

Propuesta de vehículo accesible inspirado en el Benchmarking como método de diseño

■ ■ ■ ■
Rodrigo Martínez-Rodríguez,
Francesc Clar-López, Roberto Álvarez-Fernández
Universidad Nebrija

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7516>

1. INTRODUCCIÓN

Las metodologías empleadas en la disciplina de diseño industrial están en constante evolución y cambio; pasando de la consecución de productos que se ajustan puramente al cumplimiento de la función, a productos que implementan nuevos atributos de compra y que en definitiva se ciñen al estudio del usuario. La propia evolución del concepto de diseño industrial hace necesario que esta actividad revise sus patrones metodológicos, atendiendo a las nuevas necesidades. Así, el ICSID (*International Council of Societies of Industrial Design*), acuña el diseño industrial, en su última definición, en los siguientes términos [1]:

"El diseño es una actividad creativa, cuyas directrices establecen las múltiples facetas y cualidades de los objetos, procesos, servicios y sistemas a lo largo de todos sus ciclos de vida. Por lo tanto, el diseño es un factor primordial de la innovación humana de las tecnologías y un factor crucial del intercambio cultural y económico".

En la última década, con motivo de la revisión del alcance del diseño industrial han surgido numerosas metodologías alejadas de la dicotomía forma-función, basadas en el estudio del usuario y en la utilización de nuevas técnicas de creatividad (Fig.1). Metodologías como el diseño emocional [2], el *design thinking* [3], la cocreación o el *experience design* [4] buscan mejorar la facilidad con la que el usuario interactúa con un producto o servicio.

Las nuevas metodologías se basan en nuevas técnicas de creatividad, que a su vez se dividen entre técnicas retrospecti-

vas, que defienden que la evaluación de las ideas puede hacerse de diversos modos, y técnicas progresivas, que exigen un pensamiento constructivo en las que una idea lleva a la otra. Estas técnicas y metodologías miran hacia nuevos aspectos, e incluso hacia otras disciplinas. En este sentido, Richard Morris [5] destaca la importancia de tener un punto de vista diferente, lo que define como pensamiento "Out of the Box": un diseñador debe mirar todo lo que le rodea, no solo los productos, sino todos los detalles cotidianos; cuestionar prácticamente todo. Este planteamiento, se complementa con otras técnicas como la exploración o la adaptación, que pretenden la búsqueda de nuevos aspectos de un producto así como la capacidad de aprender de otros proyectos y soluciones.

Por fortuna se ha escrito mucho sobre este aspecto del diseño y se han desarrollado diferentes modelos que explican y recogen el proceso creativo de la disciplina. Mención especial merece Bruno Munari con su lección magistral sobre el nacimiento de los objetos tratando el proceso como una receta que nace con el planteamiento de un problema y que termina con la propuesta de una solución; receta que en su parte central sazona con creatividad. En esencia, el modelo recogido en la obra *¿Cómo nacen los objetos?* [6] sigue vigente en la actualidad con pequeñas revisiones y cambios propios de la experiencia del diseñador. Cada parte de dicha receta es susceptible de adaptación y revisión.

Retomando la consideración del ICSID acerca del diseño como factor humanizador, hay que destacar el auge, en los últimos años, de la sensibilidad de la disciplina hacia proyectos de concienciación social a los que asociamos valores como la ética o el cuidado del medio ambiente, pretendiendo una mejora de la sociedad. En esta línea, es obligado mencionar el diseño inclusivo; conocido también como diseño universal o "diseño para todos"; una tipología de diseño que emplea buenas prácticas teniendo en cuenta a personas mayores o con discapacidades.

A través de un proceso de *Benchmarking* este trabajo plantea, desde el empleo de nuevas metodologías, la obtención de una solución de diseño para la mejora del acceso y conducción de vehículos por parte de personas con movilidad reducida. De esta forma, teniendo en mente en todo momento el diseño inclusivo, a través del análisis de soluciones existentes en el mercado de diferente índole, se plantea un proceso de diseño centrado en el usuario, que muestra las posibilidades de adaptación y modificación de estas soluciones para otras problemáticas de diseño, haciendo uso del principio "Out of the box" propuesto por Morris [5].

Una definición clásica del concepto de Benchmarking sería aquella que lo define como un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente productos, servicios y/o procesos de trabajo en organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre un área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación. Esta definición se puede completar con la que usa Robert J. Boxwell en su libro *"Benchmarking para competir con ventaja"*, en el que define Benchmarking como la propuesta de nuevas metas utilizando prácticas externas y objetivas y aprendiendo de los otros. Otra definición, más próxima al diseño, es la que propone David Kearns (*Chief Executive Officer, Xerox Corp.*) para quien el Benchmarking es un proceso continuo de evaluación de los productos, servicios y métodos, con respecto a los de los competidores más eficientes o a las empresas reconocidas como líderes.

Es decir, el Benchmarking es en esencia una comparación con los mejores con el objetivo de conseguir un producto, un servicio, un proceso mejor, más eficiente, con mayor utilidad, más competitivo y con una curva de aprendizaje más rápida [7]. Dada su característica interdisciplinar, esta técnica ha sido utilizada en numerosas ramas de la industria, desde la mejora de la organización interna [8], la innovación [9], el diseño de nuevos productos [10] y, por supuesto, en la problemática de la movilidad [11].

Varios trabajos recogen reflexiones acerca de la necesidad de gestionar la creatividad como aspecto clave en pos de la mejora de procesos y productos [12]; no necesariamente productos que puedan considerarse invenciones. En esta misma

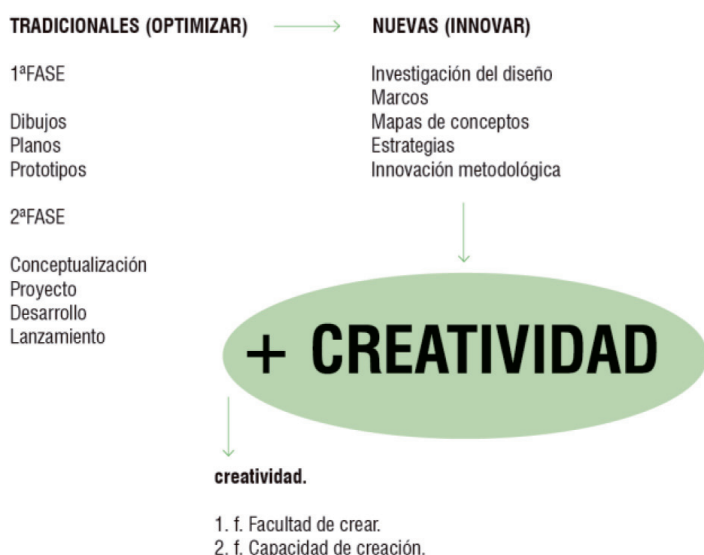


Fig. 1: Evolución de las competencias y obligaciones del diseño industrial, en las que priman el aspecto creativo de la disciplina y su capacidad para proponer nuevas soluciones. Elaboración propia

línea de trabajo, existe una demanda de ayuda en el proceso de selección de ideas y conceptos [13] como búsqueda de la mejora de los procesos de desarrollo de producto [14]. Precisamente es aquí donde se plantea el Benchmarking como una potente herramienta en el planteamiento de diseños conceptuales en etapas tempranas.

Actualmente la tendencia respecto al diseño de automóviles va encaminada cada día más a la mejora del rendimiento o de la potencia de los vehículos. También se están intentando incluir innovaciones en el sector de la seguridad, manejabilidad del vehículo y apoyo a la conducción, siendo una necesidad importante el desarrollo de vehículos para optimizar estos aspectos que afectan a su rendimiento o al marketing. Sin embargo queda un tanto olvidado un sector de la población para el que quizás urge más la necesidad otro tipo de innovación en el entorno del vehículo. Nos referimos a las personas que padecen una discapacidad, concretamente las de tipo motriz. Según datos aportados por el Instituto Nacional de Estadística, 3,8 millones de personas residentes en hogares españoles en 2008 declaran tener alguna discapacidad; lo que se traduce en un 8,3% de la población española [15].

Hoy en día, ya existen sistemas que mejoran la accesibilidad en la utilización de transportes públicos, como el autobús, el metro e incluso los taxis. Sin embargo dichos sistemas en gran parte de las ocasiones resultan molestos, dificultosos e inseguros, debido a que la persona discapacitada debe anclarse para evitar movimientos indeseados, o bien, como en el

caso del taxi, la selección de un vehículo adaptado resulta difícil y costosa. En este sentido cabe destacar que, por normativa, en el año 2017, todas las localidades que dispongan de servicio de taxi deberán contar con un 5% de la flota con vehículos que pueden transportar en condiciones de seguridad y comodidad a personas con movilidad reducida, incluidas las que usan de sillas de ruedas [16]. Los sistemas para adaptar un taxi convencional a una persona en silla de ruedas son adaptaciones que facilitan su acceso, pero no resuelven su independencia, por lo que sigue requiriendo de la ayuda de otra persona para disponerse en el automóvil [17].

En el mercado se encuentran ya soluciones de silla de ruedas homologadas para que una persona con movilidad reducida pueda emplear su silla como asiento de conducción, como la Carony Drive [18]. Sin embargo este tipo de sillas requieren acceso por la parte trasera del vehículo, imposibilitando así la existencia de asientos traseros, así como rampas de acceso.

También existen en el mercado asientos giratorios que se desplazan hasta el exterior del vehículo y que posibilitan que el usuario pueda entrar y salir cómodamente del coche, que unidos a modelos de grúas que se encargan de recoger las sillas solucionan este aspecto de la accesibilidad [19][20].

Respecto al volante, se pueden instalar dispositivos que transforman los mandos de pedal en mandos manuales instalados en el volante; siendo la adaptación más habitual un aro concéntrico que gira en sincronismo con el volante y que funciona a presión.

Con este punto de partida, se fija como objetivo la consecución de un diseño con un planteamiento global, que permita el acceso al vehículo de manera integral, tal y como se concibe la supresión de barreras [16]. Se definen por lo tanto tres puntos clave u objetivos de diseño:

- Una silla de ruedas de doble uso
- Un sistema de acceso al vehículo
- Un sistema de conducción únicamente manual

Es importante remarcar que a través de la aplicación del proceso de Benchmarking; el objetivo final del trabajo es la obtención de una solución conceptual potencialmente real; siendo conscientes de la implementación de mejoras en un futuro proceso de desarrollo de producto.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE BENCHMARKING Y DISEÑO CONCEPTUAL

2.1. SILLA DE RUEDAS DE DOBLE FUNCIÓN

El primero de los estudios de Benchmarking realizado se centra en el análisis de los asientos de vehículo y las sillas de ruedas (Fig. 2) con el objetivo de obtener un asiento adaptable y convertible que permita la conducción de un usuario con movilidad reducida.

En este proceso se tienen en cuenta parámetros [21][22] como la profundidad del asiento, la altura del chasis de la silla, la tipología de respaldo, la distancia entre ejes o las características de las ruedas. Estas consideraciones se toman en base a las normas que afectan dichos parámetros:

- Norma ISO-7193 Sillas de ruedas. Dimensiones totales máximas.
- Norma ISO-7176 Sillas de ruedas para el transporte de usuarios en vehículos a motor. Partes 1, 2 y 3.
- Norma UNE-111-915-91 Sillas de ruedas. Dimensiones totales máximas.
- Norma UNE-26-494 Vehículos de carretera. Vehículos para el transporte de personas con movilidad reducida.

Sin embargo, la silla objeto de diseño no es una silla de ruedas que funcione única y exclusivamente para su uso habitual, sino que se convertirá en el asiento del vehículo. Por ello debe cumplir la normativa vigente en referencia a los asientos de los automóviles:

- ISO/TS 4969:2009 (Sistema de gestión de la calidad para los productos del sector de la automoción) [23].
- UNE 1666002 del sistema de gestión de I+D+i en la automoción [24].
- Otras normas internacionales [25].

Estas consideraciones conllevan la toma de una serie de decisiones de partida, como por ejemplo las dimensiones mínimas requeridas para un asiento de automóvil, que son 1000 mm de altura, 600 mm de largo y 500 mm de ancho. O, como en el caso del respaldo, en la silla de ruedas se impone fijo, mientras que en el automóvil se diseña como regulable. Se optará en este caso por la segunda opción: un respaldo regulable, cuyo diseño debe tener en cuenta que también se usará para silla de ruedas. Puesto que el usuario permanece sentado constantemente, debe

disponer de una posición óptima, no sólo en la inclinación del respaldo, sino en todo el cuerpo, teniendo que dicha posición será variable (Fig. 3). Por el mismo motivo se incluyen reposabrazos, que debido a su diseño siempre permanecerán horizontales. Se considera también añadir un sistema de regulación de las piernas en la silla de ruedas para su adaptación al funcionamiento como asiento de conductor.

Otra decisión inicial importante en el caso de los reposabrazos, es la necesidad de la posición relativa al respaldo, según la inclinación de éste, para que el usuario pueda descansar los brazos. Por ello se contempla en el diseño una serie de anclajes de pequeña hendidura (Fig. (4)) que facilitan el juego necesario para que siempre se mantengan en posición horizontal.

Por otro lado la silla ha de tener una

altura regulable, ya que su uso en tierra y en el automóvil requiere alturas diferentes. Para el sistema de regulación y posicionamiento de las piernas, se ha modificado la plataforma que sostiene y conecta el asiento con las ruedas. Se ha optado por un Benchmarking con un sistema de plataforma de elevación tipo tijera con ejes laterales que al desplazarse subirán o bajarán el sillín del asiento (Fig. 5).

Aplicando estudios de fuerzas y momentos, es posible determinar la distancia a la que se encontrarán los ejes inferiores. Aplicando trigonometría obtenemos la altura entre la plataforma superior e inferior. Con esta información se diseña el recorrido que deben seguir los brazos de elevación y el sistema tijera del sillín de la silla convertible. Para una mayor estabilidad y precisión se unen los brazos de elevación de ambos lados con una barra circular entre sus ejes centrales y se instala un actuador que permite cambiar el modo de la silla de calle a conducción o viceversa.

La movilidad del asiento en altura implica modificar la posición de las piernas con tal de conseguir el requisito ergonómico del ángulo de 135° entre los muslos y las piernas para la conducción del automóvil. Para ello los reposapiés constarán de dos partes móviles, y como en el caso del asiento, requerirán de un actuador para automatizar el sistema (Fig. 6). El primer actuador irá desde el final del sillín hasta la parte superior del reposapiés, y el segundo actuador desde la plataforma inferior hasta la zona inferior del reposapiés.

Una vez definidos los puntos principales de la plataforma y el asiento de la silla, se deben posicionar las ruedas de modo que cumplan con los estándares. Para ello se debe calcular el centro de gravedad, ya que cuánto más alejadas se encuentren las ruedas de dicho punto, mayor estabilidad proporcionará.

Tras determinar el centro de gravedad se disponen las ruedas lo más alejadas de éste posible, en los extremos de la plataforma inferior. Para determinar el diámetro de las ruedas se realiza un estudio de fuerzas y momentos. Así, se impone que la rueda trasera tenga un radio de 24", siendo el de la rueda delantera de 4", cumpliendo en ambos casos con los estándares establecidos.

Con las ruedas ya dimensionadas se ensambla la silla completamente; en la que se observa la diferencia de altura entre el modo calle y el modo de conducción. La Fig. 7 muestra el diseño de la silla de ruedas en ambos modos: calle (izquierda) y conducción (derecha).



Fig. 2: Comparativa de diferentes asientos de vehículo y sillas de ruedas comerciales

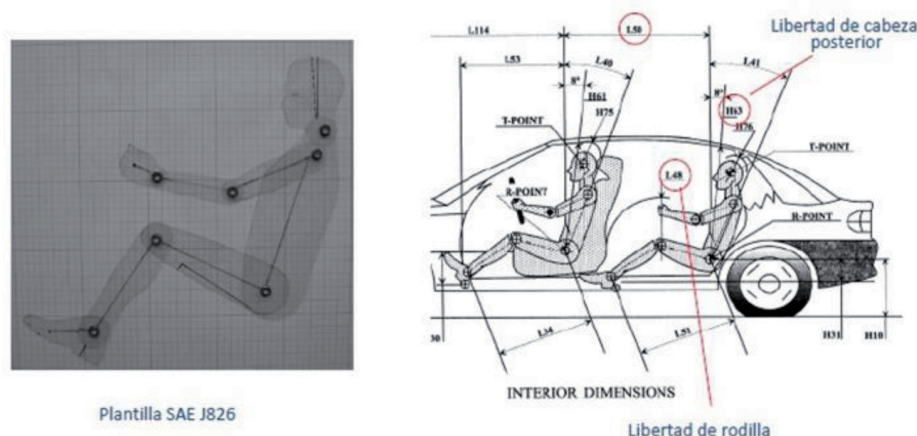


Fig. 3: Dimensiones interiores de habitáculo, asientos y ergonomía según Norma SAE [18]

2.2. ACCESO AL VEHÍCULO

Una vez definida la silla, se determina la forma en que ésta entrará en el vehículo de forma rápida y eficaz. Así, se establece como criterio la necesidad de puertas correderas para proporcionar una fácil y rápida apertura, añadiendo a su vez un mayor espacio de acceso al automóvil.

De nuevo se decidió hacer uso del Benchmarking y buscar una solución ya exis-

tente como idea susceptible de adaptación al modelo de la silla. Así, se adoptó otra solución para el sistema de acceso, tomando como referencia el sistema de elevación de un toro mecánico. Este tipo de dispositivos disponen de dos sistemas en su mismo mecanismo para elevar las cargas, mediante actuadores en los laterales y un engranaje con cadena en el centro, como se puede ver en los modelos comerciales de la Fig. 8.

El toro dispone de un motor de combustión que lo hace funcionar y desplazarse, pero son las baterías las que proporcionan la energía al sistema de elevación, de modo que no habría problema de instalación en un automóvil. Sin embargo el problema reside en la utilización de la cremallera central; por ello se decide disponer de dos actuadores, uno en cada lateral de la puerta y una plataforma de acceso-elevación (Fig. 9).

Una vez establecidas las características de los actuadores se diseña la plataforma de acceso teniendo en cuenta la distancia desde el turismo hasta el punto de contacto de las ruedas traseras, puesto que es ésta donde descansa la mayor parte del peso.

Como elemento de seguridad añadido se propone una barrera plegable que irá anclada a los actuadores laterales, pero con sujeciones móviles, permitiendo así un movimiento ascendente y descendente. La barrera se despliega primero en forma de "L" invertida y se cierra, quedando en su posición "Z" (Fig. 10-izquierda). Mediante el estudio de momentos se define en detalle la altura mínima que se requiere para ejercer el momento que retenga al usuario. Se considera además la necesidad de disponer de una fácil liberación para que una, vez subido al vehículo, el usuario pueda adoptar la posición de conducción.

En la posición de acceso al automóvil, el conductor se sitúa en un ángulo de 90º respecto al volante, por lo que debe ser diseñado un sistema que permita situarlo en la posición adecuada para ejercer la conducción. De nuevo se utiliza la técnica de Benchmarking, tomando como punto de partida el concepto de plataforma giratoria de los coches de exposición (Fig. 11).

A través de un cálculo en detalle se considera la velocidad angular idónea; considerando tanto el motor eléctrico a utilizar como el diseño de engranajes necesario; como se aprecia en la (Fig. 12) el proceso de conceptualización (a través del Benchmarking) no exime la necesidad de hacer los cálculos para el correcto funcionamiento y dimensionamiento en detalle.

A continuación se define un sistema de sujeción del usuario que evite desplazamientos involuntarios. Se diseña un sistema de anclaje para las ruedas traseras en forma de "U" en el centro de la plataforma, que evita cualquier movimiento lateral o hacia atrás, sin embargo también se debe prever el desplazamiento frontal (Fig. 13). Para ello se considera la instalación de unos frenos adicionales en las ruedas delanteras de la silla de ruedas; a lo que se le sumaría el uso obligatorio del cinturón de seguridad.

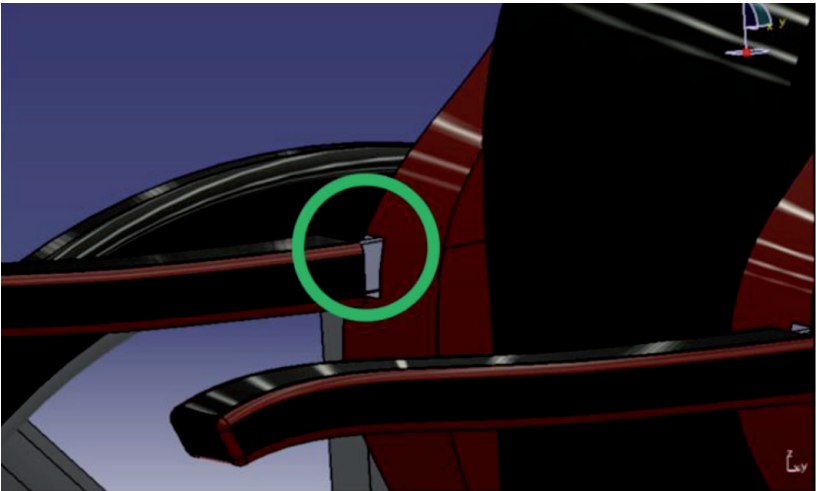


Fig. 4: Anclaje del reposabrazos

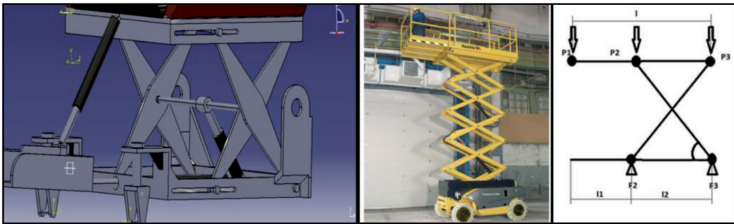


Fig. 5: Benchmarking para la variación de altura de la silla de ruedas

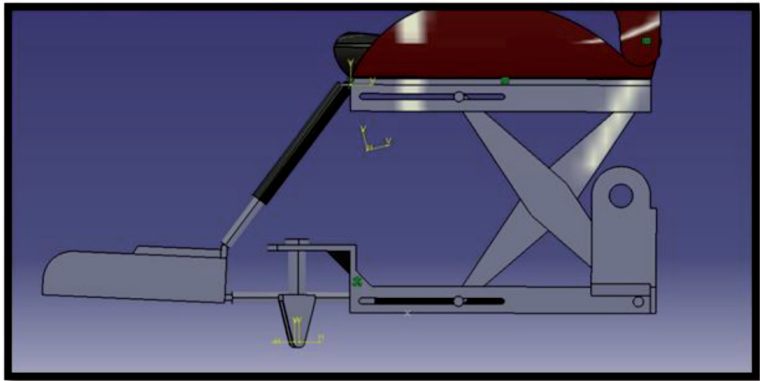


Fig. 6: Esquema de los actuadores del reposapiés

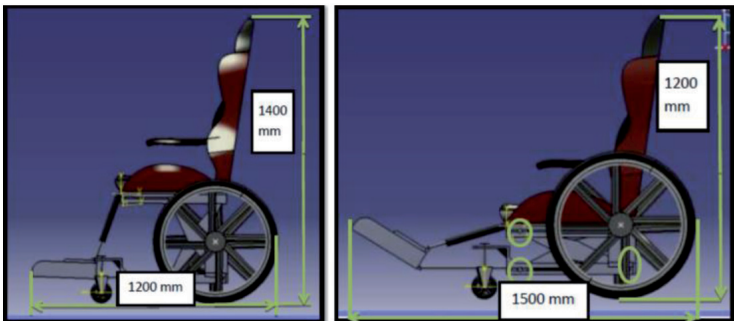


Fig. 7: Comparativa de la silla de ruedas en modo calle (izquierda) y modo conducción (derecha)

2.3. SISTEMA DE CONDUCCIÓN

El último apartado a tener en cuenta en la propuesta conceptual aquí presentada es el planteamiento del sistema de conducción. En primer lugar siendo conscientes de que no se tratará de un sistema convencional, debido a la naturaleza del usuario, se ha descartado el sistema de accionamiento por pedales. Además, para facilitar la conducción al usuario, se elimina el cambio manual, siendo preciso que el vehículo posea cambio automático o bien que se trate de un vehículo eléctrico.

Con estos requerimientos, determinado el tipo de cambio escogido, se plantea determinar cuál será el sistema de conducción propiamente dicho, que permita al usuario acelerar y frenar el automóvil de forma segura. Nuevamente se acude al Benchmarking; en este caso evaluando volantes de conducción propios de sistemas de videoconsolas, en los que se opta por delegar las acciones del movimiento del automóvil a un volante que disponga de una botonera que controla la aceleración y el frenado. El principal problema que plantean dichos volantes radica en su gran variedad de botones, crucetas y palancas (Fig. 14). Con un volante con tanta funcionalidad resulta dificultosa una conducción fluida, ya que siempre es posible accionar algún mando equivocadamente o no poder presionarlo de la forma correcta debido a su disposición en el cuadro general. Esto genera una serie de dudas acerca de cuán útil puede ser un volante en estas condiciones.

Una vez más la solución es la simplificación del elemento para dar mayores facilidades al piloto a través de la adaptación de las soluciones analizadas. Se plantea simplificar este tipo de modelos hacia una configuración que incluya tan sólo dos botones: Acelerador y Freno. Con este concepto de aceleración y frenado se simplifica la ecuación del movimiento y control, rediseñando el sistema de conducción. Todo esto encaja con el ya mencionado cambio de marchas automático, en caso de vehículo de motor de combustión, o con los vehículos de propulsión eléctrica.

Se requiere una reconfiguración de la electrónica del turismo con la electrónica del volante para establecer las funciones de los controles. Sin embargo aquí surgen una serie de riesgos al delegar la aceleración y el frenado a dos botones. Cualquier usuario de este tipo de volantes habrá podido comprobar que si no se tiene un buen manejo de los controles, la respuesta al acelerar se produce más rápido de lo que

se espera, o al contrario frenar de una forma más brusca de lo que se necesita en ese momento. Es decir, la adaptación propuesta no sólo ha de permitir al usuario conducir, sino que debe garantizar hacerlo de forma segura.

Con objeto de minimizar el riesgo de pulsar botones no deseados, se decide incluir únicamente tres botones en el volante. Estos son el botón de acelerar o *Accelerate* (A), el de frenar o *Brake* (B) y el clásico botón central dirigido al claxon, como se puede apreciar en los bocetos de la Fig. (15).

Se ha querido conservar el estilo clásico de los turismos añadiendo el claxon en el círculo central, facilitando así su acceso. Como puede observarse en la imagen se añaden en el volante la palanca de los señalizadores intermitentes y la palanca de limpiaparabrisas. En dicha palanca no constan los controles de las luces, habituales en muchos turismos; ya que se ha optado por situar este control en la consola central. Por último, las dimensiones del volante son estándar a las de cualquier turismo de calle, facilitando así su posible fabricación en serie; algo que las diferentes marcas de volantes apreciarán.



Fig. 8: Benchmarking con el toro mecánico para elevación de la silla

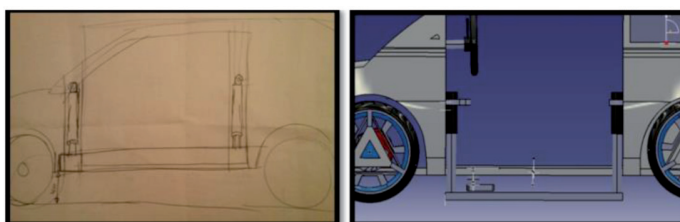


Fig. 9: Boceto (izquierda) y diseño CAD (derecha) del mecanismo de elevación



Fig. 10: Barrera de seguridad

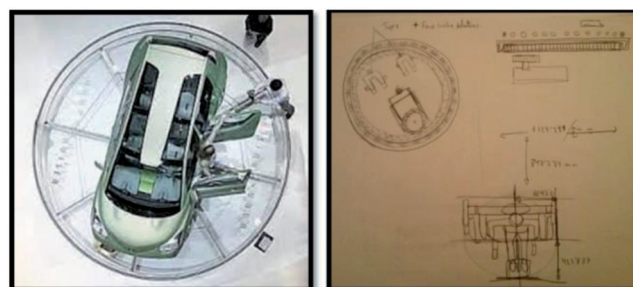


Fig. 11: Benchmarking plataforma giratoria para posicionamiento de la silla

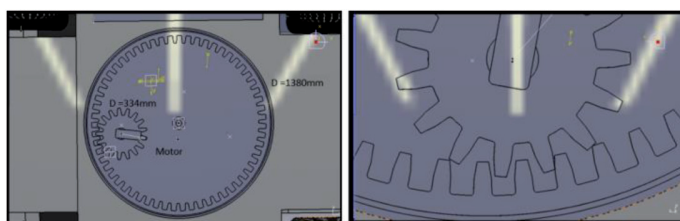


Fig. 12: Diseño de los engranajes

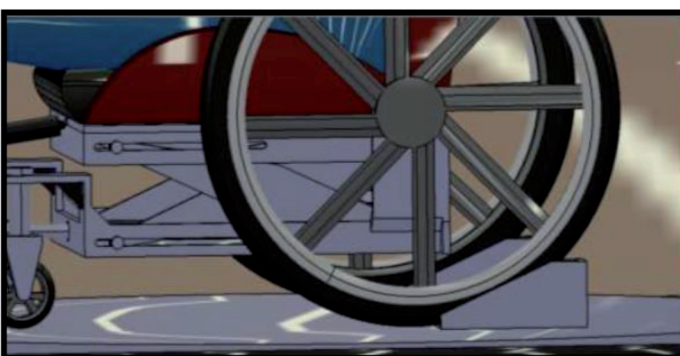


Fig. 13: Anclaje de la rueda a la plataforma giratoria



Fig. 14: Volantes Logitech, NGS y Thrustmaster.[26][27][28]

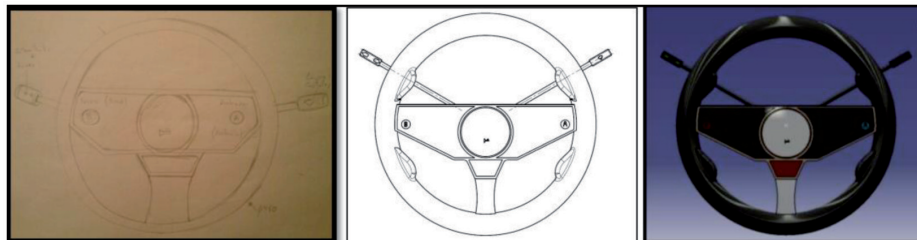


Fig. 15: Bocetos y diseño CAD del volante

3. CONCLUSIONES

A través del trabajo realizado en este artículo se ha demostrado la importancia/viabilidad de la utilización del Benchmarking como técnica de aproximación a soluciones iniciales en el proceso de diseño de productos, así como su adaptación a la solución final adoptada. Hemos visto como el vehículo accesible propuesto parte de la observación o de diferentes soluciones industriales, como el toro mecánico, la plataforma giratoria o el propio diseño del asiento y volante a partir del estudio de las sillas de ruedas existentes y de volantes utilizados en la industria del videojuego.

También se refleja en el artículo que el proceso de Benchmarking requiere una adaptación técnica durante el propio proceso de diseño. Esta fase supone una considerable carga de cálculo mecánico, en este caso, del que se han introducido los principales planteamientos. Es importante tener en cuenta que la adaptación del proceso de Benchmarking a través del cálculo en detalle terminará siendo la clave para realizar un producto comercializable y homologable. Por lo tanto, el trabajo se centra en el valor de la técnica como herramienta de diseño conceptual; etapa que precisamente se antoja la más complicada en los procesos de innovación como remarca la bibliografía analizada.

Por lo tanto, tanto la evolución de los procesos de diseño, como el análisis de la accesibilidad teniendo en cuenta el denominado "diseño para todos", han tenido cabida en este trabajo empleando como solución las estrategias anteriormente mencionadas, resultando el proyecto realizado, que los autores resumen en este artículo, ganador del concurso organizado

por la Fundación Renault para la Movilidad Sostenible [29], en su tercera edición correspondiente al año 2014.

PARA SABER MÁS

- [1] Icsid. About icsid, Definition of design [en línea]. Montréal, Québec. 2014. Disponible en: < <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>.
- [2] Norman D. El diseño emocional, por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos. Barcelona: Paidós Ibérica, 2005.
- [3] Brown T. Change by Design. New York: Harper Collins Publishers, 2009.
- [4] Sanders EB. SonicRim. From User-Centered to Participatory Design. Approaches Design and the Social Sciences. J.Frascara (Ed.). London: Taylor & Francis Books Limited, 2002.
- [5] Morris R. Fundamentos del diseño de productos. Barcelona: Editorial Parramon, 2009.
- [6] Munari, B. ¿Cómo nacen los objetos?. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- [7] Alvarez-Santos, Jesus, Miguel-Davila, José Angel. "INNOVATION USING THE PROCESS APPROACH" DYNA. Septiembre 82., 301-305, 2007.
- [8] Lee S, Thomas S, and Tucker R. "Web-Based Benchmarking System for the Construction Industry." J. Constr. Eng. Manage. 131(7), 790-798, 2005.
- [9] Feeny S, Rogers M. Innovation and Performance: Benchmarking Australian Firms. Australian Economic Review. Vol 36, 253-264, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8462.00285>.
- [10] Perks H. Inter-functional Integration and Industrial New Product Portfolio Decision Making: Exploring and Articulating the Linkages. Creativity and Innovation Management, Vol 16, No. 2, 152-156, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8691.2007.00429>.
- [11] Proceedings of the 1 st Int. Conf. on Integration of Design, Engineering and Proceedings of the 1 st Int. Conf. on Integration of Design, Engineering and Management for innovation IDEMIO9. Aguilar-Zambrano J, González MC, Valencia M, Valencia A, Leyton A, Casanova F, Riveros DI. Analysis of mobility support products under the evolution laws of technical systems for detecting opportunities of innovation., 14-15, 2009.
- [12] Sarkar P, Chakrabarti A. Assessing design creativity. Design Studies Vol. 32, No. 4, 348-383, 2011. doi:10.1016/j.destud.2011.01.002
- [13] Toh CA, Miller SR. How engineering teams select design concepts: A view through the lens of creativity. Design Studies Vol. 38, 111-138, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2015.03.001>.
- [14] Marion TJ, Simpson TW. New product development practice application to an early-stage firm: the case of the PaperPro® StackMaster™. Design Studies Vol. 30, No. 5, 561-587, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2009.02.001>
- [15] Encuesta de discapacidad, autonomía personal, y situaciones de dependencia (EDAD). Instituto Nacional de Estadística, 2008.
- [16] Libro Verde. La accesibilidad en España. Diagnóstico y bases para un plan integral de supresión de barreras. Instituto Universitario de Estudios Europeos. Universidad Autónoma de Barcelona, 2002.
- [17] ONCE. Libro blanco del eurotaxi, un taxi para todos. Fundación ONCE, 2011.
- [18] Dlouhy. Carony-Drive Broch. Disponible en: <http://www.dlouhy.at/behinderte/documents/Carony-Drive_broch_EN.pdf>. [Consulta Diciembre 2014].
- [19] Autos Elizasu. Vehículos adaptados. Disponible en: <<http://www.autoselizasu.com/ae/>>. [Consulta Mayo 2015].
- [20] FMINOW. Honda Element LX Manual. Disponible en: <<http://www.fminow.com/used/honda/element/in-stock/2009-honda-element-battle-creek-michigan-19240192>>. [Consulta Marzo 2015].
- [21] Tortosa L. Ergonomía y discapacidad. Instituto Biomecánica Valencia, 1999.
- [22] Vergara Monedero M. Evolución ergonómica de sillas. Criterios de evaluación basados en el análisis de la postura. Tesis Doctoral. Universitat Jaume I, 1998.
- [23] AENOR. Normas al día No 295, 2014. Disponible en: <http://issuu.com/revistaenor/docs/normasaldia295>
- [24] AENOR. UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i. Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0036136&tipo=N&PDF=Si>
- [25] SAE J826-1995: Devices for Use in Defining and Measuring Vehicle Seating Accomodation. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/005/sae.j826.1995.pdf>
- [26] Playseat. Análisis del Volante Logitech G27. Disponible en: <http://www.playseat.com/es/volante-logitech-g27-analisis>
- [27] Logitech. G27 Racing Wheel. Disponible en: <http://gaming.logitech.com/es-es/product/g27-racing-wheel>
- [28] Playseat. Thrustmaster T300 RS review. Disponible en: <http://www.playseat.com/thrustmaster-t300-rs-review>
- [29] Fundación Renault. La movilidad sostenible. Disponible en: <http://www.fundacionrenaultmovilidadsostenible.com/#>