

03-056

EMPATHIC NEURODESIGN OF PRODUCTS BASED IN MIRROR NEURONS FOR CHILDREN WITH PERVASIVE DEVELOPMENTAL DISORDERS

Morales García, Ana Isabel; García De Vinuesa, Ana De Las Heras; Fernández Mora, Francisco José; Córdoba Roldan, Antonio

Universidad de Sevilla

This paper introduces a methodological development based on neuro design techniques for design and development products focused on special population, specifically autistic children with pervasive developmental disorders (PDD). PDD in autistic children have a not unequivocally determined etiology at the present time, that involvement of certain areas of neural brain that matches mirror neurons. The proposed methodology has been developed considering this etiological origin. The methodological development begins analyzing the state of the art of neuroscientific knowledge of mirror neurons, identifying parameters of use and interaction parameters in products that stimulate the empathic activity supported by mirror neurons, with the aim of projecting them in the proposed methodology. A case study is introduced to illustrate the application of the proposed methodology for design products.

Keywords: *Neuro design; mirror neurons; empathic design; empathy; pervasive developmental disorders.*

NEURODISEÑO EMPÁTICO DE PRODUCTOS BASADO EN NEURONAS ESPEJOS PARA NIÑOS CON TRASTORNOS GENERALES DEL DESARROLLO

Se presenta la propuesta de desarrollo metodológico basado en técnicas de neurodiseño para el diseño y desarrollo de productos enfocados a población especial, en concreto niño autistas con trastornos generales del desarrollo (TGD). Los TGD en niños autistas tienen una etiología no determinada unívocamente en los momentos actuales, entre las que se encuentra la afectación de ciertas zonas del tejido neural cerebral que coincide con las neuronas espejo. En consideración de este origen etiológico, se ha desarrollado la presente propuesta metodológica. Dicha propuesta parte del estado del arte del conocimiento neurocientífico de las neuronas espejo, identificando parámetros de uso e interacción en productos que estimulen la actividad empática soportada por las neuronas espejo, con el objetivo de proyectarlas en la propuesta metodológica. Se introducirá un caso de estudio donde se ilustra la aplicación de la metodología propuesta al diseño de productos.

Palabras clave: *Neurodiseño; neuronas espejo; diseño empático; empatía; Trastorno General del Desarrollo*

Correspondencia: Ana Isabel Morales García (anabelmoralesgarcia@hotmail.com); Francisco Aguayo Gonzalez (faguayo@us.es); Juan Ramón Lama Ruiz (jrlamaruiz@gmail.com)



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

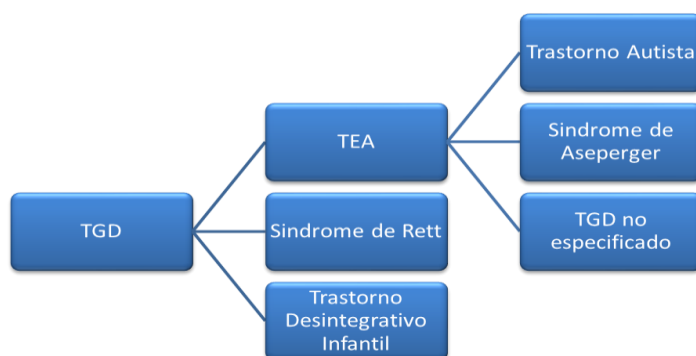
El objetivo de este estudio es mejorar la calidad de vida a las personas con por problemas especiales, en este caso a personas con Trastorno General del Desarrollo (TGD), comúnmente conocidas como personas autistas. El objetivo por lo tanto es diseñar y desarrollar un juguete innovador enfocado a dicha población especial. Para conceptualizar el producto se desarrollará una metodología basada en la estimulación del sistema de neuronas espejo de los niños.

El mundo del juguete para personas con discapacidad se está comenzando a estudiar con mayor profundidad, concretamente en el ámbito de las personas con TGD. El avance tecnológico y la implicación de médicos y científicos han hecho que cada vez se detecten antes los trastornos, de manera que se pueden empezar a tratar de forma más temprana.

1.2. Trastornos generalizados del desarrollo

Antes de desarrollar la metodología de proceso de diseño del juguete, es necesario realizar una contextualización de los TGD que existen. En la siguiente imagen se estructuran la clasificación de los trastornos (figura 1).

Figura 1: Clasificación de los trastornos generalizados del desarrollo



El diagnóstico de cada uno de estos trastornos es complejo ya que no tienen una sintomatología única y bien definida, por lo que no presentan unos límites claros. No hay límites que delimiten la pertenencia o no al grupo, de manera que podemos entender mejor estos trastornos si lo planteamos como un continuo de límites borrosos y difusos.

Estos trastornos del neurodesarrollo comparten una gran amplitud de expresiones clínicas y las siguientes características comunes (American Psychiatric Association, 2000; Artigás-Pallarés & Naborna, 2011).

- Relación social: Dificultades en el desarrollo de la interacción social recíproca.
- Comunicación: Dificultades en el desarrollo del lenguaje, tanto en la comprensión como expresión del mismo y en la comunicación verbal y no verbal.
- Intereses: Restringidos y conductas repetitivas, restrictivas y estereotipadas.

1.3. Tratamiento pedagógico. (Aula TEACCH)

Este método fue creado por el Dr. Eric Schopler en la Escuela de Medicina de la Universidad de Carolina del Norte en 1966. Es uno de los programas globales de intervención más comunes en atención temprana. La filosofía de este tratamiento es conocer los procesos de aprendizaje de los niños con autismo, con el objetivo de conseguir la máxima autonomía. El principio que guía esta intervención es el de los ambientes estructurados y su enfoque de

intervención se llama “enseñanza estructurada”, que centra parte de su atención en sacar provecho de la preferencia de los niños con autismo por el procesamiento de la información visual (Alcantud Marín, 2013).

Según Fernando Mulas (Mulas et al., 2010) el método TEACCH se basa típicamente en cinco componentes: 1) Aprendizaje estructurado, 2) Uso de estrategias visuales, 3) Aprendizaje de un sistema de comunicación basado en gestos, signos, palabras, etc., 4) Aprendizaje de habilidades básicas: colores, números, formas, etc., 5) Trabajo de los padres.

Hoy en día el método TEACCH es el programa más utilizado y existen informes que avalan su eficacia en la mejora de habilidades comunicativas y sociales, pero a pesar de eso, no existen estudios controlados y bien diseñados que muestren su eficacia con claridad, por lo que no cuenta con una validez científica.

Relacionado con este método, se utilizan una clasificación de las necesidades según el autor Ángel Rivière (Rivière, 1997), que son seis dimensiones que se encuentran alteradas en aquellas personas que presentan espectro autista. Cada dimensión posee cuatro niveles de severidad que permiten clasificar la gravedad del trastorno. Dichas dimensiones hacen referencia a los distintos trastornos que presentan las personas autistas, que van desde las deficiencias en las relaciones sociales hasta las dificultades de encontrar sentido a las actividades:

- Dimensión 1: Trastorno de las cualidades de relación social.
- Dimensión 2: Trastorno de las funciones comunicativas.
- Dimensión 3: Trastorno del lenguaje.
- Dimensión 4: Trastorno y limitaciones de la imaginación.
- Dimensión 5: Trastornos de la flexibilidad.
- Dimensión 6: Trastornos del sentido de la actividad.

Estos trastornos hacen referencia a uno de los problemas principales de los cuadros con rasgos autistas, y que según dice el autor “paradójicamente ha pasado desapercibido hasta ahora”. Aquí se valora el grado de comprensión de las acciones del niño. Atendiendo a estas dimensiones, podemos concretar los principales problemas que presentan las personas con este trastorno y así definir las necesidades que cualquier juego didáctico o programa educativo debe intentar cubrir (tabla 1) (Frith, 2008)

Tabla 1. Dimensiones y necesidades

DIMENSIÓN	NECESIDADES
Problemas para relacionarse e interactuar con las personas.	Mejorar la comunicación social Reconocimiento de emociones Mejorar la motricidad gruesa y/o fina
Dificultad para comunicarse y déficit de atención.	Dinamizar el uso del lenguaje. Mejorar el contacto visual.
Trastorno del lenguaje	Dinamizar el uso del lenguaje
Problemas en la imitación, bajos niveles de actividad imaginativa	Mejorar las acciones espontaneas
Inflexibles en sus rutinas	Mejorar las acciones espontaneas
Falta de comprensión de las acciones	Mejorar la comprensión de las intenciones

La bibliografía consultada recalca la importancia de tratar cada problema por separado, ya que los resultados son mejores si el niño se centra en una única competencia, reuniendo toda su capacidad para un fin individual. Por ello es necesario tratar estas necesidades de una en una si queremos que el proceso sea útil de cara al desarrollo del niño. En definitiva, las actividades de apoyo tienen que ser flexibles, para que puedan adaptarse a cada niño, y dirigidas a una única función que fomente alguna de las competencias del aprendizaje.

2. Neuronas espejo

Los TFG se generan a raíz de una falta de empatía, o lo que es lo mismo una deficiencia en la activación del sistema de neuronas espejo. La empatía es la capacidad de una persona para identificar de forma mental y afectiva su estado de ánimo con el de otro (García, González, & Maestú, 2011). En la última década han sido muchos los autores que han estudiado cómo se produce la empatía, qué mecanismos sigue nuestro cerebro para reconocer e imitar los estados de otros sujetos y cómo se puede medir el nivel de empatía, así como qué biomarcadores son realmente indicativos sobre el nivel de empatía del sujeto.

La empatía es la causante de hacernos sentir los estados emocionales de los individuos a los que observamos y con los que tenemos algún tipo de vínculo, ya sea con una persona, amiga o no, o un animal, por ejemplo nuestra mascota, pero también es la que hace reconozcamos gestos en otras personas (Sallés, Gironès & Lafuente, 2015).

Si bien la empatía cognitiva da la capacidad de imitar los actos motores de los otros seres, la empatía emocional es la responsable de la asociación de emociones a dichos actos, es decir, que se les asocie una intención, un deseo o un sentimiento. Esta empatía va estrechamente ligada a la *teoría de la mente*. Mientras que para la empatía cognitiva nuestras neuronas espejo se activan al ver realizar un movimiento, indiferentemente que lo haga una máquina o una persona, la empatía emocional solo provoca la activación de las neuronas espejo cuando se le atribuye mente al sujeto u objeto observado.

La empatía emocional es la más conocida ya que todas las personas relacionan la empatía con la capacidad de reconocer las emociones ajenas.

2.1. Déficit Sistema de Neuronas Espejo (SNE). Reconocimiento de intención

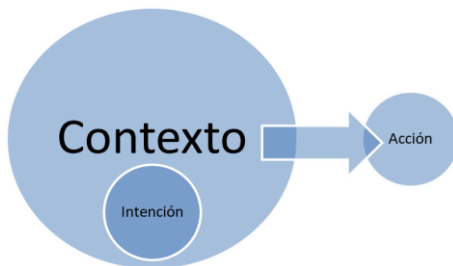
El déficit que poseen las personas con TGD se genera por una deficiencia en la estimulación del SNE. Este déficit está causado por una deficiencia en el reconocimiento de la intención de las acciones en un determinado contexto.

El hecho de no reconocer la intención de las acciones provoca una falta de interés, que genera comportamientos sociales deficientes. En las siguientes figuras se identifican las dos posiciones involucradas en la imitación; la persona que realiza la acción, plano de la acción; y la personas que observa la acción, plano del observador.

- Plano de la acción

Por un lado tenemos el plano de la persona que ejecuta la acción. Esta persona tiene una intención, y para ello ejecuta una acción dentro de un contexto.

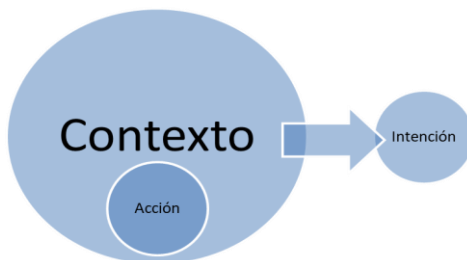
Figura 2. Generación de acciones



- **Plano del observador**

En este caso somos la persona que observa a otra persona realizar una acción. Ahora lo que nosotros vemos a una persona realizar una acción en un contexto determinado, intuimos con qué intención ha realizado la acción.

Figura 3. Interpretación de acciones



Es decir, cuando nosotros realizamos la acción lo hacemos porque tenemos una intención determinada. Pero cuando vemos a otra persona realizar una acción, intuimos su intención, que podrá ser la correcta o no. El reconocimiento de esta intención es la base de la estimulación del SNE.

2.2. Categorización de la imitación

Categorizamos la imitación en tres tipos: Imitación motora / Visual / Auditiva, Imitación facial / corporal e Imitación a personas

Relacionado con las necesidades del usuario, habrá algunas de ellas que se puedan solucionar con la imitación, para ello se propone un juguete que haga de intermediario para que la imitación gire en torno al juego con el producto.

A la hora de diseñar el producto, el Ingeniero de diseño industrial y desarrollo de producto deberá tener en cuenta ciertos parámetros físicos que debe cumplir el producto y que se extraen de la bibliografía consultada de 34 experimentos. A continuación se proponen 4 parámetros (tabla 2).

Tabla 2. Tabla de recomendaciones sobre parámetros físicos de diseño

PARÁMETROS FÍSICOS
- Colores primarios de tonalidad pastel
- Formas geométricas simples
- Madera como material principal
- Textura simples

Como se ha dicho, los niños centran su atención en los objetos, por lo que no podemos hacer un objeto llamativo, en ese caso el niño se centraría en el producto y dejaría a la persona de lado, por lo que no se presentará receptivo a realizar juegos de imitación. Por ello se propone que se usen formas geométricas simples y colores primarios tono pastel. (Rani, Rahman & kamaruzaman, 2015)

También se ha hecho referencia a que los niños presentan mucha atención a los sentidos proximales: olfato, gusto y tacto. Por lo que debemos tener cuidado en no centrar el producto en un juego de texturas ya que haríamos que el niño se centrara en exceso en el producto, esto no implica que el juguete no pueda tener texturas. La temperatura neutra es otro factor que se debe cumplir en relación al tacto, por ello se propone que se usen materiales con una buena adaptación térmica, por ello se recomienda el uso de la madera como material principal del producto, aunque el diseñador no está obligado a tomar el material como algo fijo, si por ejemplo desea hacer una pelota, por seguridad no debería hacerla en madera que su dureza puede causar lesiones al niño.

Así mismo se ha hecho un análisis de un juguete para personas con trastorno autista muy reconocido a nivel mundial, el juguete “Build-a-robot” (Urquiaga, 2012). “Build a robot” está diseñado por Laura Chun Urquiaga para la empresa PlanToy, es un producto reconocido a nivel mundial en el ámbito de juguetes para niños autistas. Fue ganador del “2011 Good Design Award.

3. Metodología. Caso Estudio para desarrollo del juguete.

La estructura de la metodología para el desarrollo del juguete se recoge en la tabla 3 (Ávila, Aguayo, Lama & Córdoba, 2011).

ESTRUCTURA METODOLÓGICA
1. Definición de usuario
2. Identificación de necesidades principales objetivo.
3. Condiciones de Imitación
4. Fase de Diseño
4.1. Dominio funcional
4.2. Dominio conceptual
4.3. Diseño de detalle

3.1. Definición de usuario

Con este juguete se pretende prestar apoyo en el desarrollo de ciertas capacidades de niños y niñas con TGD en un rango de edad de entre 4 y 6 años

3.2. TGD y necesidades

No es recomendable tratar todas las necesidades con un mismo producto, por lo tanto que para el desarrollo del producto nos vamos a centrar en dos de ellas.

- Mejorar contacto visual
- Dinamizar el uso del lenguaje

- Mejorar motricidad fina
- Reconocimiento de las emociones
- Mejorar la comunicación social

3.3. Condiciones de imitación

Según las necesidades que se van a cubrir y la relación entre necesidades y condiciones de imitación, se incluyen estas condiciones de imitación (tabla 4 y tabla 5).

Tabla 4: Resultados de imitación para la necesidad mejora del contacto visual

N2: Mejora del contacto visual

N2-Cond 1: La imitación en espejo crea una estimulación mayor que la imitación anatómicamente correcta.

N2-Cond 2: Reacios a estímulos auditivos estridentes (hipersensibilidad)

N2-Cond 3: Desinterés por el juego simulado o imaginativo.

N2-Cond 4: Repetir movimientos estereotipados como: aleteos, giros sobre sí mismo, balanceo, tics, sonidos, entre otros ayudan a conectarse con los niños.

N2-Cond 5: Responden mejor a estímulos audiovisuales que auditivos.

N2-Cond 6: Mayor actividad neuronal en movimientos dinámicos frente a los estáticos.

N2-Cond 7: Imitación de un ADULTO/NIÑOS mejora comportamiento social; como dejar que lo toquen/tocar o estar más tiempo al lado del adulto.

N2-Cond 8: Objetos (juguetes) con colores muy llamativos distraen la atención del niño.

N2-Cond 9: Contextos ordenados mejoran la actividad neuronal.

Tabla 5: Resultados de imitación para la necesidad mejorar la motricidad fina

N1: Mejora de la motricidad fina

N1-Cond 1: Aumento de la actividad neuronal con coordinación OJO-MANO.

N1-Cond 2: Activación neuronal en acciones vistas desde una perspectiva egocéntrica.

N1-Cond 3: La imitación en espejo crea una estimulación mayor que la imitación anatómicamente correcta.

N1-Cond 4: Se ha de facilitar el Eco muscular (Estimulación de nuestros músculos al ver las acciones)

N1-Cond 5: Gran interés por actividades de manualidad.

N1-Cond 6: Atracción por objetos con partes móviles.

N1-Cond 7: Sistema motriz y sistema neuronal mejora con la interacción de dos personas en contraposición de una solo.

N1-Cond 8: Contextos ordenados mejoran la actividad neuronal.

3.4. Fases de diseño

En esta fase vamos a comenzar el diseño del producto atendiendo a las condiciones de imitación obtenidas para cada una de las necesidades.

1. Dominio funcional

En esa fase vamos a establecer las funciones de nuestro producto con el fin de cubrir las necesidades. Para ello tendremos que tener en cuenta las condiciones de imitación que el producto debe cumplir. Estas funciones se resumen en la siguiente tabla (tabla 6).








Tabla 6: Funciones de nuestro producto según condiciones de imitación

Necesidad 1: Mejora de la motricidad fina	Necesidad 2: Mejora del contacto visual
Permitir ensamblaje en múltiples posiciones	Permitir el juego en pareja
Proporcionar cierta dificultad en el ensamblaje	Amortiguar golpes

2. Diseño conceptual

El objeto a desarrollar va a ser una pelota desmontable, que permita tanto la mejora de la motricidad fina como la mejora del contacto visual. El objeto va a estar formado por 5 partes: núcleo, anclaje, barra, tapa y acolchado, aunque a la hora de la generación de alternativas el acolchado y la tapa se tratan como una única pieza (tabla 7). Siguiendo los consejos de la metodología, el material principal del producto será la madera.

Tabla 7: Funciones de nuestro producto según condiciones de imitación

COMPONENTE	DEFINICIÓN	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
Núcleo (N)	Pieza que sirve de base para la estructura	 <i>Esfera</i>	 <i>Cubo</i>
Anclaje (A)	Tipo de ensamblaje de las barras	 <i>Rosca</i>	 <i>Ajuste</i>
Barra (B)	Mástil que separa las tapas de la cubierta del núcleo	 <i>Cilindro</i>	 <i>Prisma</i>
Tapa (T)	Superficie acolchada que da la forma final	 <i>Cuadrado</i>	 <i>Círculo</i>

A continuación se muestran algunas de las alternativas que se han obtenido al combinar las distintas opciones del cuadro anterior (tabla 8). Éstas van a ser analizadas y evaluadas para decidir cuál es la mejor opción a través de la técnica AHP (tabla 9).

Tabla 8: Alternativas


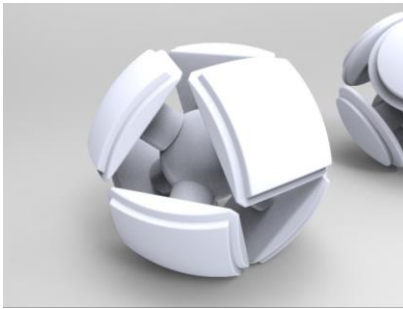

<p>ALTERNATIVA 1:</p> <p>Esta opción presenta un núcleo cúbico con los cantos redondeados, para evitar cualquier tipo de accidente, donde se roscan las piezas mediante un mecanismo roscado. Las barras tienen un perfil prismático y acaban en una cubierta con forma circular. (N2, A1, B2, T2)</p>	
<p>ALTERNATIVA 2:</p> <p>En este caso el núcleo presenta forma de esfera. El mecanismo de ensamblaje también es roscado, pero el perfil de las barras es circular. Las tapas de la cubierta son cuadradas. (N1, A1, B1, T1)</p>	
<p>ALTERNATIVA 3:</p> <p>La tercera alternativa está formada por un núcleo en forma de esfera y unas barras cilíndricas que se ensamblan por ajuste. Las tapas presentan una superficie circular. (N1, A2, B2, T2)</p>	

Tabla 9: Selección de alternativa AHP.

CRITERIOS	PESOS	SUBCRITERIOS	PESOS	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Seguridad	0.724	Absorción de impactos	0.655	0.75	0.75	0.75	0.36	0.36	0.36
		Cantos redondeados	0.158	1.00	1.00	1.00	0.11	0.11	0.11
		Ángulos pronunciados	0.187	1.00	0	1.00	0.14	0.00	0.14
Ensamblaje	0.193	Facilidad	0.655	0.5	0.5	1.00	0.06	0.06	0.13
		Resistente a golpes	0.187	1.00	1.00	0	0.04	0.04	0.00
		Desgaste	0.158	1.00	1.00	0.50	0.03	0.03	0.02
Coste	0.083	Materiales	0.250	1.00	0.00	0.50	0.02	0.00	0.01

Procesos de fabricación	0.750	1.00	0.50	0.50	0.06	0.03	0.03
SUMATORIO					<u>0.82</u>	0.63	0.79

Derivado de los resultados de la evaluación se observa que la alternativa 1 será la opción seleccionada para el diseño.

3. Diseño de detalle

Esta última fase se va a establecer los materiales definitivos y los procesos de fabricación necesarios para llevar a cabo la fabricación de nuestro producto. Con ello daremos por concluido la fase de diseño.

En la tabla 10 se recoge la estructura del producto y, en las siguientes imágenes (figura 4 y figura 5) los render de cómo queda el producto final.

Tabla 10: Perspectiva estallada del producto con identificación de las piezas.

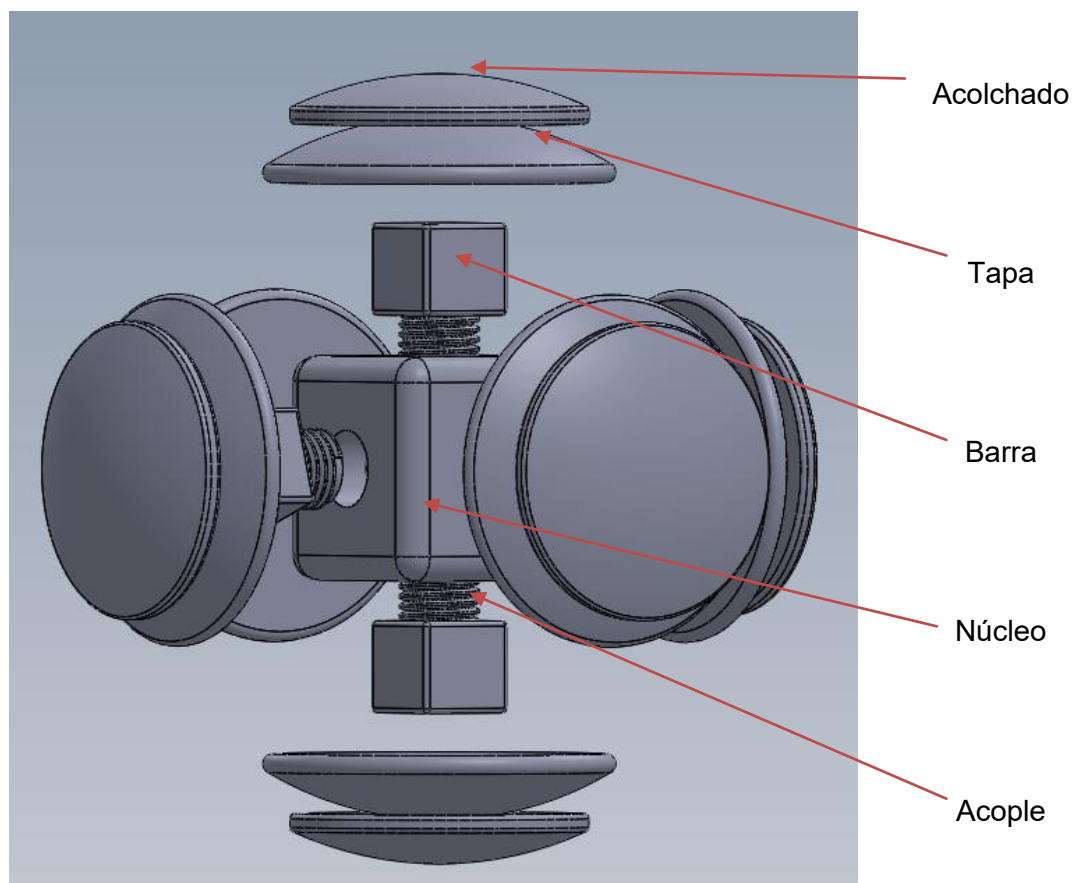


Figura 4. Render 1



Figura 5. Render 2



4. Conclusiones

Debido al perfil de los usuarios de este producto, se hace necesario destacar que gracias al diseño y los parámetros elegidos en la alternativa se cubren todas las condiciones de las dos necesidades que se han establecido como objetivo destacando que es un juguete fácilmente ensamblable y desensamblable, que estimula la imitación y repetición de tareas

para su manipulación, aumenta la coordinación ojo-mano y supone una carga cognitiva baja así como una fácil explicación de su uso.

Una vez montado, el juguete es una pelota por lo que se estimula la doble funcionalidad en pelota para tareas dinámicas y actividad neuronal diferente.

Las evidencias significativas derivadas de todas las condiciones de las dos necesidades demuestran que el producto estimulará de forma positiva el SNE del niño.

5. Referencias

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (4th ed.)*. Washington DC: American Psychiatric Association.
- Artigás-Pallarés, J., & Naborna, J. (2011). *Trastornos de neurodesarrollo*. Barcelona: Viguera.
- Alcantud Marín, F. (2013). *Trastornos del espectro autista. Detección, diagnóstico e intervención temprana*. Madrid: Pirámide.
- Ávila Gutiérrez, M.J., Aguayo González, F., Lama Ruiz, J.R. & Córdoba Roldán, A. (2011). Neurodiseño y neurousabilidad. Un nuevo enfoque del diseño desde la perspectiva de la neurociencia. *Sevilla Técnica*, 37, 42-45.
- Mulas, F., Ros-Cervera, G., Millá, M. G., Etchepareborda, M. C., Abad, L., & Téllez De Meneses, M. (2010). Modelos de intervención en niños con autismo. *Revista de Neurología*, 50(SUPPL. 3), 77–84.
- Rivière, a. (1997). Desarrollo normal y Autismo. In Curso de Desarrollo normal y Autismo. Santa Cruz de Tenerife. Obtenido de: http://www.jmunozzy.org/files/9/Necesidades_Educativas_Especificas/Trastorno_de_Espectro_Autista/S_Aspberger/conocer_mas/I_JORNADAS_ASPERGER_Y_EDUCACION/S_Aspberger_y_EDUCACION/Desarrollo_normal_y_Autismo.Necesidades_educativas_especiales.A.Riviere.pdf
- Frith, U. (2008). *Autismo. Hacia una explicación del enigma*. Ed: 5º. Madrid: Alianza.
- García, E. G., González, J., & Maestú, F. (2011). Neuronas espejo y teoría de la mente en la explicación de la empatía. *Ansiedad Y Estrés*, 17(2-3), 265–279
- Rani N.M., Rahman S.H.A., Kamaruzaman M.F. (2015) *Color Cognition Framework for Autistic Children Development*. Proceedings of the International Symposium on Research of Arts, Design and Humanities (ISRADH 2014). Springer, Singapore. ISBN: 978-981-287-530-3
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2006). *Las neuronas espejo: los mecanismos de la empatía emocional*.
- Sallés, L., Gironès, X. & Lafuente, J.V. (2015). The motor organization of cerebral cortex and the role of the mirror neuron system. Clinical impact for rehabilitation. *Medicina Clínica (English Edition)*, Volume 144, Issue 1, 6. 30-34. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2013.12.013>
- Urquiaga, L. (2012). Toy for Autism Spectrum Disorder Wins 2011 Good Design Award. Obtenido de: <https://www.dexigner.com/news/24464>

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado Universidad de Sevilla, más concretamente por la Escuela Politécnica Superior, habilitándonos sus instalaciones e infraestructuras además de permitiéndonos el acceso a su conocimiento.