



La innovación al servicio de la sociedad

Palabras clave: Discapacidad, solución, triciclo, metodología, creatividad, innovación, diseño, patente.

Key words: Disability, solution, tricycle, methodology, creativity, innovation, design, patent.

Resumen:

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), a fecha de junio de 2012, existían en España más de 3,85 millones de personas con algún tipo de discapacidad. Alrededor del 25% de la población minusválida desea hacer ejercicio físico pero no puede, siendo esta actividad la que encabeza la lista de las que desean realizarlo pero no pueden.

Se propone este trabajo como una investigación del estado de la técnica actual en el campo de bicicletas y triciclos para discapacitados, apoyado en la metodología de creatividad MEP (Método de Escenarios Ponderados), con el fin de obtener una solución a problemas presentes en la actualidad que estén sin resolver. El producto resultante de la investigación es un triciclo adaptado para aquellas personas que no puedan utilizar las extremidades superiores.

Abstract:

According to the information obtained from the "Instituto Nacional de Estadística" (INE) of Spain in 2012, there are more than 3,85 million people with some kind of disability and around the 25% of the disabled population wants to practice physical exercise but cannot because of their disability. Physical exercise heads the list of activities that disabled people want to do but they cannot.

This results into an investigation on existing technique about bicycles and tricycles adapted to disabled people relying on the WSM approach ("Weighted Scenarios Method"). This methodology aims to obtain a solution to current unresolved problems. The solution achieved is a tricycle adapted for people who cannot use their upper extremities.



Gonzalo Montón Valenciano

Ingeniero Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros del ICAI (2012) y de la École Centrale de Paris. Actualmente trabaja como analista senior de estrategia en Indra Business Consulting desarrollando planes de crecimiento y estrategias comerciales. Anteriormente trabajó como consultor de estrategia en Deloitte.

Mi pequeño grano de arena

En el momento en el que opté por enviar mi CV, no podía imaginar que aquella investigación filantrópica que había llamado mi atención se convertiría, tras bastantes meses de duro trabajo, en una idea que realmente puede, en un futuro, ayudar a otras personas.

La idea era muy básica: inventar algo que pudiera mejorar la vida de las personas enfermas o con discapacidad. Desde mi punto de vista, una oportunidad única de intentar aportar mi pequeño grano de arena para mejorar las condiciones de vida de aquellas personas que, desafortunadamente, sufren alguna minusvalía.

Pero, ¿qué podía inventar yo? Esa pregunta rondaba mi cabeza los primeros días tras ser aceptado en el proyecto. De modo que comencé a informarme sobre los últimos estudios publicados sobre personas con discapacidad y, en paralelo, echaba vistazos recurrentes a las bases de datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) para ver si podía dar con alguna idea que me sirviera como base para mi trabajo.

Finalmente me quedé con un dato sobrecogedor: cerca de un 25% de la población discapacitada desea pero no puede realizar, de manera autónoma, ejercicio físico. Con este dato en la mano decidí centrarme en la elaboración de una innovación en el ámbito de las bicicletas y triciclos adaptados.

Regla de oro: no inventes lo que ya existe

Para hacer frente al reto que suponía el proyecto, un compañero del ICAI me propuso la aplicación de una técnica que conocía por su trabajo en asuntos de propiedad industrial con inventores: el Método de Escenarios Ponderados (MEP) para desarrollar innovaciones.

En primer lugar, se realizó una completa formación en lo referente a la propiedad industrial pero, una vez ya familiarizado con todo el entramado legal de las patentes y modelos de utilidad, fue necesario obtener

un conocimiento preciso del estado actual de la técnica en el ámbito de las bicicletas y triciclos para personas discapacitadas. Para ello se estudiaron, exhaustiva y concienzudamente, todas las solicitudes de patente relacionadas con este tipo de vehículos (que, siguiendo la Clasificación Internacional de Patentes, se agrupan bajo el código de subgrupo B62K3/16), realizándose una profunda y detallada analítica de todas ellas con el objetivo de poder obtener información más adelante.

Cuando finalmente terminé de clasificar todos estos inventos, analicé los problemas más importantes, a los cuales dichas ideas buscan dar una respuesta. Esta parte del proyecto fue muy importante ya que, analizando las soluciones dadas a lo largo de la historia, se podrían diferenciar aquellos problemas que no habían sido resueltos. Los problemas identificados fueron clasificados en las siguientes cinco familias:

- **Tracción y guiado:** cómo dotar a una bicicleta o triciclo de un sistema de tracción y de giro adaptado.
- **Accesibilidad y ergonomía:** cómo adaptar un vehículo tradicional para que pueda ser utilizado por una persona con discapacidad.
- **Equilibrio:** cómo mejorar la estabilidad y el equilibrio al utilizar una bicicleta o triciclo.
- **Control y seguridad:** cómo hacer que una persona con discapacidad controle con seguridad una bicicleta o triciclo.
- **Tonicidad muscular:** cómo, mediante un vehículo de estas características, se puede mejorar la tonicidad y salud de los músculos.

A su vez, estas familias de problemas fueron divididas en subfamilias que no detallaré para no cansar al lector. En la Figura 1 se puede observar el porcentaje de invenciones que tenían como principal objetivo responder a cada uno de los problemas propuestos. Se debe tener en cuenta que parte del análisis correspondió a definir cuál era el objetivo principal, ya que muchas de estas ideas de producto daban respuesta a varios problemas a la vez.

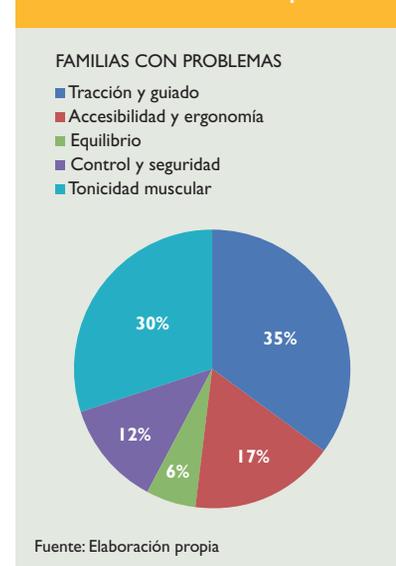
Gracias a este análisis del estado de la técnica pude llegar a la conclusión de que uno de los temas menos tratados era la traslación del sistema de giro. Observé que únicamente 10 de las 123 solicitudes de patente estudiadas hacían referencia a la traslación del sistema de giro a otras partes del cuerpo y que, aun así, en las soluciones que proponían dichas solicitudes se seguía haciendo uso de las manos. Es por ello que finalmente elegí centrarme en la búsqueda de una solución para que personas con una discapacidad relativa al tren superior pudieran utilizar un triciclo de manera segura y fácil.

Una vez identificado el problema, y actuando rigurosa y metódicamente, era necesario aplicar una estrategia de creatividad que permitiera obtener una idea novedosa y llegar a dar un salto inventivo y plantear una respuesta al problema elegido.

Actualmente, los mercados y la sociedad se encuentran en un punto en el cual existe una creciente necesidad de adaptar rápidamente los procesos y productos a las nuevas exigencias.

Por ello cada vez es más importante dar prioridad al desarrollo de habilidades para la búsqueda de soluciones innovadoras a los problemas. Existen diferentes métodos para afrontar un proceso creativo y la generación de

Figura 1. Porcentaje de patentes relativas a cada familia de problemas



ideas: Shah, Vargas y Smith (2003), en su obra *Metrics for measuring ideation effectiveness*, proponen una clasificación en dos grupos: métodos intuitivos y métodos lógicos. Los métodos intuitivos son mecanismos que buscan romper las barreras mentales de la persona y se pueden agrupar a su vez en cinco categorías: Germinales, Transformacionales, Progresivos, Organizacionales e Híbridos. Los métodos lógicos buscan una sistemática descomposición y análisis del problema, basándose en la información obtenida y en principios de ingeniería; estos también pueden ser clasificados en dos categorías: Basados en la historia y Analíticos.

El proceso de creatividad que utilicé para llevar a cabo el proyecto se centró en el uso de un proceso lógico "Basado en la historia": el TRIZ. Este tipo de métodos utilizan soluciones pasadas, catalogadas para obtener la inspiración y generar ideas. En el caso de este proyecto se basó en el estudio realizado de las solicitudes de patentes.

TRIZ es un método sistemático para incrementar la creatividad desarrollado por Genrich Altshuller y otros investigadores soviéticos desde 1946 hasta el colapso de la URSS y más allá.

Según el TRIZ, existen tres nociones esenciales que se deben tener en cuenta durante el análisis de posibles soluciones: el principio de idealidad, la inercia psicológica y las contradicciones.

- La **inercia psicológica** hace referencia a las características, internas y externas, que impiden al diseñador salirse de una forma predefinida del pensamiento convencional.

- La **idealidad** es la principal ley de la evolución de la tecnología, donde todos los sistemas evolucionan hacia un estado utópico donde el sistema no pierde energía pero realiza su función.

- La **contradicción** es la principal fuerza de evolución tecnológica que surge cuando se requiere mejorar la *función principal* de un sistema.

La estrategia de creatividad TRIZ utiliza una serie de herramientas, como la Técnica de las nueve ventanas y la Matriz de contradicciones, para romper

con la inercia psicológica y obtener una solución realmente innovadora.

La **Técnica de las nueve ventanas** (*multi-screen scheme of thinking*) es una forma de evaluar la evolución técnica de los productos. Esta herramienta permite observar el sistema dentro de una estructura jerárquica y de una estructura en el tiempo, lo que permite comprender, de manera desagregada, las características específicas de un problema. Mediante la identificación de parámetros evolutivos del sistema se puede llegar a alguna hipótesis de evolución del sistema técnico, o a elementos técnicos que contribuyan a la evolución.

Las transiciones en el tiempo representan las contradicciones técnicas que han sido superadas a través del cambio de determinados parámetros, cuando se va del pasado al presente, ayudando a determinar las contradicciones del problema actual, cuando se va del presente al futuro.

El resultado de aplicar esta técnica en el problema que había planteado se puede observar en la Tabla 1, donde represento las contradicciones técnicas referentes a los sistemas de triciclos para minusválidos que han sido superadas.

Actualmente, los vehículos destinados para minusválidos tienen un grado de adaptación y una capacidad de con-

trol importante, mientras que en gran parte de los casos y sistemas estudiados, la autonomía de la persona a la hora de montar y trasladar el vehículo todavía no ha alcanzado el grado óptimo. Los sistemas siguen siendo, en su mayoría, adaptaciones de bicicletas o triciclos convencionales, por lo que siguen existiendo configuraciones que, al no estar específicamente diseñadas para personas discapacitadas, no satisfacen completamente sus necesidades y expectativas.

Para los sistemas del pasado, tomé como referencia aquellos que comenzaron a crearse para permitir a las personas con alguna discapacidad trasladarse. La autonomía en estos casos era muy limitada: en muchos de ellos era necesaria una segunda persona para poder funcionar. Del mismo modo eran sistemas poco adaptados al cuerpo, de materiales pesados y con sistemas de seguridad muy poco desarrollados o inexistentes.

Finalmente, y tras haber visto la evolución del sector de las bicicletas y triciclos para personas discapacitadas, pude descubrir cuáles serán las características del sistema del futuro, es decir, cuando se haya llegado al vehículo óptimo. Utilizando los materiales y las tecnologías de fabricación más avanzadas, se podrá crear un vehículo con un

Tabla 1. Técnica de las Nueve ventanas

	Pasado	Presente	Futuro
SUPERSISTEMA (contexto del sistema)	Alto precio Productos bajo pedido Pocas posibilidades Pocas medidas de seguridad	Adaptación de sistemas convencionales Multitud de modelos	Precios más bajos Optimización de la tecnología Adaptabilidad a cualquier tipo de terreno
SISTEMA	Dificultad de control Poca autonomía: necesidad de ayuda Grandes esfuerzos	Vehículo adaptado Capacidad de control Dimensiones reducidas Comodidad Grado medio de autonomía	Alta autonomía Tamaño mínimo: sistema plegable Ergonomía: adaptación al cuerpo Control total Velocidad y seguridad
SUBSISTEMA (composición)	Hierro y acero Asientos convencionales Sistemas de giro poco precisos Tracción por pedaleo	Tracción por pedaleo y sistemas alternativos Sistema de cadena Asientos adaptados	Sistemas innovadores de propulsión y giro Sistema robusto y ligero: fibra de carbono

Fuente: Elaboración propia

alto grado de autonomía, totalmente adaptado al cuerpo y con unos sistemas tanto de giro como de propulsión que puedan ser fácilmente controlables por las personas discapacitadas.

La mayor importancia de la técnica se encuentra en los apartados referentes al subsistema, sistema y super-sistema del futuro. Una innovación mediante el método TRIZ tiene que ser consecuente con estos apartados y, por tanto, avanzar hacia el futuro del sector en el que se está innovando.

Como **herramienta de solución** se utilizó una técnica que permite resolver un problema mediante la modelización de un sistema, utilizando 76 estrategias estándar a partir de reglas gráficas; la Matriz para resolver contradicciones técnicas es un método para encontrar principios de solución a partir de la identificación de contradicciones.

Una contradicción es un conflicto en el análisis de un problema que surge cuando, al tratar de mejorar un parámetro, otro se ve afectado negativamente. Por ejemplo, si se quiere construir un dispositivo que realice mediciones de manera rápida y fiable, los dispositivos tradicionales de medición mostrarían que la fiabilidad de la medida sería un parámetro que se vería afectada negativamente al aumentar la rapidez.

Altshuller sugirió una matriz de parámetros que permite encontrar principios inventivos de solución de problemas a partir de la identificación de contradicciones en esos parámetros. Los parámetros originalmente propuestos fueron 39 y los principios inventivos 40. Los parámetros se pueden clasificar en tres grupos: parámetros comunes físicos y geométricos, tales como peso, longitud, área y temperatura; parámetros negativos independientes de la técnica, como la duración de la acción, la energía gastada por los subsistemas, el consumo de tiempo, etc., y parámetros positivos independientes de la técnica, como la adaptabilidad, la productividad, la durabilidad, el nivel de automatización, etc. Asimismo, las contradicciones se clasifican en contradicciones técnicas y contradicciones físicas. Una contradicción técnica es aquella que tiene los dos parámetros diferentes y una física es aquella que los tiene iguales. De acuerdo con esta lógica se aplicó la Matriz de contradicciones, como se puede ver en la Tabla 2.

Los principios inventivos que se establecieron, y que están asociados a la mitigación o eliminación de las contradicciones entre los parámetros de interés, se pueden observar en la

Tabla 3 y fueron extraídos directamente de los mismos principios marcados por Genrich Altshuller; es decir, los principios de inventiva originales del método TRIZ.

Tabla 3. Principios inventivos del TRIZ

1 Segmentación: dividir en partes
3 Calidad local: cada objeto realice de manera óptima su función
4 Asimetría
6 Universalidad: múltiples funciones
7 Anidación: contener un objeto dentro de otro, y éste a su vez, dentro de otro
10 Acción preliminar
11 Precaución previa
13 Inversión
14 Esfericidad curvatura
16 Acciones parciales
18 Vibraciones mecánicas
21 Pasar rápidamente
27 Objetos baratos o de corta vida
28 Sustitución de sistemas mecánicos
29 Neumática e hidráulica: control
31 Materiales porosos: reducir peso
32 Cambios de color: seguridad
33 Homogeneidad: equilibrio de masas
35 Transformación del estado físico
40 Materiales compuestos

Fuente: Basado en los principios originales de Genrich Altshuller

Tabla 2. Matriz de contradicciones

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA	Seguridad	Complejidad de control	Estabilidad	Espacio
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA				
Seguridad		1, 31	35, 29, 18, 27	18
Complejidad de control	21, 28		11	18, 31
Estabilidad	35, 18, 27	35		28, 35, 40
Espacio	4	26	28, 35, 40	
Velocidad	1, 28, 32	3, 27, 16	28, 33, 1, 18	0
Coste-facilidad de fabricación	0	6, 28, 11, 1	11, 13, 1	35
Mantenimiento	35, 10, 16	0	35	1
Ergonomía	35, 11, 32, 31	1	35, 14	0
Eficiencia	35, 6, 21	35, 16	14, 32, 6	6, 7
Facilidad de operación	28	0	32, 35	4, 18, 31
Confianza	35, 40, 27	27, 40, 28	0	35

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de la matriz se eligieron un conjunto de parámetros que se consideraron importantes y claves a la hora de buscar el sistema del futuro del que se habla en la matriz de las nueve ventanas de la Tabla 1 y mejorar las características de los vehículos actuales.

Dentro de la matriz se puede observar que se eligieron, entre otros, parámetros generales para mejorar la eficiencia, seguridad y control del vehículo. Se debe tener en cuenta que el control en este vehículo es muy importante, y se debe encontrar un proceso o método efectivo pero a la vez simple para dirigir y propulsar el triciclo. Para llegar a ese proceso efectivo y simple, la ergonomía, la estabilidad y la confianza son puntos claves, pues cuanto más se adapte a la persona, más cómodo y, por tanto, más facilidad habrá para conducirlo, y cuanto más estable, mayor sensación de seguridad y mayores velocidades se podrán alcanzar.

La matriz es una herramienta en la cual los parámetros utilizados sirven

para, finalmente, obtener un producto que responda a las expectativas y exigencias del problema planteado, por ello se busca cumplir y mejorar todos los citados anteriormente, pero no por ello significa que sea un inconveniente para el desarrollo del producto que alguno de los ya citados empeoren. Esa es la razón por la cual la matriz no es cuadrada ni simétrica. Los parámetros que se consideran claves para la realización del sistema del futuro, es decir, aquellos que se debe intentar no empeorar, son los que se han escrito en la matriz: la seguridad, el control, la estabilidad y el espacio. A la hora de mejorar los parámetros se crearán conflictos y contradicciones (con los cuatro parámetros que no se deben empeorar) que han de ser resueltos.

Una vez se relacionaron los parámetros a través de los principios de inventiva y se asociaron a las contradicciones, fue necesario elegir qué parámetros tenían prioridad a la hora de mejorar el sistema y poder innovar en la dirección marcada por el sistema

Tabla 4. Grado de importancia de los parámetros

PARÁMETRO	IMPORTANCIA (1, MUCHO; 3, POCO)
Seguridad	1
Complejidad de control	2
Estabilidad	1
Espacio	1
Velocidad	2
Coste-facilidad de fabricación	3
Mantenimiento	3
Ergonomía	2
Eficiencia	2
Facilidad de operación	3
Confianza	2

Fuente: Elaboración propia

del futuro en la matriz de las Nueve ventanas.

Para llevar a cabo una idea innovadora, interesa eliminar las contradicciones que convierten el triciclo en inseguro, inestable, difícil de controlar y que ocupe un gran espacio. El resto de

Tabla 5. Tabla de soluciones a las principales contradicciones

CONTRADICCIONES MÁS IMPORTANTES ENCONTRADAS	PRINCIPIOS SUGERIDOS (y en qué patentes)		NUEVAS SUGERENCIAS
Seguridad-estabilidad	NL1008711	Ruedas auxiliares	Asiento con sistema de giro y medidas de seguridad
	NL1007576	Respaldo con medidas de seguridad	
	US6983988		
Complejidad de control-seguridad	DE29517576	Giro desde el sillín	Sistemas hidráulicos
	FR2834684	Giro directamente en la rueda	
	DE202004014660	Giro con brazos y respaldo	
Velocidad-estabilidad	WO 2010133968	Inclinar la rueda para poder girar a más velocidad	Adaptar la posición al giro y a la velocidad
	EPI447315	Mantener esfuerzo-aumentar velocidad	
	DE 202009005992		
	US2005064998	Sistemas eléctricos o motorizados	
	US2003132043	Regulador de potencia-velocidad	
Espacio-estabilidad	US6161860	Sistema plegable	
	DE29718190	Partes fácilmente ensamblables	
Ergonomía-seguridad	DE29918607	Adaptación del marco	
	FR2818610		
	AU2757999	Sistema de propulsión adaptado	
	CA2437716		

Fuente: Elaboración propia

parámetros se consideraron secundarios y, por lo tanto, no era tan grave que empeoraran un cierto grado a la hora de cumplir el objetivo del sistema del futuro.

En la Tabla 4 se muestra el nivel de importancia de los parámetros utilizados, donde el valor 1 indica una gran importancia y el valor 3 acompaña a aquellos parámetros de menos relevancia. Se realizó esta distinción ya que a la hora de afrontar una contradicción se da preferencia a los parámetros más importantes.

La Tabla 5 corresponde a las soluciones encontradas para las contradicciones más importantes. Se eligieron de la matriz de la Tabla 2 las contradicciones más relevantes, se estudiaron los principios que se habían seguido y estaban descritos en patentes anteriores para solucionar problemas similares y, gracias a dicha información y a los principios de inventiva, se propusieron nuevas soluciones a las contradicciones, incluso se realizaron una serie de combinaciones de problemas para solucionar varios con un solo nuevo principio.

Estas combinaciones permitieron, en la siguiente etapa de diseño, centrarse y dirigir los esfuerzos innovadores en una dirección determinada.

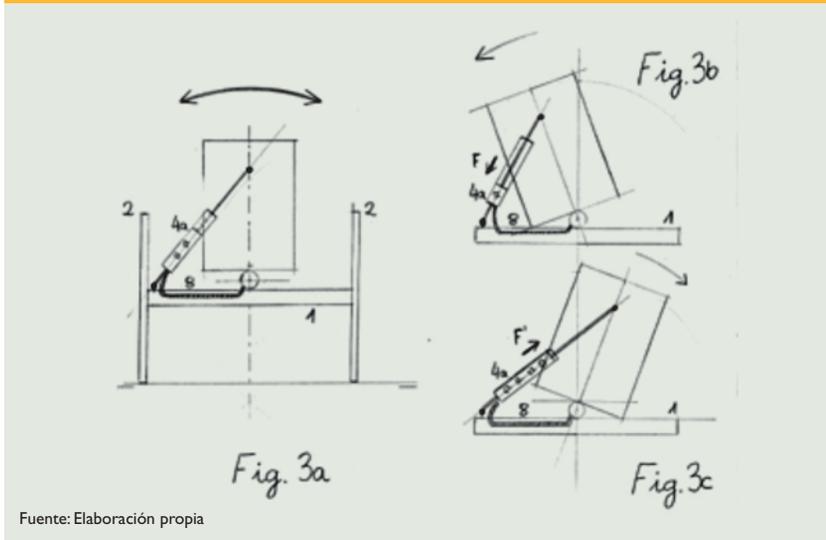
Los objetivos marcados fueron: dotar al triciclo de un sistema de giro, utilizando el asiento, con el que sea posible manejar el vehículo sin la necesidad de utilizar las manos en ningún momento, a la vez que añade sistemas de seguridad para el piloto. También se buscó que fuera posible adaptar la posición al giro y a la velocidad.

Se decidió realizar un triciclo con dos ruedas traseras y una delantera, pues se consideró que al situarse el conductor más cerca de la parte trasera, dos puntos de apoyo en dicha zona darían mayor sensación de seguridad.

Un poco de mecánica

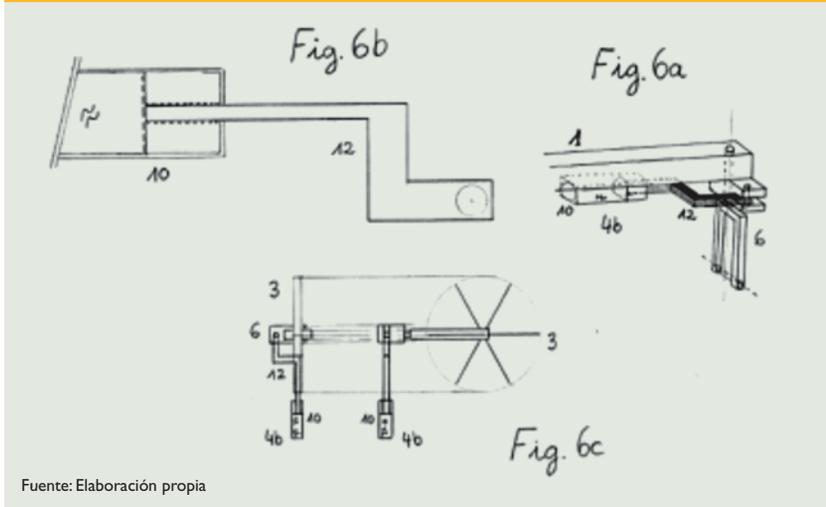
El primer paso consistió en unir el giro del asiento al giro de nutación de la rueda delantera, que sería la rueda directriz. Para ello primero se debía elegir el giro que se quería realizar con el asiento. Se consideró que un giro

Figura 2. Sistema hidráulico de giro unido al asiento



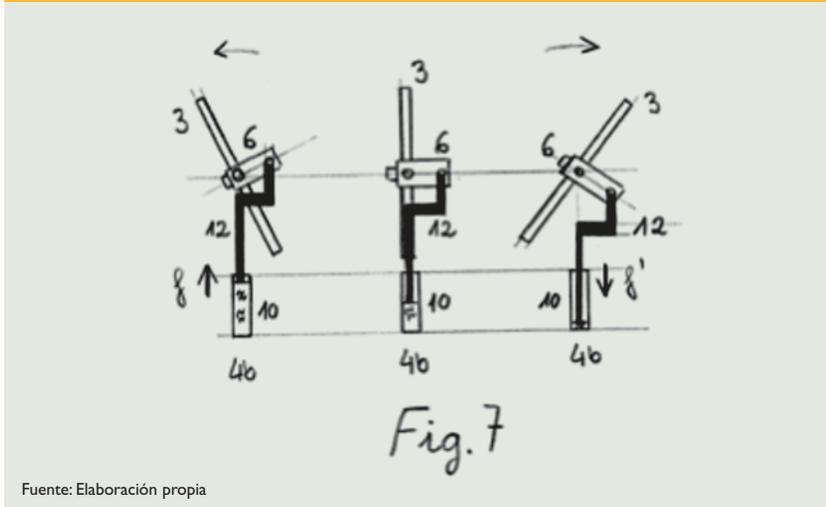
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Sistema hidráulico de giro de la rueda delantera junto a la horquilla



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Movimiento de la rueda delantera gracias al sistema hidráulico de giro



Fuente: Elaboración propia

alrededor de un eje horizontal longitudinal al vehículo sería lo más conveniente: girando el asiento en dicho eje permitiría al conductor adaptar su posición al giro y la velocidad, imitando el giro que realizan los pilotos profesionales de motocicletas y los ciclistas.

El segundo paso fue cómo trasladar dicho movimiento a la rueda delantera. Se pensó en primer lugar en sistemas mecánicos, pero gracias a la lectura de los principios de inventiva se consideró que un sistema hidráulico sería más sencillo de aplicar y más adaptable a la estructura del triciclo. Dicho sistema aprovecharía la presión ejercida por el piloto al girar hacia un lado el asiento y la transmitiría de manera proporcional a la rueda delantera por lo que, cuanto más girara el asiento, más giraría la rueda.

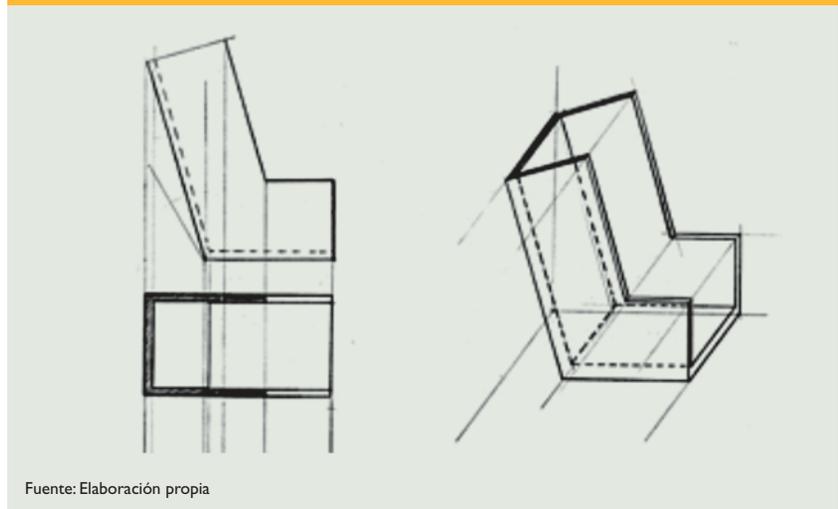
En las Figuras 2-4 se muestra el sistema hidráulico de giro que se ideó. El asiento va unido a un pistón hidráulico mediante articulaciones esféricas, de tal manera que al girar el asiento en el eje horizontal, éste recibe una fuerza F . Al girar hacia el sentido contrario el pistón realiza una fuerza F' contraria debido al vacío producido.

Del mismo modo se muestra cómo dicha fuerza es transmitida a la rueda directriz a través de un segundo pistón hidráulico y una horquilla que cuenta con una extensión que servirá como punto para aplicar la fuerza del giro. El segundo pistón aplicará las fuerzas f y f' (proporcionales a las anteriores) para girar a izquierda y derecha respectivamente.

Dichas fuerzas vienen aplicadas por el teorema de Pascal, por el cual al aplicar una presión sobre un líquido incompresible en un recipiente totalmente aislado, la presión ejercida al otro extremo del recipiente es la misma. Si se considera que los pistones no tienen la misma área, la fuerza resultante será proporcional.

Por último, se busca crear un triciclo seguro y teniendo en cuenta que el conductor debe realizar un giro poco convencional con el asiento, se necesitaba un asiento que permitiera realizar dicho giro de forma segura. Por ello se pensó en un asiento que cuenta con unas extensiones en los laterales

Figura 5. Asiento con sistema de seguridad



que permite al conductor apoyarse y no resbalar sobre su superficie como muestra la Figura 5.

Gracias a la metodología TRIZ y al MEP, conseguí llegar a una idea innovadora que permitía solucionar un problema no resuelto en el estado de la técnica actual. Si bien la estrategia de creatividad acaba aquí, decidí dar un paso más en la búsqueda de un triciclo con un diseño atractivo.

El diseño KANSEI

La metodología de diseño Kansei, de ahora en adelante también nombrada IK, está enfocada en el desarrollo estético-formal de productos, permitiendo crear productos con unas características que atraigan a los consumidores.

El resultado de dicha metodología es un conjunto de relaciones estadísticas entre las impresiones del cliente sobre un producto y las características estético-formales de dicho producto. Gracias a esta metodología, es posible desarrollar productos que conectan emocionalmente con el usuario, lo que permitirá conseguir una relación duradera en el tiempo entre productos y usuarios.

La metodología de diseño Kansei nace en Japón en los años 70 a través del trabajo de Mitsuo Nagamachi. El propio autor define la IK como “una tecnología ergonómica para el desarrollo de productos orientados a las necesidades y sentimientos del consumidor”.

La implementación múltiple de la IK durante los últimos años ha favorecido la realización de estudios específicos sobre la materia, logrando contribuir al concepto de IK de múltiples diferentes maneras. Además, la incorporación de nuevas tecnologías como las redes de comunicación, la realidad virtual, etc., ha propiciado nuevas formas de implementar y entender la IK.

Esto ha provocado la aparición de lo que se denomina como “tipos” de IK. Todos los “tipos” de IK tienen el mismo objetivo, que consiste en conseguir un producto que responda a las necesidades y preferencias emocionales de los usuarios.

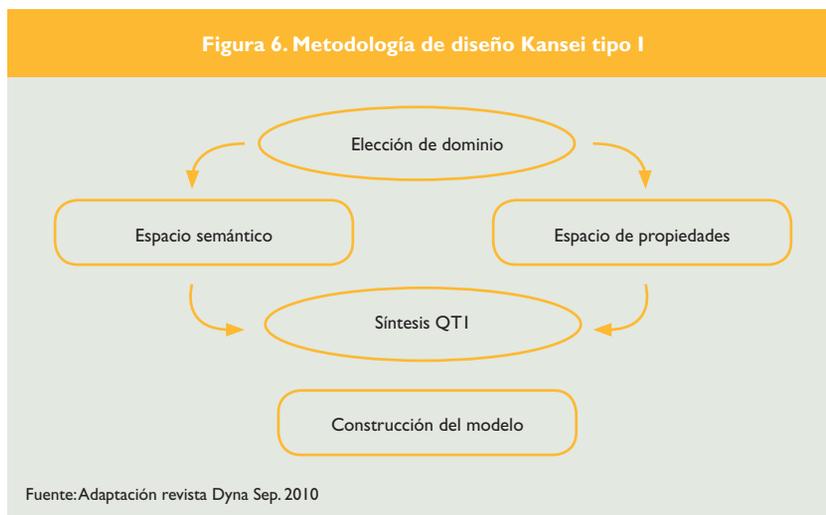
La IK tipo I o “Clasificación de categorías” está basada en la Teoría de cuantificación QT1. La IK tipo I se trata de una identificación de las necesidades afectivas de los usuarios mediante encuestas directas al segmento de mercado objetivo. Posteriormente, en una etapa de síntesis, se procede a relacionar cuantitativamente las emociones y las propiedades del producto mediante análisis estadísticos y matemáticos (QT1). Este tipo de IK es la más utilizada y la que se utilizará en el presente proyecto.

Los siguientes tipos de IK se basan en sistemas informáticos expertos denominados KES. Los diseñadores pueden introducir una serie de emociones que quieren que el producto evoque, y el sistema proporcionará

una serie de posibles diseños que mejor representen a dichas emociones.

Otros sistemas KES más complejos permiten predecir las emociones que un diseño ya realizado provocará antes de ser presentado en el mercado. Un diseñador puede hacer un boceto de un nuevo producto, el cual será evaluado por el KES para comprobar si evoca la emoción deseada. Existen sistemas KES que permiten ambas direcciones de trabajo y se denominan IK híbrida.

En la Figura 6 se muestran los pasos principales de la metodología de diseño Kansei tipo I.



Elección del dominio

Implica decidir el área de trabajo y tomar una serie de decisiones de lo que se debe hacer en relación con la estrategia de la empresa que lleva a cabo el proceso, según sus productos individuales y su cartera general de producción. En el caso de mi proyecto, la elección del dominio ya venía marcada desde el comienzo, es decir, la creación de un triciclo destinado a personas discapacitadas que no puedan utilizar el tren superior:

Espacio semántico

Recoge y describe el dominio de emociones o Kanseis mediante palabras que apelan a los sentimientos de los usuarios en relación con el producto. El objetivo es obtener y cuantificar la respuesta emocional del usuario. En la IK tipo I, la obtención y cuantificación de la respuesta emocional del usuario se basa en el método de Diferencial semántico (DS), buscando medir la emoción contenida de una palabra.

Para llevar a cabo un estudio DS, al entrevistado se le muestran una serie de ejemplos de productos relacionados con el estudio IK. El usuario deberá puntuar la emoción que le causan los productos mostrados. Para esta cuantificación se utilizan escalas de calificación, normalmente de siete puntos. Dichas escalas evalúan los Kanseis seleccionados, los cuales se presentan como un par de adjetivos opuestos, delimitando la máxima y mínima puntuación. De esta manera, se consigue

Tabla 6. Diferencial semántico propuesto a los entrevistados

	7	6	5	4	3	2	1	
Calidad								No calidad
Comodidad								Incomodidad
Seguridad								Inseguridad
Velocidad								No velocidad
Manejabilidad								No manejabilidad

Fuente: Elaboración propia

conocer la correspondencia del diseño y las emociones que produce.

Para la realización del proyecto se llevó a cabo una encuesta en la cual se mostraban cinco modelos diferentes de triciclos con propiedades distintas y se pedía a los entrevistados que evaluaran el grado de emoción que les evocara en cinco Kanseis distintos que podemos ver en la Tabla 6.

Una vez realizadas las encuestas y obtenidas las valoraciones emocionales de los productos, los datos pueden ser tratados con diversos análisis estadísticos antes de proceder a la síntesis de IK. Algunos de estos análisis son el análisis Factorial, el test de fiabilidad Cronbach, análisis Anova y análisis Cluster.

En el espacio semántico se decide qué tipo de características emocionales debe satisfacer el producto y a qué tipo de usuarios irá enfocado dicho producto.

Espacio de propiedades

Esta parte de la metodología incluye la identificación de todas las pro-

piedades del producto con las que se quieren producir determinadas emociones.

Las propiedades seleccionadas contarán con una serie de niveles o subpropiedades. Por ejemplo, la propiedad "tamaño" puede estar dividida en varios niveles como "pequeño", "mediano" o "grande". No existen muchos estudios sobre cómo realizar esta fase. Existen métodos para encontrar especificaciones técnicas, revistas especializadas, *benchmarking*, etc.

Se puede utilizar un sistema de ingeniería inversa, para ello se toman productos reales ya comercializados con el objetivo de seleccionar aquellos que tengan las propiedades anteriormente elegidas. Dichos productos seleccionados serán los que se muestren en la encuesta del DS, para poder así crear una conexión directa entre las emociones o Kanseis y las propiedades.

Las propiedades citadas en la Tabla 7 son meramente estético-formales, las ideas del diseño de cómo realizar

un triciclo para una persona sin la capacidad de mover los brazos fueron obtenidas gracias al TRIZ. Con la metodología Kansei se buscaba que dicho producto fuera atractivo.

Como resumen de esta parte de la metodología, cabe destacar que los resultados que se obtuvieron en la etapa de Síntesis QT1 permitieron valorar qué propiedades y subpropiedades de las citadas se debían trabajar y enfatizar para obtener la respuesta deseada en los usuarios.

Síntesis QT1

Definidos ambos espacios, semántico y de propiedades, se procedió a realizar la fase de síntesis mediante la técnica QT1.

La técnica QT1 es muy utilizada y permite establecer un método de cuantificación de las relaciones entre los Kanseis y las propiedades del producto mediante un modelo de regresión lineal múltiple. La peculiaridad del análisis de regresión es que se utilizan variables categóricas para las variables independientes o explicativas. La teoría estadística predice las relaciones entre una respuesta cuantitativa y variables categóricas usando dicho método de regresión múltiple.

Gracias a los resultados obtenidos se pudo diseñar un producto de acuerdo con las características elegidas en el espacio de propiedades, con la finalidad de evocar las emociones o Kanseis seleccionados en el espacio semántico.

El resultado de llevar a cabo la técnica QT1 permite identificar aquellas propiedades y subpropiedades que más influyen en cada una de las emociones elegidas (Tabla 8).

Finalmente, se realizó la síntesis de todos los Kanseis elegidos para obtener las propiedades y subpropiedades que permitirían al producto evocar las emociones deseadas (Tabla 9).

Construcción del modelo

Como conclusión se obtuvo de la metodología de Diseño Kansei que, con el objetivo de crear un triciclo que evocara las emociones elegidas de ca-

Tabla 7. Tabla con las propiedades del triciclo

P1	ESTRUCTURA	C11	Simple	C12	Compleja
P2	RUEDAS	C21	2 delanteras, 1 trasera	C22	2 traseras, 1 delantera
P3	INCLINACIÓN DEL ASIENTO	C31	Mucha	C32	Poca
P4	REPOSACABEZAS	C41	Sí	C42	No
P5	TAMAÑO DE RUEDAS (delantera frente a trasera)	C51	Iguales	C52	Distintas
P6	COLOR	C61	Material	C62	Otros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Representación QT1 para el Kansei "Calidad"

KANSEI	CCM	CP	PROPIEDAD	SUBPROPIEDAD	CS
CALIDAD	I	0,468	Estructura	Simple	0,517
				Compleja	-0,517
		0,564	Ruedas	2 delanteras, 1 trasera	0,763
				2 traseras, 1 delantera	-0,763
		0,05	Inclinación del asiento	Mucha	-0,06
				Poca	0,06
		0,136	Reposacabezas	Sí	-0,15
				No	0,15
		0,05	Tamaño de ruedas	Iguales	-0,06
				Distintas	0,06
		0,54	Color	Material	-0,6
				Otro	0,6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados globales de la Síntesis QT1

KANSEI	PROPIEDAD	SUBPROPIEDAD
CALIDAD COMODIDAD SEGURIDAD VELOCIDAD MANEJABILIDAD	Estructura	Simple
	Ruedas	2 traseras, 1 delantera
	Inclinación del asiento	Poca
	Reposacabezas	Sí
	Tamaño de ruedas	Distintas
	Color	Otro

Fuente: Elaboración propia

lidad, comodidad, seguridad, velocidad y manejabilidad, se debía diseñar un triciclo con las siguientes propiedades:

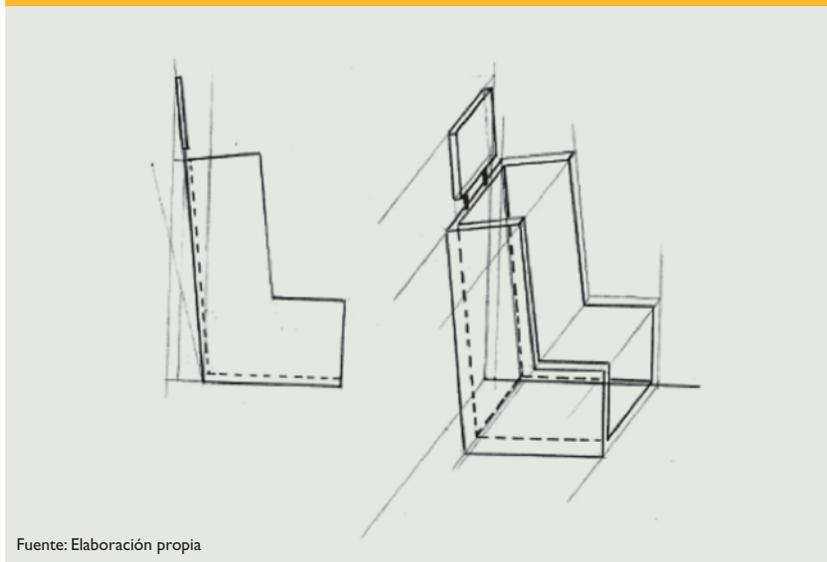
- Una estructura simple, formada por tubos gruesos da mayor sensación de robustez y seguridad.
- Que esté constituido de dos ruedas traseras y una delantera de distinto tamaño.

• Asiento del conductor con reposacabezas y poco inclinado.

• El color del triciclo es importante y se ha obtenido como conclusión que los triciclos y bicicletas transmiten mejores sensaciones cuando son de colores.

En la Figura 7 se puede observar el boceto final del asiento como resulta-

Figura 7. Asiento del triciclo tras utilizar el diseño Kansei



Fuente: Elaboración propia

do de los métodos TRIZ y Kansei, se redujo a la mitad la inclinación inicial del asiento y se incorporó un reposacabezas.

La unión que se llevó a cabo entre el método TRIZ y la metodología de diseño Kansei permitió la creación de un triciclo innovador que además contara con unos aspectos estéticos especialmente diseñados para atraer a los usuarios.

Conclusiones

Por último, y antes de realizar la solicitud de la patente, se llevó a cabo un estudio económico para valorar la viabilidad del triciclo en

el mercado, considerando que éste había sido protegido anteriormente por una patente. Cuando se estaba realizando dicho estudio económico, se llegó a la conclusión de que el tipo de triciclo que se estaba desarrollando no solo tiene como posible cliente a las personas con problemas de movilidad en las extremidades superiores sino, también, a todas aquellas personas que quieren tener las manos libres mientras conducen un triciclo. De tal manera que, gracias al proceso creativo que se ha realizado, se ha obtenido una innovación especialmente diseñada para las personas con discapacidad



y que puede ser adaptada para el resto de la población.

El objetivo de las investigaciones fue alcanzado totalmente y más aún, unos meses más tarde, presenté una solicitud de patente bajo el título de "Vehículo controlado sin la necesidad de utilizar las extremidades superiores" para proteger la innovación. La publicación de las patentes nos ofrecía varias ventajas y, entre ellas, la primera es obtener el derecho de explotación exclusiva protegiendo el trabajo de investigación realizado y, en segundo lugar, la innovación realizada se convertía en un escalón más de la técnica, el cual servirá de base para futuras investigaciones –propias y ajenas– en el campo de trabajo, llamando la atención de la industria y despertando la conciencia social, como pretendíamos. ■

Bibliografía

1. Álvarez HR. "Cómo diseñar y desarrollar productos con alto contenido emocional a través de la Ingeniería Kansei". Apsoluti S.L. 2011.
2. Córdoba Ames W. "TRIZ la herramienta del pensamiento e innovación sistemática", 2008.
3. Córdoba-Roldán A, Aguayo-González F, Lama-Ruiz JR. "Ingeniería Kansei: Diseño Estético de Productos". ETSI Universidad de Sevilla. Revista DYNA, Septiembre de 2010.
4. García y de Garmendia A. "Las Patentes como Generadoras de Conocimiento en la Empresa Industrial". ETSI Universidad de Burgos, 2012.
5. González MC. "La estrategia de creatividad sistemática TRIZ con equipos multidisciplinares de diseño de producto". Revista DYNA, Septiembre de 2008.
6. Hardy MA. "Regression with Dummy Variables", Florida State Un., 1993.
7. Instituto Nacional de Estadística, "Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD)", 2008.
8. Rovira Noel León. "Matriz de Altshuller". Centro de Diseño e Innovación de Productos, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2000.
9. Shah J, Smith S, Vargas-Hernández N. "Metrics for measuring ideation effectiveness", 2002.
10. Villegas Chamarro C. "Metodología TRIZ para la innovación tecnológica e inventiva", 2009.