

C2

NEURODISEÑO Y NEUROUSABILIDAD DE AUTOMOVILES. UNA PROPUESTA DESDE LA INGENIERIA NEUROKANSEI-CHISEI

Núñez Romero, Raúl; Aguayo González, Francisco y Córdoba Roldán, Antonio. Departamento Ingeniería del Diseño. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Sevilla.

RESUMEN

En este trabajo de investigación se plantea una innovación metodológica en los procesos de diseño y desarrollo de productos industriales, con enfoque en el usuario. El objetivo central es el planteamiento de un modelo de orientación neurocientífica para la aplicación de la Ingeniería Kansei-Chisei al diseño de productos en el sector del automóvil. Esta propuesta participa en la ampliación del concepto de ergonomía aplicada a productos y a entornos de trabajo, la cual ha evolucionado desde los conceptos de ergonomía clásica o ergonomía física hacia otros ámbitos relacionados con la incorporación e interacción emocional y racional del diseño. En el ámbito de la ergonomía, el diseño productos ha evolucionado de una concepción racional centrada exclusivamente en la eficiencia práctica, a planteamientos de concepción emocional mediante la incorporación de soluciones de diseño afectivo por Ingeniería Kansei. El objetivo final de la Ingeniería Kansei Chisei es establecer la relación entre emoción, razón y propiedades vehículo, de tal manera que los resultados puedan ser utilizados para mejorar el confort y la eficiencia del producto.

Palabras clave: *Ingeniería kansei, diseño afectivo, neurodiseño, diseño de automóvil*

ABSTRACT

In this research work, is proposed a methodological innovation in the design and development processes of industrial products, with a focus on the user. The central aim is the approach of a neuroscientific orientation model for the application of Kansei-Chisei Engineering to the design of products in the automotive sector. This proposal participates in the expansion of the concept of ergonomics applied to products and work environments, which has evolved from the concepts of classical ergonomics or physical ergonomics to other areas related to the incorporation and emotional and rational interaction of design. In the field of ergonomics, product design has evolved from a rational conception focused exclusively on practical efficiency, to approaches of emotional conception through the incorporation of affective design solutions by Kansei Engineering. The final objective of the Kansei-Chisei Engineering is to establish the relationship between emotion, reason and vehicle properties, in such a way that the results can be used to improve the comfort and efficiency of the product.

Keywords: *Kansei engineering, affective design, neurodesign, car design*

INTRODUCCIÓN

Desde que Nagamachi desarrollase en la década de los 70 la Ingeniería Kansei [2], ésta ha evolucionado como una disciplina muy vinculada al sector industrial con numerosas y exitosas innovaciones. El Mazda Miata, o también conocido como Mazda MX-5, ha sido un éxito de ventas para la empresa automovilística. El diseño de este coche fue el primero en desarrollarse basado en Ingeniería Kansei. Y desde entonces otros fabricantes en la industria del automóvil, como Nissan, Ford, Saab o Volvo, han empleado también el enfoque de Ingeniería Kansei. Y no solo en el sector del automóvil, sino en otros muchos sectores industriales dan uso al enfoque de Ingeniería Kansei para desarrollar productos exitosos (por ejemplo Shisheido, Panasonic, Samsung, Sharp...). Sharp desarrollo una videocámara con pantalla externa asistido por Nagamachi [8]. También ha sido aplicada esta Ingeniería en la creación de tonos para los teléfonos móviles [12] y el diseño de interruptores de maquinas [13]. Incluso como hito importante, cabe desatacar que el Ministerio japonés de Economía, Comercio y La industria (METI) ha declarado el valor Kansei como el cuarto valor eje para industria japonesa que "mejora los estilos de vida de la gente

y vigoriza la economía "(METI, 2007). Desde sus inicios hasta hoy la Ingeniería Kansei (IK) ha evolucionado y tomado relevancia, llegando a un amplio reconocimiento a nivel internacional.

En la situación actual, las empresas y usuarios no valoran únicamente la funcionalidad, utilidad, seguridad y adecuado precio de los productos (valores clásicos), sino también las emociones y los sentimientos que le proporcionan. Por ejemplo, ante dos vehículos aproximadamente equivalentes en funcionalidad, calidad y precio, la decisión final de compra es hacia aquel que le proporciona un mayor 'feeling' o que mejor refleja un determinado estilo de vida (Figura 1).

Derivado de lo anterior, resulta de interés el desarrollo de una metodología cuantitativa para diseñar y desarrollar productos que evoquen unos determinados sentimientos y emociones en los usuarios. Por ello, en el trabajo de investigación se propondrá una aportación metodológica al diseño industrial con la que se puedan desarrollar productos y entornos que provoquen una emoción positiva y motivante. Es decir, el objetivo es conseguir mediante el diseño de productos industriales una conexión placentera con el usuario mediante el diseño de productos motivantes y con vinculación atemporal con el usuario. Esta situación forma parte del resultado evolutivo de las técnicas de ergonomía, que en su estado más evolucionado de desarrollo se orientan a la concepción de productos y entornos de trabajo placenteros, afectivos y motivantes[1 y 2].

Bajo este supuesto se desarrolló el concepto de Ingeniería Kansei, como metodología cuantitativa que ayuda a los ingenieros diseñadores a incorporar la emoción, afecto y sentimientos como requerimiento en los productos y entornos industriales. Este será el punto de partida para el desarrollo metodológico y de aplicación que se plantea en la investigación.

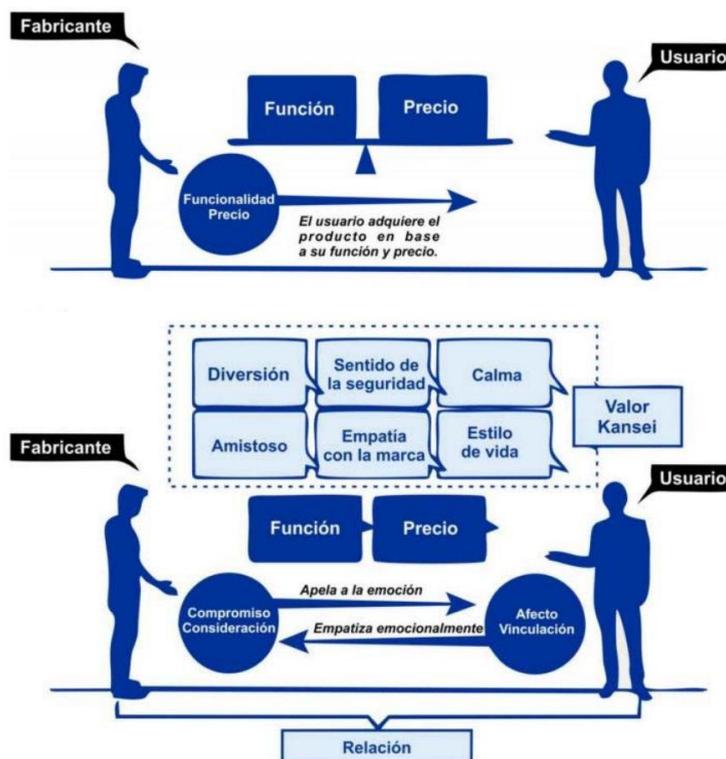


Figura 1: Valores tradicionales versus Valores nuevos en la adquisición de productos. Adaptado de [3].

CONTEXTO DE APLICACION

La concreción en los momentos actuales de la línea de investigación de metodologías innovadoras de diseño y desarrollo de productos industriales en los que se incardina este trabajo de investigación se corresponde con los conceptos de neuro-ergonomía y neuro-diseño, teniendo en cuenta todo lo referente al marco de aplicación de sistemas de fabricación en Industria 4.0 e industria conectada inteligente, soportada por las tecnologías de la información como: sensórica inteligente, internet de las cosas, big

data, *cloudcomputing*, realidad aumentada, dispositivos móviles, *wearables*, sistemas de inteligencia artificial.

A día de hoy la Ingeniería Kansei se ha desarrollado clasificado en 6 tipos [4, 8, 9, 10]:

Tipo I. En esta modalidad se representa en una estructura de árbol la estrategia del diseño del producto y la segmentación del mercado, para identificar las necesidades afectivas del consumidor y enlazarlas con las propiedades del producto.

Tipo II. KES, por su definición en inglés: *Kansei Engineering System*, es una modalidad asistida por ordenador, donde herramientas estadísticas son las encargadas de la asociación entre las necesidades afectivas, Kansei y las propiedades del producto.

Tipo III. Esta modalidad es parecida al tipo II, pero en este no solo los modelos matemáticos muestran las propiedades del producto, según los requerimientos de Kansei, sino que esta modalidad puede predecir, según un producto definido, los Kansei provocados por las propiedades del producto.

Tipo IV. También es una modalidad asistida por ordenador como los tipos anteriores, con la particularidad de ser más complejos los modelos matemáticos, y tiene un carácter predictivo.

Tipo V. Modalidad virtual. En este tipo la realidad virtual toma el protagonismo, que es la forma en que se representan las imágenes del producto.

Tipo VI. La base de datos Kansei es accesible vía Internet, por lo que soporta trabajo en grupo e ingeniería concurrente. Utiliza herramientas de gestión de calidad del tipo: Despliegue de la Función Calidad (QFD) [7], aplicadas a la industria de servicios, y busca el diseño de todos los procedimientos del servicio tomando como origen las preferencias del usuario [2 y 11].

OBJETIVOS

La línea de investigación sobre metodologías y técnicas de diseño y desarrollo de productos industriales centradas en el usuario (enfoque social), constituye el eje central del desarrollo de este trabajo. El propósito de la investigación es dar repuesta al necesario empoderamiento del factor humano en los procesos de diseño y desarrollo de nuevos productos. Con tal propósito, el objetivo de investigación se ha concretado en la formulación de un modelo metodológico de diseño industrial con orientación neurocientífica denominado Ingeniería Kansei-Chisei y en su aplicación al diseño y desarrollo de un vehículo.

Establecida una metodología que satisface el diseño emocional del producto, el siguiente ámbito de estudio será (de forma simultánea) la adaptación racional del producto al usuario. Este concepto de diseño racional de productos va más allá del término clásico de ergonomía de producto y procesos de fabricación (orientado a los factores humanos), centrándose en el concepto de diseño adaptado al usuario, principalmente en términos de usabilidad productos. Para abarcar la racionalización del producto se plantea la metodología de Ingeniería Chisei, como enfoque cuantitativo que ayuda a los ingenieros diseñadores a incorporar en los productos recursos orientados a proveer placer a través de los procesos cognitivos de razón (soluciones que satisfagan requerimientos). Esta metodología no está desarrollada y su estructuración e incorporación en el diseño de productos está por definir en el actual estado del arte de la Ingeniería Kansei y Chisei [4]

Satisfechos los criterios ergonómicos basados en los factores humanos clásicos, se va a centrar la atención en aportar una metodología compacta que ayude a la incorporación de factores centrados en el usuario, en las dimensiones afectiva y de razón (Ingeniería Kansei e Ingeniería Chisei).

En primer lugar se realizará un estado de arte con el objetivo de poder realizar una propuesta metodológica que aúne en un mismo modelo metodológico la Ingeniería Kansei y la Ingeniería Chisei, denominando dicho modelo como Ingeniería Kansei-Chisei. Actualmente no existe ninguna propuesta formal de incorporación metodológica al diseño de productos de aspectos de diseño emocional y del diseño racional. Esta propuesta metodológica se centrará en el desarrollo de la Ingeniería Kansei, añadiéndole la dimensión Chisei o parte racional del diseño.

Los antecedentes expuestos determinan y justifican un ámbito de interés para acometer la realización del trabajo de investigación en la que se realizará una propuesta metodológica compacta cuantitativa con base neurocientífica para el diseño emocional y racional.

Por otra parte se propondrá la incorporación de técnicas neurocientíficas en las etapas tempranas del proceso de diseño y desarrollo de productos industriales, tales como la electroencefalografía (EEG), la electromiografía (EMG) y técnicas de oscilometría (EY).

Los resultados obtenidos en la investigación en base al modelo propuesto, permitirán la integración del usuario en el proceso de diseño y desarrollo de productos en su etapa temprana con un enfoque motivo-racional-afectivo.

La propuesta de formulación metodológica forma parte de la evolución del concepto de ergonomía aplicada a productos industriales, la cual ha evolucionado desde los conceptos de ergonomía clásica o ergonomía física, hacia otros ámbitos relacionados con la adecuación emocional y racional del diseño de productos y sistemas de trabajo.

La aplicación de la propuesta metodológica formulada es apalancar al factor humano en el proceso de diseño y desarrollo de productos industriales, la mejora de su sostenibilidad social, llevando a cabo un caso de estudio con especial interés en el nivel de conceptualización de productos. En este nivel, se realizará el análisis y propuestas de diseño del exterior e interior de un vehículo.

En el entorno de fabricación, la propuesta y aplicación metodológica, contribuirá a facilitar al trabajador el desarrollo de sus tareas dentro del entorno, de una manera placentera (emocional) (Ingeniería Kansei) y optimizando la eficacia de las tareas que desarrolla (Ingeniería Chisei). Ello se traducirá en una mejora del sistema de producción, con un enfoque más amplio que el de la clásica mejora de la productividad por la racionalización de los procesos de trabajo o mejora de métodos. El objetivo es conseguir un impacto en la motivación, satisfacción, rendimiento y fiabilidad del trabajo, enlazando así con los principios de los sistemas de fabricación Lean, bajo el nuevo contexto de Industria 4.0.

La forma de proceder sería establecer un dominio semántico emocional (kansei) y racional (chisei), bajo una jerarquía integrada de términos kansei y chisei, aportando un esquema de diseño fractalizado, para su articulación en otros productos de similar función y características.



Figura 2: Ejemplo de kanseis de producto para un automóvil.

De esta manera se dispondría de una jerarquía de términos kansei y chisei integrada en las primeras etapas del proceso de diseño y desarrollo de productos industriales. De este modo se busca conseguir el empoderamiento del factor humano (usuarios) en los procesos de concepción y diseño bajo su conexión emotivo-racional-afectiva formando un tejido sin costura en el entramado socio-técnico que constituyen las necesidades de los usuarios y las necesidades empresariales.

METODOLOGÍA

Al estar en una fase inicial de la investigación en el presente apartado se expondrá la metodología utilizada para establecer el actual Estado del Arte.

El principal objetivo del estado del arte que se lleva a cabo en esta primera fase es aportar desde una perspectiva científica, psicológica y neurocientífica una definición completa y actualizada de los conceptos kansei y chisei en el área de conocimiento del diseño y desarrollo de productos.

La revisión, en primer lugar, se centra en definir los conceptos kansei y chisei desde el enfoque de la ingeniería del diseño industrial (*engineeringdesign*) o diseño de productos (*productdesign*). Se analizan los dos conceptos por separado para posteriormente llevar a cabo un análisis de cómo se estructuran e interactúan entre ellos.

En segundo lugar, se analiza el kansei y el chisei desde un punto de vista neurocientífico, analizando cómo se generan estos conceptos y cómo se puede acceder a ellos para cuantificarlos a través de la actividad neurobiológica. Esto incluye una revisión centrada en analizar y exponer las mejores técnicas neurocientíficas disponibles para abordar el estudio del kansei y el chisei a través de la actividad y registros neurofisiológicos.

Por último se lleva a cabo una revisión de los escasos trabajos de investigación centrandose en las fases experimentales propuestas para las técnicas de electroencefalografía (EEG) y oscilometría (Eyetracking, ET) en el ámbito del diseño industrial de equipos y entornos de fabricación.

Posteriormente se aborda el clásico enfoque de kansei y chisei desde la perspectiva psicológica y las mejores técnicas psicométricas para la cuantificación de estos constructos psicológicos.

En base a los tipos de revisión bibliográfica propuesta por Mayer [5], en el presente estado del arte se llevará a cabo una revisión de tipo Status Quo. Mayer define este tipo de revisión como una descripción de la investigación más actual para un tema o campo de investigación determinado. En base a los tipos de revisión bibliográfica propuesta por Squieres [6], se llevará a cabo una revisión de tipo descriptiva. Squieres define este tipo de revisión como una puesta al día sobre conceptos útiles en áreas en constante evolución. Este tipo de revisión tiene carácter descriptivo, se trata de describir el estado del conocimiento sobre lo investigado. Ambos tipos de revisión se complementan ya que tratan la revisión de un tema o concepto desde distintos puntos de vista descriptivos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La Ingeniería Kansei, al ser una metodología de origen japonés, utiliza en su definición y conceptualización términos como kansei y chisei que no tienen una traducción directa en la cultura occidental, por lo tanto, se ha considerado de gran interés entender realmente que es el kansei y el chisei y como se conectan con la metodología de Ingeniería Kansei.

En primer lugar se puede apreciar que el término **“kansei”** tiene una tendencia creciente en documentos publicados desde el año 2000 hasta la actualidad en las principales bases de datos científicas como se muestra en la Figura 3. Esto es indicador del interés de la comunidad científica en los aspectos relaciones con la Ingeniería Kansei, diseño afectivo y emocional desde un punto de vista científico y técnico.

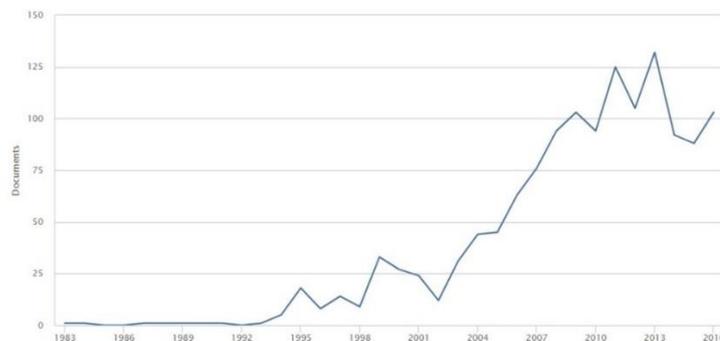


Figura 3: Evolución de publicaciones en Scopus para “kansei” (año, número de publicaciones).

En segundo lugar, el término **“chisei”** no tiene presencia en las bases de datos científicas consultadas, Compendex y Scopus. Si se han encontrado textos mediante Google Academics, los cuales introducen el concepto chisei en la Ingeniería Kansei como contraparte del kansei [4].

El análisis de publicaciones que relaciones conjuntamente los términos kansei y chisei con el objeto de aplicación de a vehículos, ha dado como resultado la inexistencia de artículos y demás textos técnicos que apliquen Ingeniería Kansei a sistemas de fabricación.

Por otro lado, se han seleccionado la electroencefalografía (EEG) y la oscilometría (ET) como mejores técnicas de enfoque neurocientífico para la obtención y cuantificación del kansei y el chisei. Las bases de datos consultadas ofrecen más de 170.000 documentos relacionados con el término de búsqueda **“Electroencephalography”**. Si se realiza una búsqueda, en la misma base de datos, centrada en el ámbito del diseño de productos, el número de publicaciones es muy reducido. Se han encontrado en

torno a 80 publicaciones relacionadas con el término “**ElectroencephalographyProductDesign**” (Figura 4).



Figura 4: Publicaciones en Scopus para “**ElectroencephalographyProductDesign**” (año, número de publicaciones).

Las bases de datos consultadas (Compendex y Scopus) ofrecen en torno a 500 publicaciones científicas relacionadas con el término de búsqueda “**Eyetracking**”. La mayoría de documentos están relacionados con el campo de la psicología, la computación y las ciencias sociales. Si se realiza una búsqueda centrada en el ámbito del diseño de productos, el número de publicaciones es muy reducido. Se han encontrado en torno a 15 publicaciones relacionadas con el término “**EyetrackingProduct**”. Aun así, se puede apreciar que a pesar de ser un ámbito de estudio donde la aplicación de dicha técnica no está extendida, se puede observar que el estudio y aplicación de la técnica de *Eyetracking* en el ámbito del diseño de productos sigue la tendencia ascendente (Figura 5).



Figura 5: Publicaciones en Scopus para “**EyetrackingProduct**” (año, número de publicaciones).

De la búsqueda efectuada en las bases de datos de puede concluir que el auge de la Ingeniería Kansei como metodología diseñada es semejante al de técnicas como la oscilometría y la electroencefalografía. El uso de estas técnicas en IK hace que la propia metodología siga desarrollando hacia resultados de síntesis más óptimos, y a su vez, la IK para las técnicas propuestas supone un área de conocimiento que permite poder seguir investigando hacia nuevas aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Córdoba Roldán, A., Aguayo González, F. y Marcos Bárcena, M (2017). *Aplicación de la Ingeniería Kansei-Chisei en entornos de fabricación Lean*. Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz.
- [2] Nagamachi, M. (1995) Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *Industrial Ergonomics ELSEVIER International Journal of Industrial Ergonomics*. 1995, vol. 15, pp. 3-11
- [3] Ministry of Economy Trade and Industry of Japan (2015). Kansei Initiative. [en línea] meti.go.jp/english/policy/mono_info_service/mono/kansei2009/ (Consultado en diciembre de 2017)

- [4] Schütte, S. (2005) Engineering emotional values in product design : Kansei engineering in development S.L. Linköping University. Department of Mechanical Engineering, 2005. ISBN 9185299464.
- [5] Mayer, P. (2009) Guidelines for writing a Review Article. Basel, Zurich: Basel Plant Science Center.
- [6] Squires, J.E., Estabrooks, C.A., Gustavsson, P. y Wallin, I. (2007) Individual determinants of research utilization by nurses: a systematic review update. Nursing Research, vol. 56, n.o Supplement 1, pp. S4-S6
- [7] Akao, Y., "History of Quality Function Deployment in Japan". Hansa Publisher, 1990.
- [8] Nagamachi, M. (1997a), "Requirement identification of consumer's needs in product design", Proceedings of IEA '97, 1997, Finnish Institute of Occupational Health, Tampere, Finland, p. 231-233.
- [9] Nagamachi M., "Kansei Engineering: the Implication and Applications to Product Development. Systems", IEEE SMC '99 Conference Proceedings. IEEE, 1999, Vol. 6, pp. 273- 278
- [10] Nagamachi M., "Kansei Engineering as a powerful consumer-oriented technology for product development", Applied Ergonomics, Vol.33, 2002, pp. 289-294.
- [11] Nagamachi, M. (1997b), "Kansei Engineering: The Framework and Methods", Kansei Engineering 1, Nagamachi, M. (ed.), Kaibundo Publishing Co. Ltd., Kure, 1997, pp. 1-9.
- [12] Deng, Y. and Kao, Y. P., "The development of musical selection plan based on kansei similarity", National Chiao Tung University, Institute of Applied Art, 2003.
- [13] Schütte, S., Eklund, J., "Design of rocker switches for work-vehicles-an application of Kansei Engineering". Applied Ergonomics, Vol. 36, 2005, pp. 557-567.
- [14] Osgood, C. E., Suci, G. J. and Tannenbaum, P. H., "The Measurement of Meaning", University of Illinois Press, Illinois, 1957.