REFERENCIA	FABRICANTE	CANTIDAD
6	TFG_S04	ARANDELA		DIN 7349 M3	BOSCH	2
5	TFG_C01	BASE CAJA	POLICARBONATO	TFG_C01		1
4	TFG_C03	FRONTAL CAJA	POLICARBONATO	TFG_C03		2
3	TFG_S03	CENTRADOR	PLA	TFG_S03		2
2	TFG_C02	LATERAL CAJA	POLICARBONATO	TFG_C02		2
1	TFG_C04	TAPA CAJA	POLICARBONATO	TFG_C04		1

<p>PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPCIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.</p>	<p><b>TOLENCIAS:</b>          - ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05          - ENTRE PASADORES: ± 0.02          - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2          - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05          - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1          - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05          RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901</p>	DENOMINACIÓN: CAJA		
		N.º DE DIBUJO: TFG_ENS02		
		PROYECTO: TRABAJO FINAL DE GRADO		
		NORMA ISO:	MATERIAL: -----	TRATAMIENTO/ACABADO: -----
		DIBUJADO: ANDREA HONRUBIA	Nº DE PIEZAS: 5 ud.	
ESCALA: 2:1	FECHA: 05/06/2023	HOJA 1 DE 1	A3	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	REFERENCIA	FABRICANTE	CANTIDAD
2	TFG_S01	PUENTE	PLA	TFG_S01		1
1	TFG_S02	IMÁN		D-08-02	SUPERIMANES	2

<p>PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPCIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.</p>	<p><b>TOLENCIAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05</li> <li>- ENTRE PASADORES: ± 0.02</li> <li>- ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2</li> <li>- ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05</li> <li>- ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1</li> <li>- ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05</li> </ul> <p>RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901</p>	<p>DENOMINACIÓN: <b>SOPORTE CAJA</b></p>		
		<p>N.º DE DIBUJO: <b>TFG_ENS03</b></p>		
		<p>PROYECTO: <b>TRABAJO FINAL DE GRADO</b></p>		
		<p>NORMA ISO: </p>	<p>MATERIAL: -----</p>	<p>TRATAMIENTO/ACABADO: -----</p>
<p>ESCALA: 2:1</p>	<p>DIBUJADO: <b>ANDREA HONRUBIA</b></p> <p>FECHA: 05/06/2023</p>	<p>Nº DE PIEZAS: <b>5 ud.</b></p>	<p>HOJA 1 DE 1</p>	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

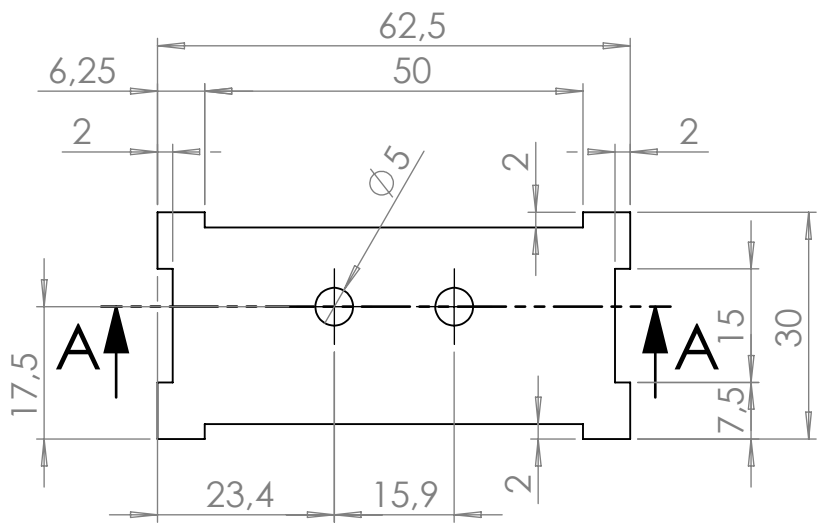
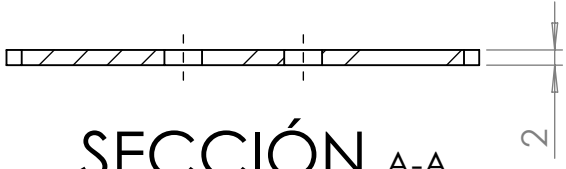
C

B

B

A

A

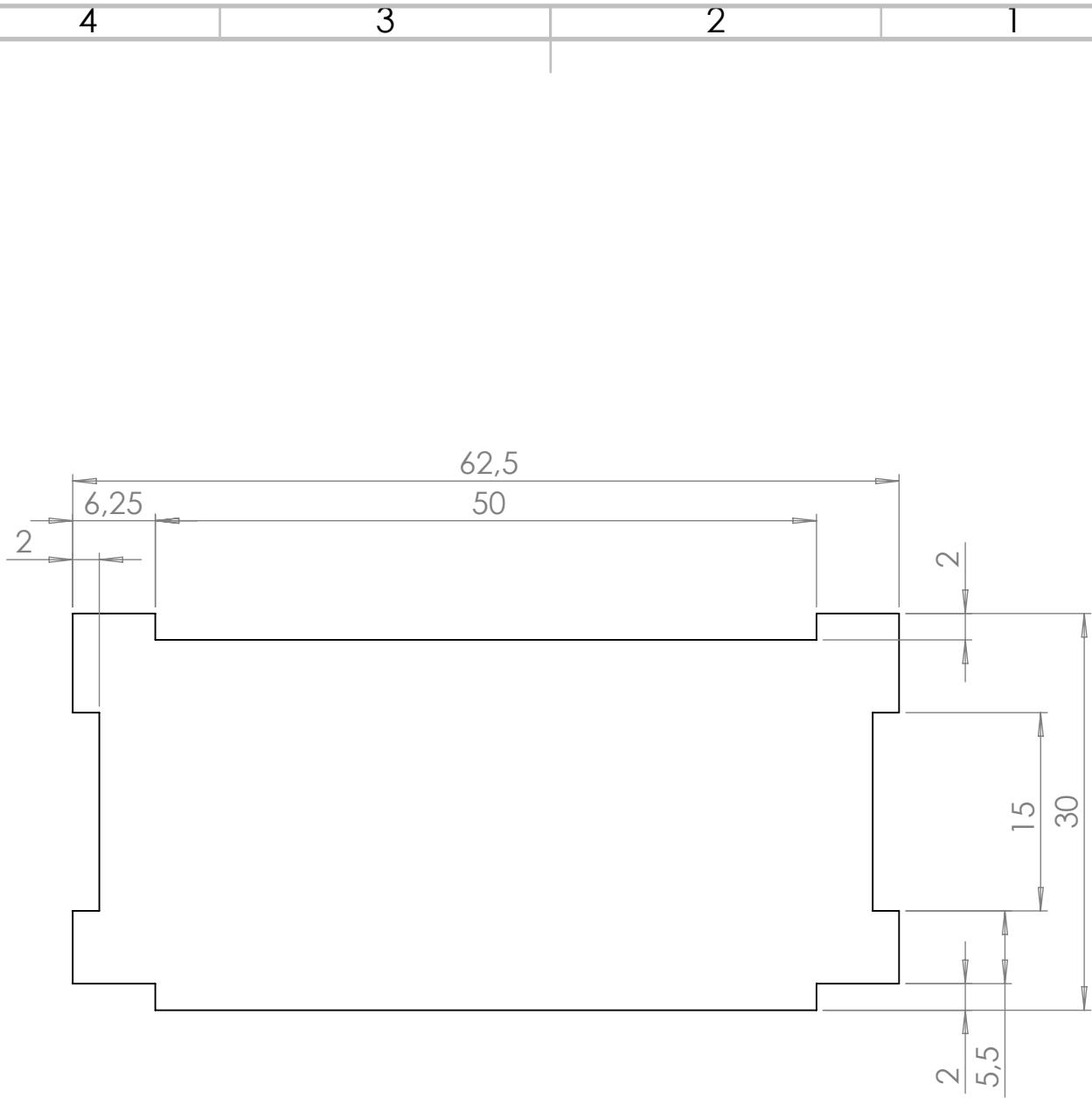


PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPECIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

- TOLERANCIAS:**
- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05
  - ENTRE PASADORES: ± 0.02
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2
  - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1
  - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05
- RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901



DENOMINACIÓN:		Base caja	
N.º DE DIBUJO		TFG_C01	
ENSAMBLAJE:		Caja	
PROYECTO:		TRABAJO FINAL DE GRADO	
NORMA ISO:	MATERIAL:	TRATAMIENTO/ACABADO:	
	Metacrilato	-----	
ESCALA:	DIBUJADO:	Nº DE PIEZAS:	
1:1	Andrea Honrubia	5 ud.	
	FECHA:	HOJA 1 DE 1	A4
	21/06/2023		



Espesor 2 mm

PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPECIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

**TOLERANCIAS:**

- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05
  - ENTRE PASADORES: ± 0.02
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2
  - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1
  - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05
- RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901



**DENOMINACIÓN:**

Lateral caja

**N.º DE DIBUJO**

TFG\_C02

**ENSAMBLAJE:**

Caja

**PROYECTO:**

TRABAJO FINAL DE GRADO

**NORMA ISO:**



**MATERIAL:**

Metacrilato

**TRATAMIENTO/ACABADO:**

-----

**DIBUJADO:**

Andrea Honrubia

**Nº DE PIEZAS:**

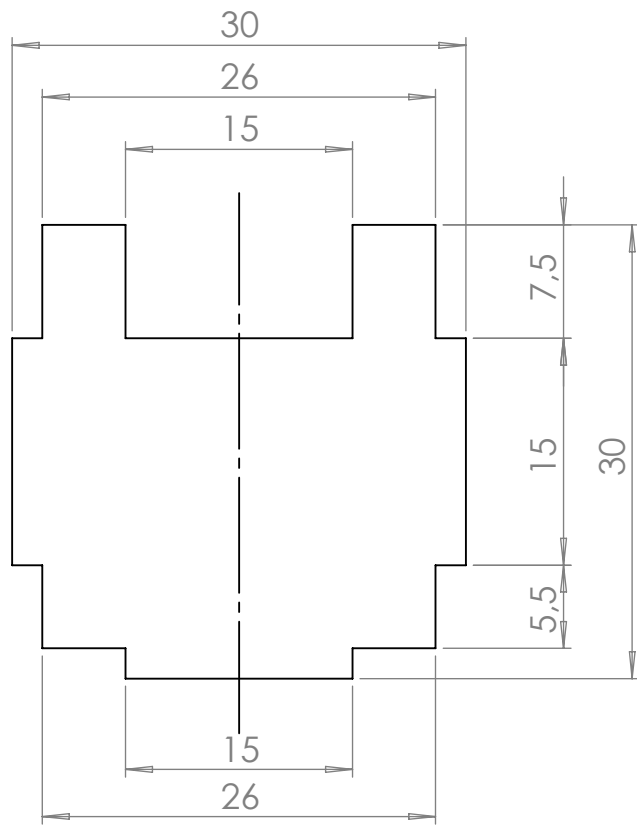
10 ud.

**FECHA:**

21/06/2023

HOJA 1 DE 1

A4



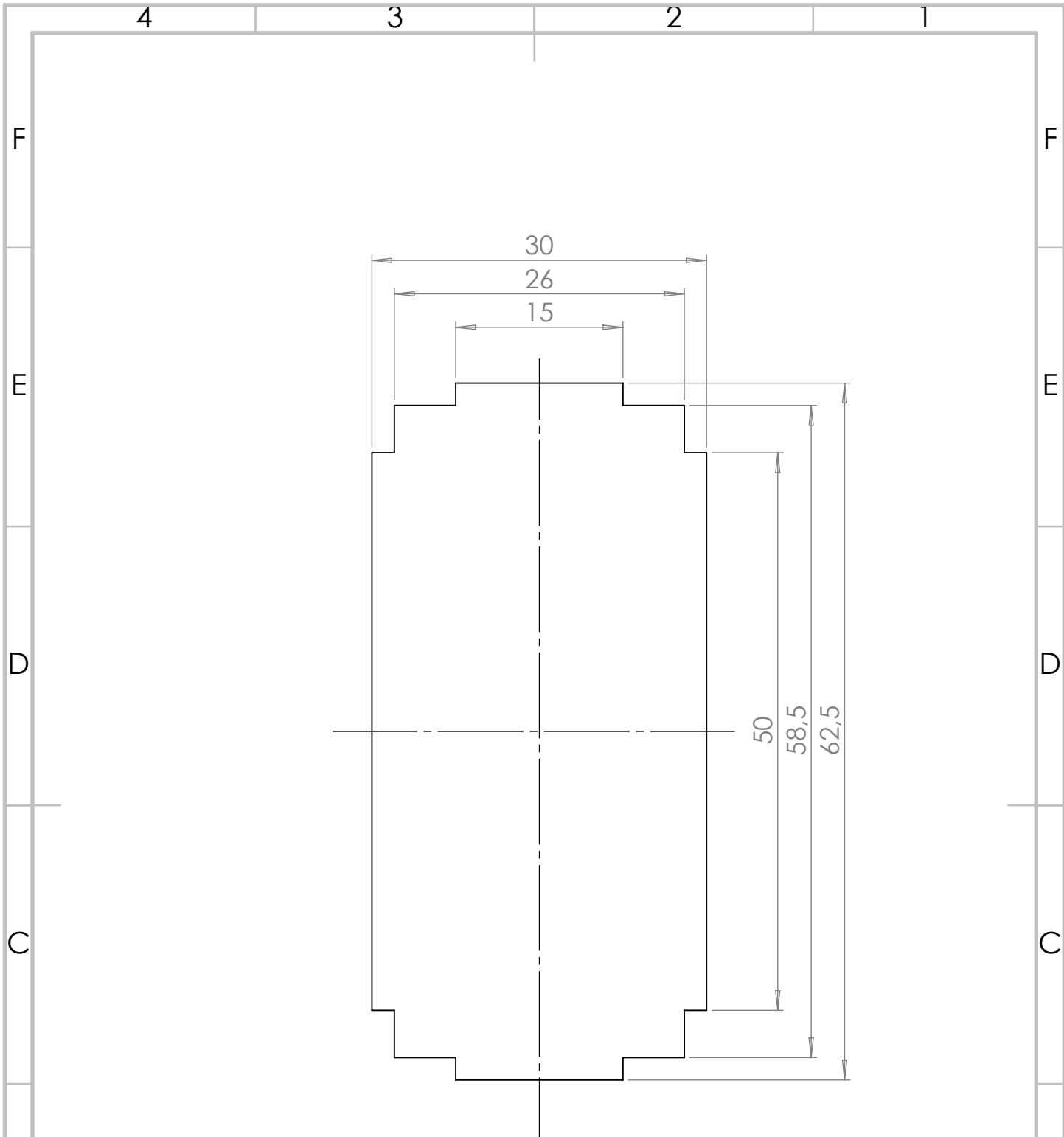
Espesor 2 mm

PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPECIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

- TOLERANCIAS:**
- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05
  - ENTRE PASADORES: ± 0.02
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2
  - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1
  - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05
- RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901



DENOMINACIÓN:		Frontal caja	
N.º DE DIBUJO		TFG_C03	
ENSAMBLAJE:		Caja	
PROYECTO:		TRABAJO FINAL DE GRADO	
NORMA ISO:	MATERIAL:	TRATAMIENTO/ACABADO:	
	Metacrilato	-----	
ESCALA:	DIBUJADO:	Nº DE PIEZAS:	
2:1	Andrea Honrubia	10 ud.	
	FECHA:	HOJA 1 DE 1	A4
	21/06/2023		



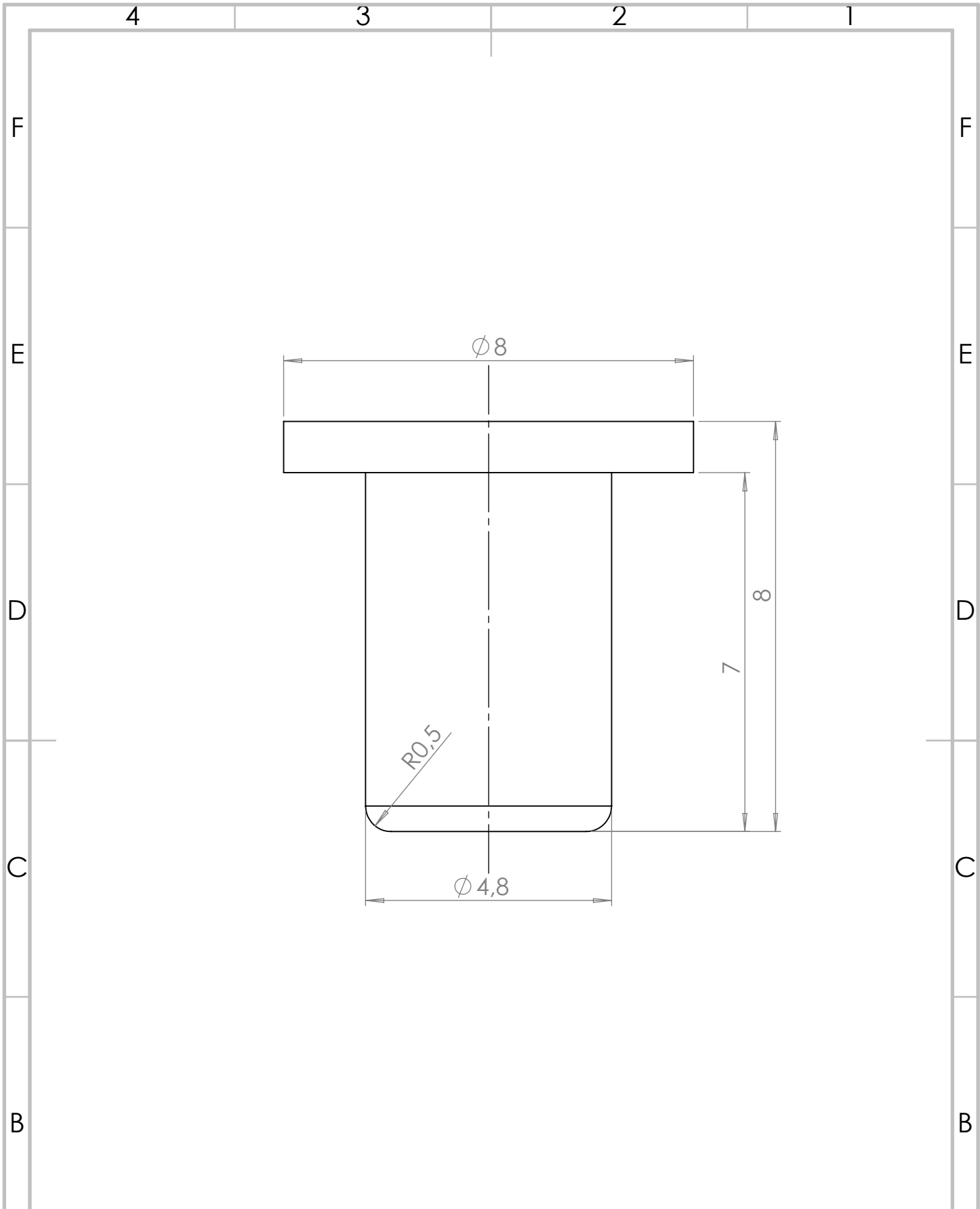
Espesor 2 mm

PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPECIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

- TOLERANCIAS:**
- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05
  - ENTRE PASADORES: ± 0.02
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2
  - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1
  - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05
- RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901



DENOMINACIÓN:		Tapa caja	
N.º DE DIBUJO		TFG_C04	
ENSAMBLAJE:		Caja	
PROYECTO:		TRABAJO FINAL DE GRADO	
NORMA ISO:	MATERIAL:	TRATAMIENTO/ACABADO:	
	Metacrilato	-----	
ESCALA:	DIBUJADO:	Nº DE PIEZAS:	
2:1	Andrea Honrubia	5 ud.	
	FECHA:	HOJA 1 DE 1	A4
	21/06/2023		



PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPECIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

- TOLERANCIAS:**
- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05
  - ENTRE PASADORES: ± 0.02
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2
  - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1
  - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05
- RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901



DENOMINACIÓN:		Centrador	
N.º DE DIBUJO		TFG_S03	
ENSAMBLAJE:		Caja	
PROYECTO:		TRABAJO FINAL DE GRADO	
NORMA ISO:	MATERIAL:	TRATAMIENTO/ACABADO:	
	PLA	-----	
ESCALA:	DIBUJADO:	Nº DE PIEZAS:	
10:1	Andrea Honrubia	5 ud.	
	FECHA:	HOJA 1 DE 1	A4
	05/06/2023		



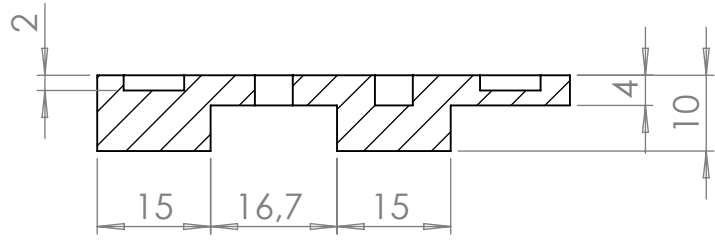
4 3 2 1

F

F

E

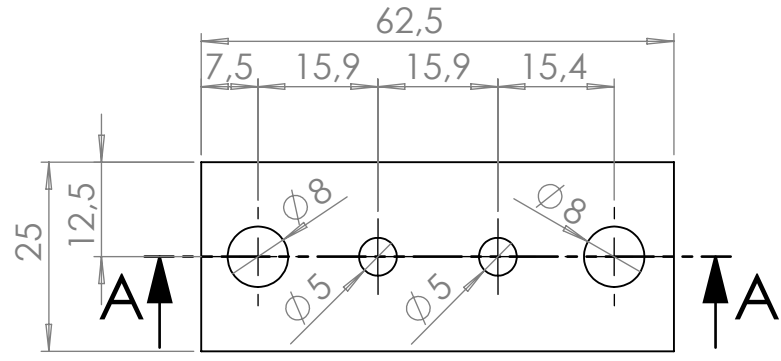
E



### SECCIÓN A-A

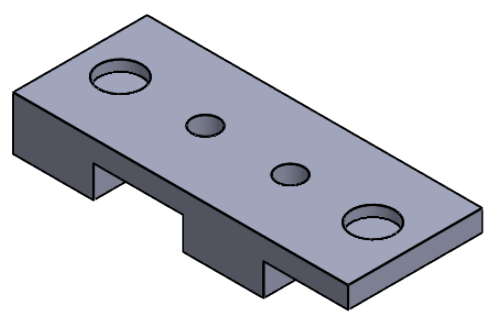
D

D



C

C



B

B

A

A

PRIMER ÁNGULO DE PROYECCIÓN SEGUN ISO R 128. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm SPCIF. DE SUPERFICIE EN R SEGUN NORMA DE FABRICACIÓN U-XB 009. ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS DE NO EXISTIR OTRA INDICACIÓN. TODOS LOS DETALLES SERAN IDENTIFICADOS SEGUN NORMAS DE FABRICACIÓN U TX-001. SOLO SE PERMITEN CAMBIOS EN ESTE PLANO POR EL CAD-SYSTEM ESPECIFICADO. DISPOSICIÓN SEGUN PROCESAMIENTO.

- TOLERANCIAS:**
- ENTRE CARAS MECANIZADAS Y PASADORES: ± 0.05
  - ENTRE PASADORES: ± 0.02
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y ROSCADOS: ± 0.2
  - ENTRE CARAS MECANIZADAS: ± 0.05
  - ENTRE CENTROS DE AGUJEROS PASANTES Y PASADOR: ± 0.1
  - ENTRE PASADORES PARA DOS PIEZAS DIFERENTES: ± 0.05
- RESTO DE TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2901



DENOMINACIÓN:		Puente	
N.º DE DIBUJO		TFG_S01	
ENSAMBLAJE:		Soporte caja	
PROYECTO:		TRABAJO FINAL DE GRADO	
NORMA ISO:	MATERIAL:	TRATAMIENTO/ACABADO:	
ESCALA:	PLA	-----	
1:1	DIBUJADO:	Nº DE PIEZAS:	
	Andrea Honrubia	5 ud.	
	FECHA:	HOJA 1 DE 1	
	05/06/2023	A4	

4 3 2 1

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

### 3.1. Objeto

La presente memoria tiene como objetivo exponer el proceso de elección, rediseño y fabricación de un juguete infantil para que sea así válido para terapias sensoriales y del lenguaje de niños con trastorno del espectro autista.

Dado el incremento de casos de niños con TEA y el avance de las terapias para conseguir así mayor calidad de vida, se ha tomado como objetivo la búsqueda de una nueva herramienta con la que, mediante el juego, los y las terapeutas puedan ayudar a estos infantes.

En caso de incongruencia documental prevalece sobre la memoria lo escrito en el pliego de condiciones.

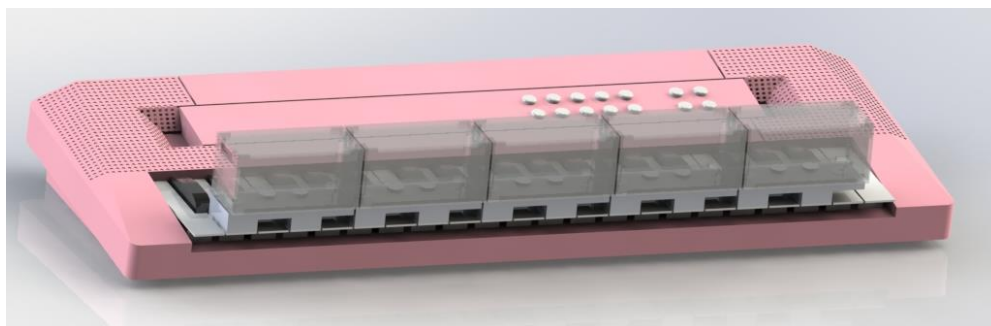


Ilustración 25 Render del producto. (Elaboración propia)

### 3.2. Normativa

En este apartado se va a mostrar la normativa que afecta a la fabricación de juguetes infantiles. Todas las normas y la legislación que aparece en este apartado siguen vigentes en todo el territorio español, siendo algunas únicamente nacionales y otras aplicando a toda la Unión Europea.

- Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes. (BOE, Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes., 2011)
- Real Decreto 2330/1985, de 6 de noviembre, por el que se aprueban las normas de seguridad de los juguetes, útiles de uso infantil y artículos de broma. (BOE, 1985)
- UNE-EN 71-1:2015+A1:2019 Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas. (UNE, UNE-EN 71-2:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad., 2021)
- UNE-EN 71-2:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad. (UNE, 2021)
- UNE-EN 71-3:2020+A1:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 3: Migración de ciertos elementos. (UNE, 2021)
- UNE-EN IEC 62115:2021/A11:2021 Juguetes eléctricos. Seguridad. (UNE, 2021)
- Decisión de la Comisión, de 21 de abril de 2008, por la que se exige a los Estados miembros que garanticen que en los juguetes magnéticos introducidos en el mercado o comercializados figure una advertencia relativa a los riesgos que presentan para la salud y la seguridad [notificada con el número C (2008) 1484]. (BOE, 2008)

### 3.3. Condiciones técnicas

#### 3.3.1. Características técnicas de los materiales, características y condiciones del suministro

##### 3.3.1.1. Piezas comerciales

###### 1. Piano de juguete

Es la pieza base de este proyecto, el objeto a rediseñar. Se utilizará el modelo BF-3738C de la marca BigFund como piano en este proyecto. La edad para la que está indicado es entre 2 y 10 años. Sus dimensiones son de 410x150x40 mm siendo esto la anchura, la profundidad y la altura respectivamente. Este modelo consta de 22 teclas blancas y 15 negras, sobre las que van montadas las cajas y sus soportes. Permite controlar el volumen y tiene diferentes opciones de timbre que suena, además de ofrecer también ritmos y demos de canciones. Necesita un cargador cuya salida de voltaje debe ser de 5V CC y la corriente debe ser de al menos 1000 mA, aunque también tiene la opción de funcionar con 3 pilas AA. En su mayoría, el juguete está fabricado con Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Su precio es de 26,99€.



Ilustración 26 Piano de juguete. (Amazon, s.f.)

###### 2. Imán

El imán de neodimio utilizado en este proyecto tiene forma de disco redondo con un diámetro de 8 mm y una altura de 2 mm. Su fuerza de sujeción es de aproximadamente 10,8 N, lo que equivale a 1,1 kg. Está magnetizado axialmente, lo que significa que su magnetización es paralela a su altura, y tiene una clasificación de magnetización N45. Para protección, cuenta con un revestimiento de níquel (Ni-Cu-Ni). El imán tiene un peso de 0,76 g y puede funcionar a una temperatura máxima de servicio de 80°C. En este proyecto se requieren 10 unidades de este imán, y cada unidad tiene un precio de 0,43 €.



Ilustración 27 Imanes Ø8mm (Superimanes, s.f.)

### 3. Arandela

En este proyecto se utiliza la arandela DIN 7349 M3, la cual está hecha de acero inoxidable A2 (AISI-304) y se ha sometido a un proceso de galvanizado. Con una resistencia de 10 H, estas arandelas son planas, circulares y se caracterizan por tener un orificio central más grande y un diámetro exterior mayor en comparación con las arandelas planas más comúnmente utilizadas. Esta característica les proporciona una mayor superficie de contacto. La elección de esta arandela se debe a que su amplia superficie resulta adecuada para su uso complementario con el imán en este proyecto. El diámetro interior de la arandela es de 3,2 mm, el diámetro exterior es de 9 mm y su espesor es de 1 mm. En cuanto al costo, cada unidad tiene un valor de 0,04 €, y se requieren un total de 10 unidades para este proyecto.



Ilustración 28 Arandela plana DIN-7349 (Entaban, s.f.)

#### 3.3.1.2. Materia prima

##### Metacrilato

El polímero PMMA (Metacrilato), es un termoplástico. Este material se caracteriza por ser duro y rígido en comparación con otros polímeros. Existen láminas de PMMA disponibles en versiones transparentes y de colores, pero en este caso se ha optado por utilizar láminas transparentes para permitir la visualización del contenido dentro de la caja.

El PMMA puede ser procesado mediante diferentes métodos, como el mecanizado y el moldeo. Los procesos de moldeo incluyen la extrusión, el moldeo por compresión, el moldeo por inyección, el moldeo por soplado y el termoformado, siendo este último el método más económico.

En cuanto a las características del PMMA, es resistente a la intemperie y duradero. Es un material duro, rígido, ligero, económico y reciclable. Cuando se mezcla con otros materiales, como el caucho acrílico, puede obtener una alta resistencia al impacto. La temperatura máxima de servicio del PMMA oscila entre los 43,9 y 55,9 °C, lo cual lo hace adecuado para su uso en interiores, como en viviendas o consultorios. Además, presenta una excelente durabilidad frente al agua y disoluciones acuosas.

La fórmula química del metacrilato es  $(CH_2-C(CH_3)COOCH_3)_n$ .

En este caso se utiliza para la fabricación de la caja, es decir, en los frontales, los laterales, la base y la tapa de la caja.

##### Propiedades generales

Precio	1,68 – 2,34 EUR/Kg
Densidad	1,17e3 – 1,2e3 kg/m <sup>3</sup>

Tabla 13 Propiedades generales del metacrilato (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	2,24 – 3,24 GPa
Módulo de cortante	0,803 – 1,16 GPa
Módulo en volumen	4,18 – 4,39 GPa
Coefficiente de Poisson	0,387 – 0,403
Límite elástico	54 – 72 MPa
Resistencia a tracción	54 – 72 MPa
Resistencia a compresión	72,4 – 124 MPa
Elongación	2 – 5,5 % strain
Dureza-Vickers	16 – 22 HV
Resistencia a fatiga para 107 ciclos	15,2 – 16,8 MPa
Tenacidad a fractura	0,7 – 1,6 MPa.m <sup>0,5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	0,0123 – 0,0179

Tabla 14 Propiedades mecánicas del metacrilato (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades térmicas

Temperatura de vitrificación	99,9 – 110 °C
Máxima temperatura en servicio	43,9 – 55,9 °C
Mínima temperatura en servicio	-75,2 – -65,2 °C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante
Conductividad térmica	0,167 – 0,251 W/m.°C
Calor específico	1,4e3 – 1,52e3 J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	90 – 162 µstrain/°C

Tabla 15 Propiedades térmicas del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante
Resistividad eléctrica	3,3e23 – 3e24 µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	3,2 – 3,4
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,05 – 0,06
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	15,7 – 19,7 MV/m

Tabla 16 Propiedades eléctricas del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades ópticas

Transparencia	Calidad óptica
Índice de refracción	1,49 – 1,5

Tabla 17 Propiedades ópticas del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Procesabilidad

Colabilidad	3 – 5
Moldeabilidad	4 – 5
Mecanizabilidad	3 – 4
Soldabilidad	5

Tabla 18 Procesabilidad del metacrilato. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas

Agua dulce	Excelente
Agua salada	Excelente
Suelos ácidos (turba)	Excelente
Suelos alcalinos (arcilla)	Excelente
Vino	Excelente

Tabla 19 Durabilidad del metacrilato: Agua y disoluciones acuosas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Durabilidad: alcohol, aldehídos, cetonas

Acetaldehídos	Inaceptable
Acetona	Inaceptable
Etanol	Uso limitado
Etilenglicol	Uso limitado
Formaldehído	Excelente
Glicerol	Excelente
Metanol	Inaceptable

Tabla 20 Durabilidad del metacrilato: Alcohol, aldehídos y cetonas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Producción de materia prima: CO<sub>2</sub>, energía y agua

Contenido en energía, producción primaria	107 – 118 MJ/kg
Huella de CO <sub>2</sub> , producción primaria	5,85 – 6,45 kg/kg
Agua consumida	72,3 – 79,9 l/kg

Tabla 21 Producción de materia prima (metacrilato): CO<sub>2</sub>, energía y agua. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Procesado de material: energía

Energía en extrusión de polímeros	5,78 – 6,39 MJ/kg
Energía en moldeo de polímeros	17,6 – 19,4 MJ/kg
Energía de desbaste (p/u peso eliminado)	1,23 – 1,36 MJ/kg
Energía de mecanizado final (p/u peso eliminado)	8,07 – 8,92 MJ/kg
Energía de lijado (p/u peso eliminado)	15,7 – 17,3 MJ/kg

Tabla 22 Procesado del metacrilato: energía. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Procesado del material: huella de CO<sub>2</sub>

CO <sub>2</sub> en extrusión de polímeros	0,434 – 0,479 kg/kg
CO <sub>2</sub> en moldeo de polímeros	1,32 – 1,46 kg/kg
CO <sub>2</sub> de desbaste (p/u peso eliminado)	0,0926 – 0,102 kg/kg
CO <sub>2</sub> de mecanizado final (p/u peso eliminado)	0,605 – 0,669 kg/kg
CO <sub>2</sub> de lijado (p/u peso eliminado)	1,18 – 1,3 kg/kg
CO <sub>2</sub> en procesado no convencional (p/u peso eliminado)	3,38 – 3,74 kg/kg

Tabla 23 Procesado de metacrilato: huella de CO<sub>2</sub>. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Reciclado del material: energía, CO2 y fracción reciclable

Reciclaje	✓
Contenido en energía, reciclado	36,4 – 40,3 MJ/kg
Huella de CO2, reciclado	2 – 2,2 kg/kg
Fracción reciclable en suministro habitual	0,672 – 0,742 %
Reciclado inferior	✓
Combustión para recuperar energía	✓
Calor neto de combustión	25,9 – 27,2 MJ/kg
Combustión CO2	2,15 – 2,25 kg/kg
Vertedero	✓
Biodegradable	✗
Ratio de toxicidad	No tóxico
Fuente renovable	✗

Tabla 24 Reciclado del metacrilato: energía, CO2 y fracción reciclable. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Marca de reciclaje



**OTROS**

Ilustración 29: Marca de reciclaje de plásticos. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Condiciones del encargo

Este material va a ser destinado para los componentes de la caja. Estas piezas van a ser fabricadas a partir de planchas de 2mm de espesor de metacrilato y cortadas al láser, por lo que se encargará como planchas transparentes de espesor 2mm.

La imagen muestra una interfaz de usuario para configurar un pedido de una placa rectangular. A la izquierda, se visualiza un diagrama de la placa con sus dimensiones: longitud de 230 cm y anchura de 110 cm. A la derecha, se encuentran los campos de configuración y los detalles del producto:

- Dimensiones: 230 cm x 110 cm.
- Espeor: 2 mm.
- Opciones: Añadir agujeros de perforación, Añadir recorte.
- Botón: Compartir.
- Producto: Rectángulo 230 x 110 cm.
- Precios: 73,24 € (IVA excluido) y 88,63 € (IVA incluido).
- Estado: En stock: 1000+ m2.
- Plazo de entrega previsto: 14 - 21 junio.

Ilustración 30 Captura de la web planchas de plástico. (Planchasdeplastico.es, s.f.)



Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

### Ácido poliláctico (PLA)

Este material es conocido como ácido poliláctico (PLA), un termoplástico biodegradable obtenido a partir del ácido láctico natural. El PLA se produce principalmente a partir de fuentes renovables como el maíz o la leche. Tiene una apariencia similar al poliestireno transparente y exhibe propiedades estéticas como brillo y transparencia. Aunque es un material duro y frágil por naturaleza, se pueden agregar plastificantes para ampliar su rango de aplicaciones.

Este biopolímero, como el resto de termoplásticos, puede extruirse, moldearse o termoformarse.

En este caso el PLA se va a utilizar como material para los centradores y los puentes. Estos componentes van a ser impresos en una impresora 3D.



Ilustración 31 Piezas de PLA hechas por Impresión 3D. Elaboración propia.

### Propiedades generales

Precio	2,41 – 2,85 EUR/Kg
Densidad	1,24e3 – 1,27e3 kg/m <sup>3</sup>

Tabla 25 Propiedades generales del PLA (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	3,3 – 3,6 GPa
Módulo de cortante	1,2 – 1,29 GPa
Módulo en volumen	5,7 – 6,3 GPa
Coefficiente de Poisson	0,38 – 0,4
Límite elástico	50 - 55 MPa
Resistencia a tracción	55 - 72 MPa
Resistencia a compresión	66 -86,4 MPa
Elongación	2,5 – 6 % strain
Dureza-Vickers	17 – 22 HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	22,2 – 27,7 MPa
Tenacidad a fractura	3,34 – 4,79 MPa.m <sup>0,5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	0,0747 – 0,0793

Tabla 26 Propiedades mecánicas del PLA (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	145 – 175 °C
Temperatura de vitrificación	51,9 – 59,9 °C
Máxima temperatura en servicio	44,9 – 54,9 °C
Mínima temperatura en servicio	-20,2 - -12,2 °C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante
Conductividad térmica	0,13 – 0,16 W/m.°C
Calor específico	1,18e3- 1,21e3 J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	126 - 145 $\mu$ strain/°C

Tabla 27 Propiedades térmicas del PLA (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante
Resistividad eléctrica	3,1e17 – 6e17 $\mu$ ohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	3,04 – 3,16
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,00909 – 0,011
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	16,4 – 17 MV/m

Tabla 28 Propiedades eléctricas del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Propiedades ópticas

Transparencia	Transparente
Índice de refracción	1,44 – 1,46

Tabla 29 Propiedades ópticas del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Procesabilidad

Moldeabilidad	4 – 5
Conformabilidad	4 – 5
Mecanizabilidad	4 – 5
Soldabilidad	3 – 4

Tabla 30 Procesabilidad del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas

Agua dulce	Aceptable
Agua salada	Aceptable
Suelos ácidos (turba)	Inaceptable
Suelos alcalinos (arcilla)	Inaceptable
Vino	Excelente

Tabla 31 Durabilidad del PLA: agua y disoluciones acuosas. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Producción de materia prima: CO<sub>2</sub>, energía y agua

Contenido en energía, producción primaria	42,6 – 47,2 MJ/kg
Huella de CO <sub>2</sub> , producción primaria	2,16 – 2,4 kg/kg
Agua consumida	19,8 – 21,8 l/kg

Tabla 32 Producción de materia prima (PLA): CO<sub>2</sub>, energía y agua (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Procesado de material: energía

Energía en extrusión de polímeros	5,79 – 6,09 MJ/kg
Energía en moldeo de polímeros	14 – 14,7 MJ/kg
Energía de desbaste (p/u peso eliminado)	0,532 – 0,559 MJ/kg
Energía de mecanizado final (p/u peso eliminado)	0,934 – 0,975 MJ/kg
Energía de lijado (p/u peso eliminado)	1,38 – 1,45 MJ/kg

Tabla 33 Procesado del PLA: energía. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Procesado del material: huella de CO2

CO2 en extrusión de polímeros	0,434 – 0,456 kg/kg
CO2 en moldeo de polímeros	1,05 – 1,1 kg/kg
CO2 de desbaste (p/u peso eliminado)	0,0399 – 0,042 kg/kg
CO2 de mecanizado final (p/u peso eliminado)	0,0698 – 0,0734 kg/kg
CO2 de lijado (p/u peso eliminado)	0,103 – 0,109 kg/kg

Tabla 34 Procesado del PLA: Huella de CO2. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Reciclado del material: energía, CO2 y fracción reciclable

Reciclaje	✓
Contenido en energía, reciclado	14,5 – 16,1 MJ/kg
Huella de CO2, reciclado	0,738 – 0,816 kg/kg
Fracción reciclable en suministro habitual	0,1 – 1,1 %
Reciclado inferior	✓
Combustión para recuperar energía	✓
Calor neto de combustión	18,9 – 19,9 MJ/kg
Combustión CO2	1,8 – 1,9MJ/kg
Vertedero	✓
Biodegradable	✓
Ratio de toxicidad	No tóxico
Fuente renovable	✓

Tabla 35 Reciclado del PLA: energía, CO2 y fracción reciclable. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

### Marca de reciclaje



**OTROS**

Ilustración 32: Marca de reciclaje del PLA. (Granta EduPack 2022 R2, s.f.)

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

## Condiciones del encargo

Este material va a ser destinado para los centradores y para los puentes. Estas piezas van a ser modeladas en impresión 3D por lo que se van a fabricar a partir de la bobina de filamento PLA LEON 3D.



Ilustración 33: Captura de la página web del Leroy Merlin. (Leroy Merlin, s.f.)

## 3.3.2. Condiciones técnicas de la fabricación y montaje

### 3.3.2.1. Procesos de fabricación

#### *Mecanizado por corte láser*

Este método es el escogido para la fabricación de las piezas de la caja, es decir, aquellas que como material emplean planchas de metacrilato de espesor 2mm.

Se ha seleccionado el proceso de fabricación de corte láser debido a su idoneidad dentro de las opciones disponibles, gracias a su velocidad y la limpieza del corte resultante. Este método se clasifica como un mecanizado no convencional.

Los materiales adecuados para el corte láser incluyen cerámicas, termoplásticos, termoestables, metales férricos, metales no férricos e incluso vidrio, siempre y cuando se presenten en forma de chapa o chapa corrugada.

Si bien el equipamiento necesario para llevar a cabo este proceso de fabricación es costoso, posee la ventaja de ser rápido y puede ser completamente automatizado. No obstante, es importante tomar precauciones ambientales al utilizar el láser. Además, este proceso genera humos, por lo que se requiere un sistema de ventilación obligatorio.

El corte láser es un proceso térmico en el que la energía de un haz de luz focalizado es absorbida por el material, lo que provoca su vaporización y, por consiguiente, el corte. El calor necesario para lograr esta evaporación es suministrado por un sistema compuesto por la fuente del láser y la boquilla. La boquilla, a su vez, incorpora la óptica de focalización y permite el flujo del gas de aporte. Todo esto está acoplado a un conjunto mecánico que permite el movimiento relativo entre el haz láser y la pieza que se va a cortar. (Bachs, Cuesta, & Careles, 1988)

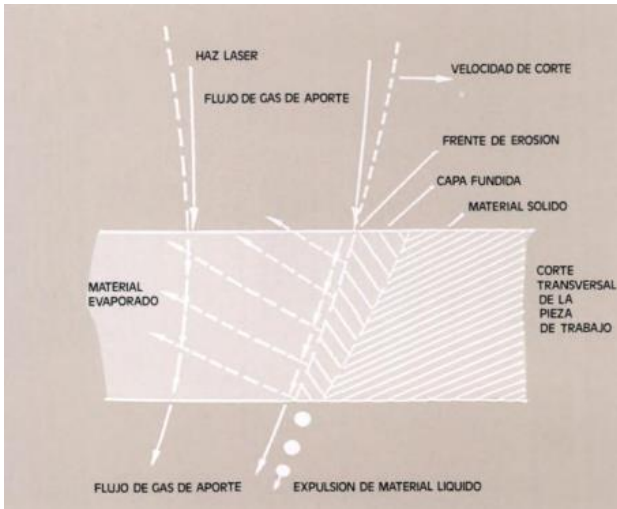


Ilustración 34 Geometría del proceso de corte. (Bachs, Cuesta, & Careles, 1988)

Este método se utiliza ampliamente en la industria de los plásticos debido a su gran aplicabilidad en el procesamiento de materiales no metálicos. Los plásticos tienen la capacidad de absorber la radiación emitida por un láser de CO<sub>2</sub> en un porcentaje extremadamente alto, casi alcanzando el 100%. El alto nivel de absorción permite trabajar con láseres con potencias bajas y alcanzar altas velocidades con los láseres con potencias altas.

Aun así, la calidad del corte depende del tipo de plástico empleado, ya que cada uno tiene un comportamiento diferente frente a la radiación. Se obtienen mejores resultados con aquellos que tienen un punto de fusión elevado, es decir, que no sufren descomposición con el aumento de la temperatura. Además de esto, existen otros factores que dictan la calidad del corte, entre los que encontramos la distancia entre el punto focal del láser y la superficie del material. Es por esto por lo que, en los materiales con variabilidad de forma y espesor, el ancho del corte y la forma de este pueden variar. (Bachs, Cuesta, & Careles, 1988)

Por ejemplo, el PMMA de espesor 2 mm debe ser cortado con una potencia de láser de 1200 W a una velocidad de corte de 40 m/min, aportando aire, o con una potencia de 100W, a una velocidad de corte de 2,5 m/min aportando nitrógeno. Además, se destaca que el corte de metacrilato es el que obtiene mejores resultados, ya que al contrario de con el policarbonato, la superficie de la pieza no corre peligro de quedar manchada. (Bachs, Cuesta, & Careles, 1988)

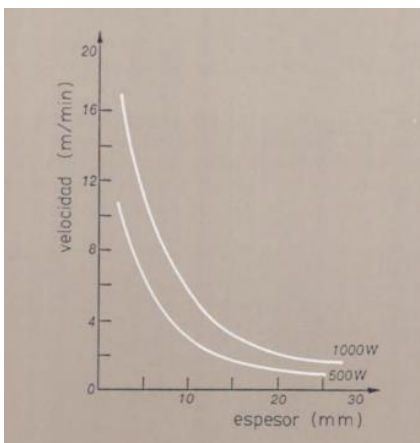


Ilustración 35: Curva de velocidad frente a espesor para el metacrilato. (Bachs, Cuesta, & Careles, 1988)



*Ilustración 36: Corte de metacrilato con láser. (Tomas y Saez, 2021)*

### *Impresión 3D*

El método de impresión 3D, en concreto la inyección de material, es el escogido para la fabricación del puente y de los centradores.

La fabricación aditiva es una familia de procesos que utiliza la tecnología de impresión 3D para generar objetos mediante la adición de material en capas sucesivas que forman un modelo tridimensional. Los materiales más comúnmente utilizados en la impresión 3D son aleaciones de plástico y metal, pero este proceso es adaptable a una amplia gama de materiales, incluyendo hormigón y tejidos biológicos.

Este método de fabricación tiene diversas aplicaciones, como la creación de prototipos, la producción de piezas optimizadas y la fabricación de productos funcionales mejorados. También se utiliza en la fabricación de implantes médicos personalizados, herramientas, plantillas y moldes, así como en la creación de patrones de fundición de metal. La fabricación aditiva ofrece ventajas en términos de diseño y producción, permitiendo la creación de formas complejas y la personalización de productos de acuerdo con las necesidades específicas. (Datech, s.f.)

Hay diversas técnicas de impresión 3D, como por ejemplo la FDM, el proceso SLS, el DLP, la EBM, el DMLS, la SGC y la SLA. (Datech, s.f.)

La tecnología de impresión 3D más ampliamente utilizada en la actualidad es la modelación por deposición fundida (FDM, por sus siglas en inglés). Este método funciona mediante la fusión de un filamento de plástico, el cual se deposita capa por capa sobre una plataforma de impresión. A medida que cada capa se adhiere, el plástico fundido se extruye para crear un objeto tridimensional. (Datech, s.f.)

El proceso de FDM es adecuado para una variedad de materiales, como el PLA, el ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y el nailon, entre otros. Debido a su versatilidad y facilidad de uso, esta tecnología es la opción más popular tanto entre aficionados como entre profesionales de la impresión 3D. (Datech, s.f.)

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

Un beneficio adicional del FDM es su relativo bajo costo en comparación con otras tecnologías de impresión 3D. Las impresoras FDM suelen ser más asequibles, lo que las hace accesibles para una amplia gama de usuarios.

El proceso de Sinterización Láser Selectiva (SLS) es considerado como uno de los más avanzados en la tecnología de impresión 3D. Este método es capaz de trabajar con una amplia gama de materiales, incluyendo plásticos, metales y cerámicas. En el proceso de SLS, se utiliza un láser de CO2 para fusionar selectivamente las partículas de polvo en cada capa, permitiendo la creación de objetos en 3D. (Datech, s.f.)

Debido a su capacidad para trabajar con diferentes materiales y su alta resolución, el SLS se ha convertido en una opción popular en la impresión 3D industrial. Este proceso ofrece una mayor precisión y calidad en comparación con otras tecnologías. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el costo de una impresora SLS suele ser superior al de una impresora FDM, lo que la hace más común en entornos industriales y profesionales especializados. (Datech, s.f.)

La tecnología de Procesamiento Digital de la Luz (DLP) se basa en el uso de un proyector para endurecer una resina de fotopolímero, capa por capa. Este enfoque es especialmente adecuado para la creación de objetos 3D altamente detallados, con un acabado superficial suave y de alta calidad. (Datech, s.f.)

Una de las principales ventajas de la impresión DLP es su capacidad para producir piezas 3D complejas en tiempos de impresión más cortos en comparación con otras tecnologías. Esto se debe a que el proyector puede solidificar grandes áreas de resina simultáneamente, lo que acelera el proceso de impresión. (Datech, s.f.)

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el costo de una impresora DLP suele ser mayor que el de una impresora 3D FDM o SLS. Esto se debe a la tecnología más avanzada que implica el uso de proyectores y resinas especiales. Aunque el costo puede ser una limitación, la impresión DLP sigue siendo una opción popular para aquellos que buscan obtener resultados de alta calidad y detalles precisos en sus impresiones 3D. (Datech, s.f.)

La tecnología de fusión por haz de electrones (EBM) utiliza un haz de electrones en lugar de un láser para fundir el polvo metálico y crear objetos 3D de alta precisión. Esta técnica es ideal para geometrías complejas y se aplica en sectores como la aeroespacial y médica. Aunque el costo de una impresora EBM es más elevado que las de FDM o SLS, ofrece una calidad superior y propiedades mecánicas destacadas. Esta tecnología se utiliza en entornos industriales y de investigación especializados. (Datech, s.f.)

El DMLS (Sinterizado Láser Directo de Metal) es una tecnología de impresión 3D exclusiva para metales. Similar al SLS, produce piezas detalladas y precisas con acabado liso. Aunque el costo de una impresora DMLS es alto, es ideal para aplicaciones que requieren componentes metálicos de alta calidad y precisión. Se utiliza en entornos industriales y de investigación especializados. (Datech, s.f.)

El SLA (estereolitografía) es una técnica de impresión 3D que utiliza resinas líquidas fotopoliméricas solidificadas por un láser ultravioleta. Se construyen capas sucesivas de resina sólida para crear el objeto deseado. El SLA se utiliza para la fabricación de piezas finales, así como para la creación de modelos y patrones. (Datech, s.f.)

SGC (fotopolimerización por luz ultravioleta) es una tecnología similar a la estereolitografía (SLA), pero en lugar de utilizar resina, se emplea un recipiente de polímero líquido. Se aplica la fotopolimerización por absorción de fotones para solidificar el polímero y construir capas sucesivas. (Datech, s.f.)

En este caso concreto se ha tomado la decisión de utilizar la FDM ya que como se ha comentado anteriormente es la más utilizada, tanto por el coste de la impresora como del material. Además, las piezas a imprimir son bastante sencillas por lo que con este método no habría problema. El material utilizado en la FDM es el PLA. Y la impresora 3D empleada es la Artilleri Sidewinder X1 de la empresa Artillery, cuyo volumen de trabajo es de 300x300x400 mm y cuya velocidad máxima de impresión es de 150 mm/s. La capa de resolución es de entre 0,1 y 0,35 mm. El filamento utilizado es de la marca Pla Bioplaxtic, en concreto la bobina tiene un diámetro de 1,75 mm y un peso de 850 gr.

Este proceso no tiene ningún peligro medioambiental específico.

### 3.3.2.2. Fabricación y montaje por piezas

#### Puente

Esta pieza se va a fabricar en impresión 3D. Primero se diseña la pieza, en este caso con el programa Solidworks. A continuación, se guarda en formato stl, para así con el programa Cura dar los ajustes de la impresión y configurar también la posición en la que se va a imprimir. Los ajustes para la impresión son los siguientes:

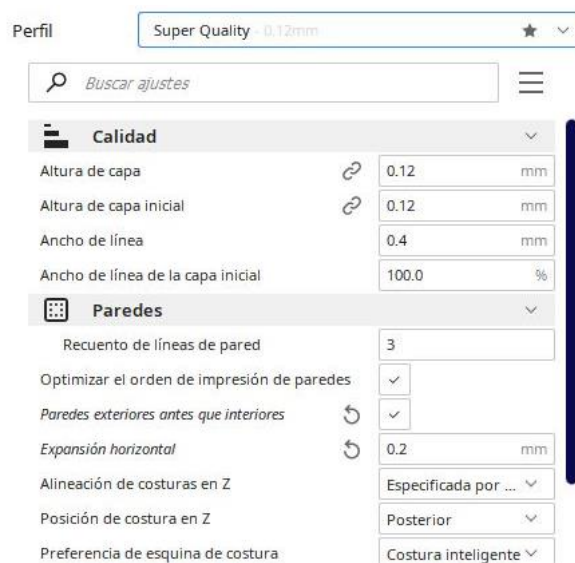


Ilustración 37 Ajustes de impresión. Calidad y paredes. Elaboración propia









 <b>Calidad</b>	<
 <b>Paredes</b>	<
 <b>Superior o inferior</b>	∨
Capas superiores	7
Capas inferiores	7
Patrón superior/inferior	Líneas ∨
 <b>Relleno</b>	∨
Densidad de relleno	20.0 %
Patrón de relleno	Cúbico ∨
Conectar líneas de relleno	<input type="checkbox"/>
Recuento de líneas de pared adicional	0
Porcentaje de superposición del relleno	30.0 %
Relleno antes que las paredes	<input type="checkbox"/>
 <b>Material</b>	∨
Temperatura de impresión	200.0 °C
Temperatura de impresión de la capa inicial	200.0 °C
Temperatura de la placa de impresión	 50 °C
Flujo	100.0 %

Ilustración 38 Ajustes de impresión. Capas, relleno y material. Elaboración propia.






 <b>Velocidad</b>	∨
Velocidad de impresión	50.0 mm/s
Velocidad de relleno	50.0 mm/s
Velocidad de pared exterior	25.0 mm/s
Velocidad de pared interior	25.0 mm/s
Velocidad superior/inferior	25.0 mm/s
Velocidad de soporte	 25.0 mm/s
Velocidad de desplazamiento	150.0 mm/s
Velocidad de capa inicial	20.0 mm/s
 <b>Desplazamiento</b>	∨
Habilitar la retracción	<input checked="" type="checkbox"/>
Retracción en el cambio de capa	<input type="checkbox"/>
Distancia de retracción	5.0 mm
Velocidad de retracción	45.0 mm/s
Modo Peinada	 No en el forro ∨
Retracción antes de la pared exterior	 <input checked="" type="checkbox"/>
Distancia para evitar al desplazarse	0.625 mm
Salto en Z en la retracción	<input type="checkbox"/>

Ilustración 39 Ajustes de impresión. Velocidad y desplazamiento. Elaboración propia.

La altura de capa seleccionada es de 0,12mm, es decir, en el modo Super Quality. La densidad del relleno es de 20%. La temperatura de impresión es de 200°C.

En este caso, la pieza se ha colocado con el lateral largo como base, para conseguir así un menor número de soportes. Además, se puso una pequeña falda (en azul) para evitar así que se desprege o convexe.

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

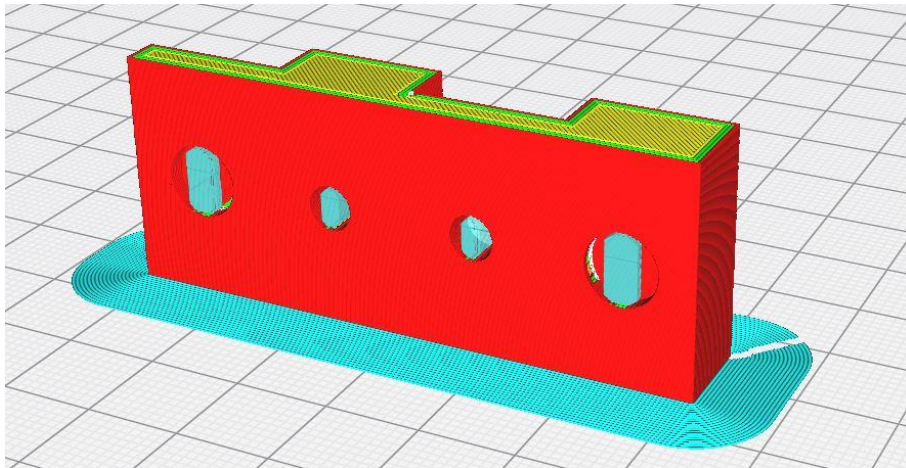


Ilustración 40 Captura de la simulación de impresión en Cura. Elaboración propia.

Cada uno de los puentes necesita un tiempo de impresión de 1 hora y 58 minutos. Pesa 8 gramos y necesita 2,75 metros de filamento.

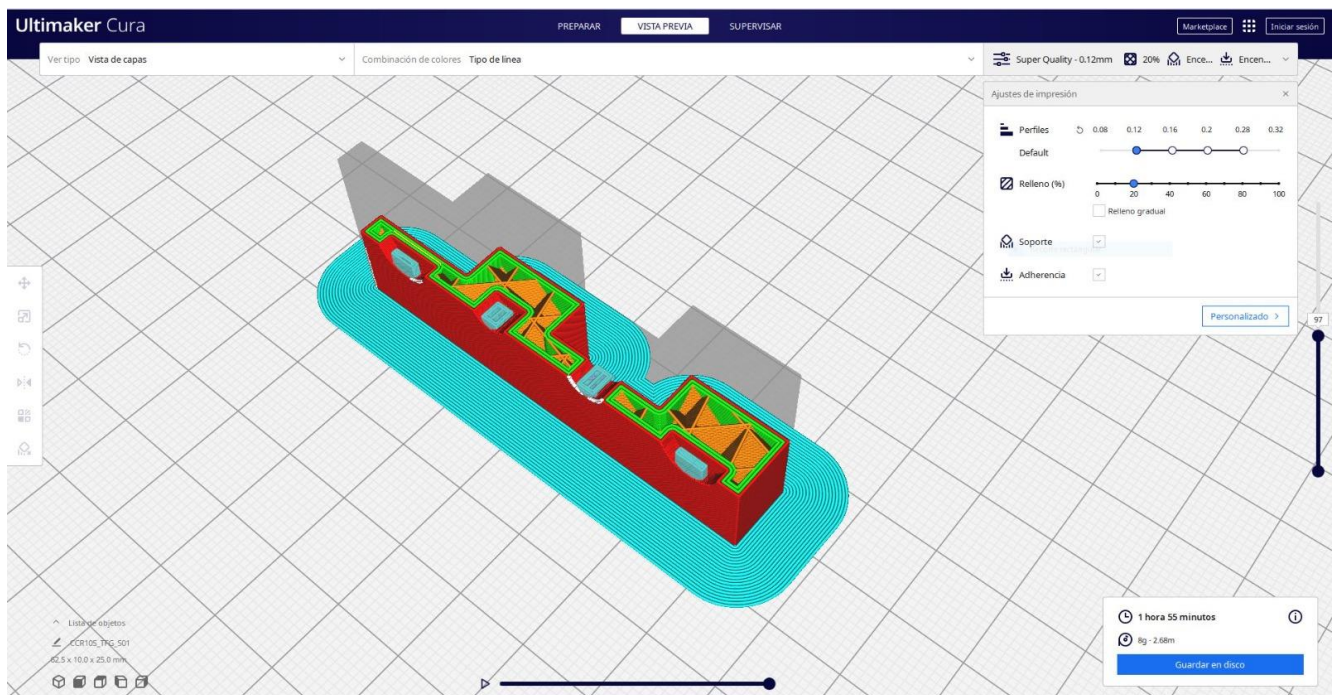


Ilustración 41 Captura de Cura. Sección de la impresión 3D del puente. Elaboración propia

Una vez impresa se quitaron los soportes, es decir, todo lo que está representado en azul en la imagen, la falda y los soportes para evitar que se cierren los agujeros. También se lija y se imprima para así después, al pintarlo y darle el color deseado, en este caso el blanco, evitar los poros y dejar un acabado uniforme.

### Centradores

Esta pieza se va a fabricar en impresión 3D. Primero se diseña la pieza, en este caso con el programa Solidworks. A continuación, se guarda en formato stl, para así con el programa Cura dar los ajustes de la impresión y configurar también la posición en la que se va a imprimir. Los ajustes para la impresión son los mismos que en el apartado anterior, donde la altura de capa seleccionada es de 0,12mm, es decir, en el modo Super Quality, la densidad del relleno de 20% y la temperatura de impresión de 200°C.

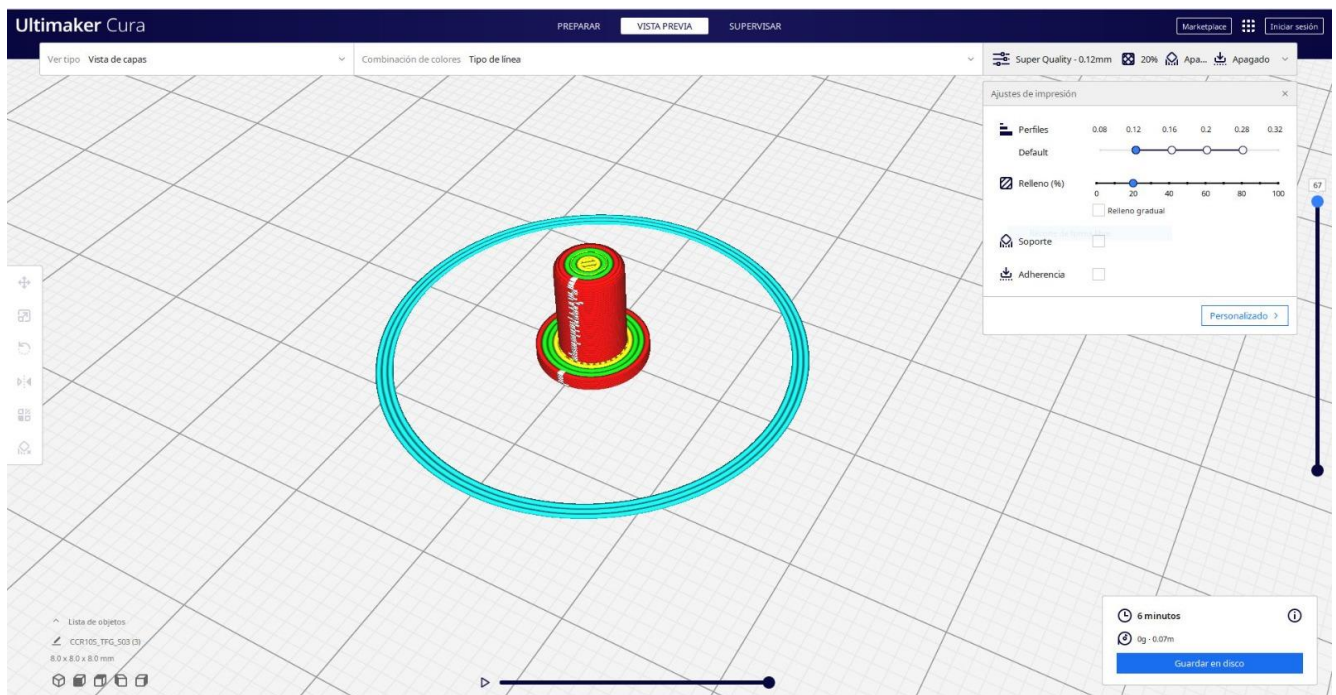


Ilustración 42 Captura de Cura. Impresión 3D de Centraedores. Elaboración propia.

La base escogida es la que tiene un diámetro mayor, y en este caso, no necesita ningún soporte.

Esta pieza requiere de 6 minutos para su impresión.

También se lija, al igual que el puente y se imprima para así después, al pintarlo y darle el color deseado, en este caso el blanco, evitar los poros y dejar un acabado uniforme.

### Caja

Todos los componentes de la caja que son de PMMA, se van a fabricar mediante corte láser. Primero se diseña la pieza, en este caso con la aplicación Solidworks, para a continuación guardarlo en formato dxf. Luego este archivo se abre en el programa especializado de la propia cortadora láser, y se programa el corte, especificando parámetros como grosor y calidad del corte, espesor del material, entre otros. En este caso se escogió el grosor de corte mínimo y centrado, es decir, que corta justo por la línea marcada, y a calidad alta, con un espesor de material de 2mm.

## 3.4. Pruebas y ajustes finales de fabricación

En cuanto al montaje final del prototipo, todas las piezas encajan perfectamente unas con otras, aunque hubo algunas complicaciones que de cara a un nuevo prototipo han de mejorarse.

En primer lugar, el adhesivo empleado deja un resto transparente pero visible, haciendo que la unión no quede todo lo limpia que debería.

En segundo lugar, las capas de pintura deben ser más finas, o dar mayor diámetro al agujero donde va el centrador en el puente, evitando así que queden pequeños o demasiado ajustados.

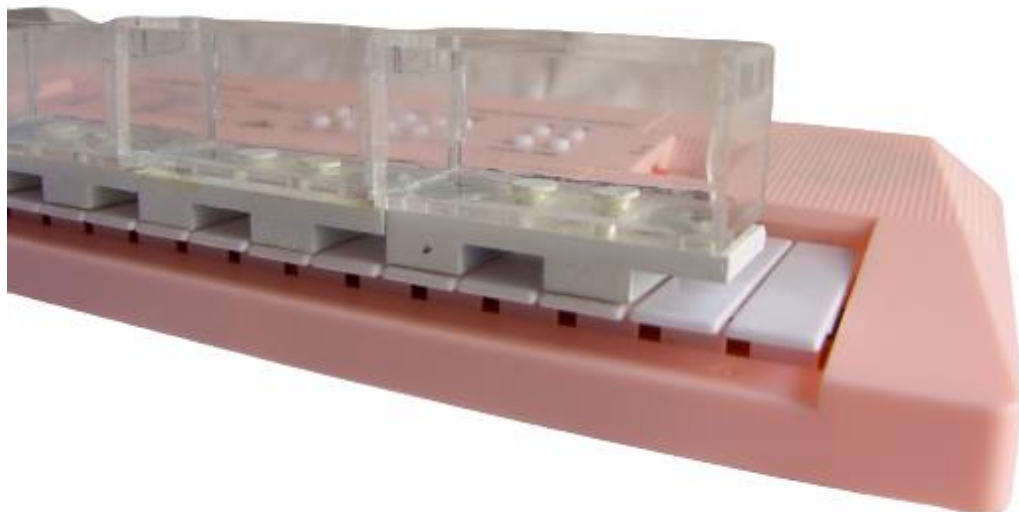
Por otro lado, las pruebas en cuanto a ajuste y tamaño de este han resultado satisfactorias, y al pulsar la caja suenan ambas notas donde apoya el puente de forma perfecta.

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

En conclusión, una vez el prototipo se ha fabricado y montado se puede decir que cumple con las expectativas, siendo así posible hacer una prueba en el CAT con una terapeuta y un niño con TEA.



*Ilustración 43 Resultado final rediseño piano. (Elaboración propia)*



*Ilustración 44 Detalle caja y puente. (Elaboración propia)*

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.



*Ilustración 45 Detalle montaje caja sobre puente. (Elaboración propia)*



*Ilustración 46 Cajas con objetos en su interior sobre el piano. (Elaboración propia)*

## 4. PRESUPUESTO

## 4.1. Tabla de referencia

### NOMBRE DEL COMPONENTE

#### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Material	
Suministro	
Precio	
Volumen	
Masa	
Unidades	
Coste (en €)	

**SUBTOTAL 1:**

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Producto	
Precio	
Unidades	
Coste (en €)	

**SUBTOTAL 2:**

**TOTAL DEL PARCIAL 1:**

#### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	
Operación	
Tipo de operario	
Tiempo de operación	
Tasa horaria	
Coste (en €)	

**SUBTOTAL 1:**

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Operación	
Coste (en €)	

**SUBTOTAL 2:**

**TOTAL DEL PARCIAL 2:**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	
-----------------------------	--

## 4.2. Componentes comerciales

### PIANO DE JUGUETE

#### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 1: 0,00€</b>	

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Producto	Piano de juguete BF-3738C
Precio	26,99 €/unidad
Unidades	1
Coste (en €)	26,99
<b>SUBTOTAL 2: 26,99€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 26,99€**

#### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 1: 0,00€</b>	

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 0,00€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>26,99€</b>
-----------------------------	---------------



## IMÁN

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 1: 0,00€**

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Producto	Imán neodimio Ø8mm h=2mm
Precio	0,43 €/unidad
Unidades	10
Coste (en €)	4,30

**SUBTOTAL 2: 4.30€**

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 4,30€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 1: 0,00€**

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 2: 0,00€**

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 0,00€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>4,30€</b>
-----------------------------	--------------

## ARANDELA

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 1: 0,00€**

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Producto	Arandela DIN 7349 M3
Precio	0,04 €/unidad
Unidades	10
Coste (en €)	

**SUBTOTAL 2: 0,40€**

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,40€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 1: 0,00€**

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 2: 0,00€**

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 0,00€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>0,40€</b>
-----------------------------	--------------

### 4.3. Piezas diseñadas

#### BASE CAJA

##### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Material	PMMA
Suministro	Planchas de 230x110 cm y espesor 2mm
Precio	35,03 €/m <sup>2</sup>
Superficie	0,001875 m <sup>2</sup>
Unidades	5
Coste (en €)	0,33
<b>SUBTOTAL 1: 0,33€</b>	

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,33€**

##### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		
Operación	Preparación corte láser	Mecanizado corte láser
Tipo de operario	Operario de segunda	Operario de segunda
Tiempo de operación	0,083h	-
Longitud del trazo	-	228 mm
Tasa horaria (€/h)	10,9	-
Cantidad	1	5
Coste (en €)	0,90	2,00
<b>SUBTOTAL 1: 2,90€</b>		

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 2,90€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>3,23€</b>
-----------------------------	--------------

## LATERAL CAJA

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Material	PMMA
Suministro	Planchas de 230x110 cm y espesor 2mm
Precio	35,03 €/m <sup>2</sup>
Superficie	0,001875 m <sup>2</sup>
Unidades	10
Coste (en €)	0,66
<b>SUBTOTAL 1: 0,66€</b>	

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,66€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		
Operación	Preparación corte láser	Mecanizado corte láser
Tipo de operario	Operario de segunda	Operario de segunda
Tiempo de operación	0,083h	-
Longitud del trazo	-	201 mm
Tasa horaria (€/h)	10,9	-
Cantidad	1	10
Coste (en €)	0,90	3,50
<b>SUBTOTAL 1: 4,40€</b>		

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 4,40€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>5,06€</b>
-----------------------------	--------------

## TAPA CAJA

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Material	PMMA
Suministro	Planchas de 230x110 cm y espesor 2mm
Precio	35,03 €/m <sup>2</sup>
Superficie	0,001875 m <sup>2</sup>
Unidades	5
Coste (en €)	0,33
<b>SUBTOTAL 1: 0,33€</b>	

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,33€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		
Operación	Preparación corte láser	Mecanizado corte láser
Tipo de operario	Operario de segunda	Operario de segunda
Tiempo de operación	0,083h	-
Longitud del trazo	-	213 mm
Tasa horaria (€/h)	10,9	-
Cantidad	1	5
Coste (en €)	0,90	1,85
<b>SUBTOTAL 1: 2,75€</b>		

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 2,75€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>3,08€</b>
-----------------------------	--------------

## FRONTAL CAJA

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Material	PMMA
Suministro	Planchas de 230x110 cm y espesor 2mm
Precio	35,03 €/m <sup>2</sup>
Superficie	0,0009 m <sup>2</sup>
Unidades	10
Coste (en €)	0,31

**SUBTOTAL 1: 0,31€**

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 2: 0,00€**

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,31€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		
Operación	Preparación corte láser	Mecanizado corte láser
Tipo de operario	Operario de segunda	Operario de segunda
Tiempo de operación	0,083h	-
Longitud del trazo	-	135 mm
Tasa horaria (€/h)	10,9	-
Cantidad	1	5
Coste (en €)	0,90	2,40

**SUBTOTAL 1: 3,30€**

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00

**SUBTOTAL 2: 0,00€**

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 3,30€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>3,61€</b>
-----------------------------	--------------

## CENTRADOR

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>			
Material	PLA	Imprimación	Pintura
Suministro	Bobina filamento 850gr	Aerosol 400ml	Aerosol 400ml
Precio	16,47€/kg	19,78€/l	6,98€/l
Masa	0,001kg	-	-
Rendimiento	-	1,5m <sup>2</sup>	1,7m <sup>2</sup>
Superficie	-	0,000228m <sup>2</sup>	0,000228m <sup>2</sup>
Unidades	10	10	10
Coste (en €)	0,20	0,02	0,01
			<b>SUBTOTAL 1: 0,23€</b>

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,23€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>				
Operación	Preparación impresión	Impresión 3D	Imprimir	Pintar
Tipo de operario	Operario de segunda	-	Operario de tercera	Operario de tercera
Tiempo de operación	0,083h	-	0,028h	0,028h
Tasa horaria (€/h)	10,9	-	9,5	9,5
Tiempo impresión	-	6 min	-	-
Coste impresora	-	493,81€	-	-
Retorno inversión	-	1 año	-	-
Uso diario	-	6 horas	-	-
Coste esperado reparaciones	-	15%	-	-
Coste maquina y mantenimiento	-	0,03€	-	-
Cantidad	1	10	10	10
Coste (en €)	0,90	0,30	0,27	0,27
				<b>SUBTOTAL 1: 1,74€</b>

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 1,74€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>1,97€</b>
-----------------------------	--------------

## PUENTE

### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>			
Material	PLA	Imprimación	Pintura
Suministro	Bobina filamento 850gr	Aerosol 400ml	Aerosol 400ml
Precio	16,47€/kg	19,78€/l	6,98€/l
Masa	0,008kg	-	-
Rendimiento	-	1,5m <sup>2</sup>	1,7m <sup>2</sup>
Superficie	-	0,00497m <sup>2</sup>	0,00497m <sup>2</sup>
Unidades	5	5	5
Coste (en €)	0,66	0,13	0,05
			<b>SUBTOTAL 1: 0,84€</b>

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 0,84€**

### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>				
Operación	Preparación impresión	Impresión 3D	Imprimir	Pintar
Tipo de operario	Operario de segunda	-	Operario de tercera	Operario de tercera
Tiempo de operación	0,083h	-	0,0625h	0,0625h
Tasa horaria (€/h)	10,9	-	9,5	9,5
Tiempo impresión	-	1h 58min	-	-
Coste impresora	-	493,81€	-	-
Retorno inversión	-	1 año	-	-
Uso diario	-	6 horas	-	-
Coste esperado reparaciones	-	15%	-	-
Coste maquina y mantenimiento	-	0,51€	-	-
Cantidad	1	5	5	5
Coste (en €)	0,90	2,55	2,97	2,97
				<b>SUBTOTAL 1: 9,39€</b>

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 9,39€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>10,23€</b>
-----------------------------	---------------



## 4.4. Montaje final

### MONTAJE FINAL

#### COSTE DE MATERIALES

<b>MATERIA PRIMA</b>	
Material	Pegamento UHU Max Repair
Suministro	Tubo 20g
Precio	351,20€/kg
Requerido	0,011kg
Coste (en €)	3,86
<b>SUBTOTAL 1: 3,86€</b>	

<b>PRODUCTOS SUBCONTRATADOS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 1: 3,86€**

#### COSTE DE LA MANO DE OBRA

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	
Operación	Ensamble del producto
Tipo de operario	Operario de tercera
Tiempo de operación	0,33
Tasa horaria	9,5€/h
Coste (en €)	3,14
<b>SUBTOTAL 1: 3,14€</b>	

<b>OPERACIONES SUBCONTRATADAS</b>	
Coste (en €)	0,00
<b>SUBTOTAL 2: 0,00€</b>	

**TOTAL DEL PARCIAL 2: 3,14€**

<b>COSTE DE FABRICACIÓN</b>	<b>7,00€</b>
-----------------------------	--------------

## 4.5. Tabla resumen

Denominación	Coste material (TP1) (€)	Coste mano de obra (TP2) (€)	Coste total (€)
Piano	26,99	0,00	26,99
Imán	4,30	0,00	4,30
Arandela	0,40	0,00	0,40
Base caja	0,33	2,90	3,23
Lateral caja	0,66	4,40	5,06
Tapa caja	0,33	2,75	3,08
Frontal caja	0,31	3,30	3,61
Centrador	0,23	1,74	1,97
Puente	0,84	9,39	10,23
Montaje	3,86	3,14	7,00
<b>Total</b>	<b>38,25</b>	<b>27,62</b>	<b>65,87</b>

Tabla 36 Resumen presupuesto. (Elaboración propia).

## 4.6. Anexo I. Datos del presupuesto

Para el presupuesto de las piezas fabricadas mediante impresión 3D se han obtenido los datos relativos al coste de la maquina y del mantenimiento, así como los gastos de material, gracias a una calculadora online, Prusa3D – Calculadora del precio de impresión (Prusa 3D, s.f.).

Los datos relativos al centrador son los siguientes:

### Print Info

Printing Time: 0 h 6 m	Filament Weight: 1 g
------------------------	----------------------

### Filament

Filament Type: ESCOGER...	Markup: 20 %
Spool Price: € 14.99	Spool Weight: 850g
Total filament cost: € 0.02	

### Labor Cost

Print Preparation Time: 5 min	Print Preparation Cost: € 10.9 per Hour
Postprocessing Time: 0 min	Postprocessing Cost: € 15 per Hour
Total labor cost: € 0.91	

### Machine & upkeep cost

Printer Cost: € 493.81	Investment Return: 1 Years
Daily usage: 6 h	Repair Cost: 15 %
Total machine & upkeepcost: 0.03	

### Final Calculation

VAT: 0 %	Final price: € 0.96
----------	---------------------

Ilustración 47: Resultados de la calculadora de impresión 3D para el centrador. (Prusa 3D, s.f.)

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

En cambio, los datos relativos al puente son los siguientes:

#### Print Info

Printing Time: 1 h 58 m	Filament Weight: 8 g
-------------------------	----------------------

#### Filament

Filament Type: ESCOGER...	Markup: 20 %
Spool Price: € 14.99	Spool Weight: 850g
Total filament cost: € 0.17	

#### Labor Cost

Print Preparation Time: 5 min	Print Preparation Cost: € 10.9 per Hour
Postprocessing Time: 0 min	Postprocessing Cost: € 15 per Hour
Total labor cost: € 0.91	

#### Machine & upkeep cost

Printer Cost: € 492.	Investment Return: 1 Years
Daily usage: 6 h	Repair Cost: 15 %
Total machine & upkeepcost: 0.51	

#### Final Calculation

VAT: 0 %	Final price: € 1.59
----------	---------------------

*Ilustración 48 Resultados de la calculadora de impresión 3D para el puente. (Prusa 3D, s.f.)*

Por último, para los datos referentes al precio del corte láser, se preguntó al encargado de este, el cual teniendo en cuenta el precio de la máquina, la electricidad empleada, y demás componentes, además de la velocidad de corte y la longitud a cortar, dio el precio indicado en los apartados anteriores.

## Referencias

- Adecco. (s.f.). *Guia Salarial 2021*. Obtenido de Adecco: <https://www.adecco.es/guia-salarial/~media/adeccogroup/brands/adecco-global-2016/spain/media/PDF/Guia-Salarial-Adecco-2021-OK2.pdf>
- Amazon. (s.f.). *Baby Einstein, Andador y Mesa de Actividades Primeros Pasos 4 en 1 Mix 'N Roll, juguete de aprendizaje musical, 100+ sonidos, colores y animales, correpijotas, desarrollo motriz, a partir de 6 meses*. Obtenido de [https://www.amazon.es/Baby-Einstein-actividades-desarrollo-habilidades/dp/B08FBXT2KP/ref=sr\\_1\\_1\\_sspa?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=andador+bebe+sonido&sr=8-1-spons&sp\\_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1](https://www.amazon.es/Baby-Einstein-actividades-desarrollo-habilidades/dp/B08FBXT2KP/ref=sr_1_1_sspa?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=andador+bebe+sonido&sr=8-1-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1)
- Amazon. (s.f.). *BUYGER 34 Pcs Caja Registradora Juguete para Niños con Micrófono Electrónica Escáner Calculadora, Supermercado Compras Comida Juguetes Regalo para Niña Niño 3 Años*. Obtenido de [https://www.amazon.es/BUYGER-Registradora-Electr%C3%B3nica-Calculadora-Supermercado/dp/B09ZLC1JMV/ref=sr\\_1\\_1\\_sspa?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=caja+registradora+juguete&sr=8-1-spons&sp\\_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1](https://www.amazon.es/BUYGER-Registradora-Electr%C3%B3nica-Calculadora-Supermercado/dp/B09ZLC1JMV/ref=sr_1_1_sspa?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=caja+registradora+juguete&sr=8-1-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&psc=1)
- Amazon. (s.f.). *Docam Teclado de Piano para Niños, 37 Teclas Electrónico Piano Musical con Micrófono para Multifuncionales Portátiles Niños Cumpleaños Juguetes para 3 4 5 6 Años Niñas Niños (Rosa)*. Obtenido de [https://www.amazon.es/Docam-Electr%C3%B3nicos-Multifuncionales-Port%C3%A1tiles-Cumplea%C3%B1os/dp/B0B4VL9CWK/ref=sr\\_1\\_4?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=piano+juguete+8+a%C3%B1os&sr=8-4](https://www.amazon.es/Docam-Electr%C3%B3nicos-Multifuncionales-Port%C3%A1tiles-Cumplea%C3%B1os/dp/B0B4VL9CWK/ref=sr_1_4?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=piano+juguete+8+a%C3%B1os&sr=8-4)
- Amazon. (s.f.). *Imprimación universal spray PINTYPLUS ART & CRAFT 520cc*. Obtenido de Amazon: [https://www.amazon.es/dp/B00YEJ2CZE?psc=1&ref=ppx\\_yo2ov\\_dt\\_b\\_product\\_details](https://www.amazon.es/dp/B00YEJ2CZE?psc=1&ref=ppx_yo2ov_dt_b_product_details)
- Amazon. (s.f.). *Montana Colors MTN Hardcore Blanco Satinado, Spray 400ml*. Obtenido de [https://www.amazon.es/dp/B008UGFSQW?psc=1&ref=ppx\\_yo2ov\\_dt\\_b\\_product\\_details](https://www.amazon.es/dp/B008UGFSQW?psc=1&ref=ppx_yo2ov_dt_b_product_details)
- Amazon. (s.f.). *Pegamento extrafuerte UHU*. Obtenido de [https://www.amazon.es/dp/B013GHQB42?ref=ppx\\_yo2ov\\_dt\\_b\\_product\\_details&th=1](https://www.amazon.es/dp/B013GHQB42?ref=ppx_yo2ov_dt_b_product_details&th=1)
- Amazon. (s.f.). *Simba- ABC Bunttes Telefon/mit Verschiedenen Sounds/Drehbilderdisplay / 20cm (20 cm, con Diferentes Sonidos), Color 1. (104010016)*. Obtenido de [https://www.amazon.es/Simba-104010016-ABC-Multicolor-Diferentes/dp/B08FT8WHXX/ref=sr\\_1\\_6?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=juguete+botones+sonido&sr=8-6https://www.amazon.es/Simba-104010016-ABC-Multicolor-Diferentes/dp/B08FT8WHXX/ref=sr\\_](https://www.amazon.es/Simba-104010016-ABC-Multicolor-Diferentes/dp/B08FT8WHXX/ref=sr_1_6?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=juguete+botones+sonido&sr=8-6https://www.amazon.es/Simba-104010016-ABC-Multicolor-Diferentes/dp/B08FT8WHXX/ref=sr_)
- Amazon. (s.f.). *Tachan - Granja Musical Interactiva (73169001), color/modelo surtido*. Obtenido de [https://www.amazon.es/Tachan-Granja-Musical-Interactiva-73169001/dp/B0813L7BDC/ref=sr\\_1\\_3?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=granja+boton+ruido&sr=8-3](https://www.amazon.es/Tachan-Granja-Musical-Interactiva-73169001/dp/B0813L7BDC/ref=sr_1_3?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=granja+boton+ruido&sr=8-3)
- American Psychological Association APA. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders* (5th ed ed.). American Psychological Association. doi:<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

Artillery3D. (s.f.). *Artillery Sidewinder X1*. Obtenido de <https://artillery3d.es/artillery-sidewinder-x1/>

Bachs, L., Cuesta, J., & Careles, N. (1988). *Aplicaciones industriales del láser*. (Vol. 19). Productica.

BOE. (1985). *Real Decreto 2330/1985, de 6 de noviembre, por el que se aprueban las normas de seguridad de los juguetes, útiles de uso infantil y artículos de broma*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1985-26094>

BOE. (2008). *Decisión de la Comisión, de 21 de abril de 2008, por la que se exige a los Estados miembros que garanticen que en los juguetes magnéticos introducidos en el mercado o comercializados figure una advertencia relativa a los riesgos que presentan para la salud*.

BOE. (2011). *Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes*.

Bretones Rodríguez, A., & Calvo Escalona, R. (20 de Febrero de 2018). *Factores de riesgo del Trastorno del Espectro Autista*. Obtenido de Clinic Barcelona: <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/trastorno-del-espectro-autista/factores-de-riesgo#:~:text=Factores%20gen%C3%A9ticos.&text=El%20factor%20de%20riesgo%20m%C3%A1s,que%20en%20la%20poblaci%C3%B3n%20general>.

Datech. (s.f.). *Impresión 3D presente y futuro*. Obtenido de <https://www.datech.es/software/impresion-3d-presente-y-futuro/>

Downey, R., & K Rapport, M. (2012). *Motor activity in children with autism: a review of current literature. Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association, 24(1), 2–20*. Obtenido de <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e31823db95f>

Eltoro, T. (2016). *Integración Sensorial en personas con Trastorno del Espectro Autista*. Obtenido de <https://www.tayzaeltoro.es/ninos-autismo-alicante-yecla/>

Entaban. (s.f.). *Arandela plana DIN-7349 inoxidable*. Obtenido de [https://entaban.es/planas/3568-arandela-plana-din-7349-inoxidable.html#/4607-metrica\\_del\\_tornillo-3](https://entaban.es/planas/3568-arandela-plana-din-7349-inoxidable.html#/4607-metrica_del_tornillo-3)

Glasform. (s.f.). *Metacrilato*. Obtenido de <https://glasform.es/metacrilato-unico-plastico-que-se-regenera-sin-causar-residuos-toxicos/>

Granta EduPack 2022 R2. (s.f.). *Corte por chorro de agua*.

Granta EduPack 2022 R2. (s.f.). *Corte por láser*.

Granta EduPack 2022 R2. (s.f.). *Policarbonato (PC)*.

Granta EduPack 2022 R2. (s.f.). *Polímero PLA (poliácido láctico o ácido poliláctico)*.

Granta EduPack 2022 R2. (s.f.). *Polímero PMMA o Acrílico (Polimetacrilato o metacrilato de polimetilo)*.

HopToys. (s.f.). *Juego de motricidad de la boca*. Obtenido de <https://www.hoptoys.es/motricidad-buco-maxilar/juego-de-motricidad-de-la-boca-p-548.html>

Diseño de un juguete adaptado a niños con necesidades especiales. Trastorno del Espectro Autista.

HopToys. (s.f.). *Marionetas de las emociones*. Obtenido de <https://www.hoptoys.es/emociones-expresiones/marionetas-de-las-emociones-p-3455.html>

Leroy Merlin. (s.f.). *Bobina de filamento PLA LEON 3D Filamento 3D Bioplaxtic Pla+ 1,75-850Gr*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/productos/herramientas/makers/bobinas-de-filamento/bobina-de-filamento-pla-leon-3d-filamento-3d-bioplaxtic-pla-1-75-850gr-84631462.html?src=clk>

Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., Cermak, S., & Osten, E. T. (2007). *Concept evolution in sensory integration: a proposed nosology for diagnosis*. The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association. doi:10.5014/ajot.61.2.135

Ministries of Health and Education. (2016). *New Zealand Autism Spectrum Disorder Guideline*. Wellington: Ministry of Health.

Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

OMS. (29 de Marzo de 2023). *Autismo*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>

Planchasdeplastico.es. (s.f.). *Metacrilato XT transparente 2 mm*. Obtenido de <https://planchasdeplastico.es/producto/metacrilato-xt-transparente-2-mm/>

Prusa 3D. (s.f.). *Calculadora del precio de impresion*. Obtenido de Prusa 3D: [https://blog.prusa3d.com/es/calculadora-precio-impresion-3d\\_38905/](https://blog.prusa3d.com/es/calculadora-precio-impresion-3d_38905/)

Superimanes. (s.f.). *IMÁN NEODIMIO 8x2mm*. Obtenido de <https://www.superimanes.com/imanes-neodimio-potentes/imanes-neodimio-discos-redondos-pequenos-magneticos-de-1mm-hasta-9mm/imanes-neodimio-disco-magnetico-redondo-8x2mm-d-08-02>

Tomas y Saez. (16 de junio de 2021). *Cortar metacrilato: Ventajas del corte a laser*. Obtenido de Tsmetacrilatos: <https://tsmetacrilatos.com/cortar-metacrilato-ventajas-del-corte-a-laser/>

UNE. (2021). *UNE-EN 71-2:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0066252>

UNE. (2021). *UNE-EN 71-2:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad*. Obtenido de <https://en.tienda.aenor.com/norma-une-en-71-2-2021-n0066252>

UNE. (2021). *UNE-EN 71-3:2020+A1:2021 Seguridad de los juguetes. Parte 3: Migración de ciertos elementos*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0067926>

UNE. (2021). *UNE-EN IEC 62115:2021/A11:2021 Juguetes eléctricos. Seguridad*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0066222>