REVISIÓN

# Métodos y metodologías en el ámbito del diseño industrial

Enrique Gaspar Iserte Peña, María del Mar Espinosa y Manuel Domínguez

*Methods and methodologies in industrial design*

## RESUMEN

**Los métodos de diseño son los procedimientos existentes para diseñar y representan las actividades que el diseñador realiza durante dicho proceso. Este artículo propone una clasificación que servirá de punto de partida para el subsiguiente estudio de los diferentes métodos de diseño y la investigación que acerca de ellos se propone y que se está desarrollando.**

Recibido: 22 de diciembre de 2011
Aceptado: 17 de septiembre de 2012

## ABSTRACT

***Design methods are those procedures used to design and represent the activities that the designer uses during the design process. This paper shows a classification which is used for the study of the different design methods and the research about them that is being developed right now.***

Received: December 22, 2011
Accepted: September 17, 2012

**Palabras clave**
Diseño industrial, diseño, producto, metodología

**Keywords**
*Industrial design, design, product, methodology*

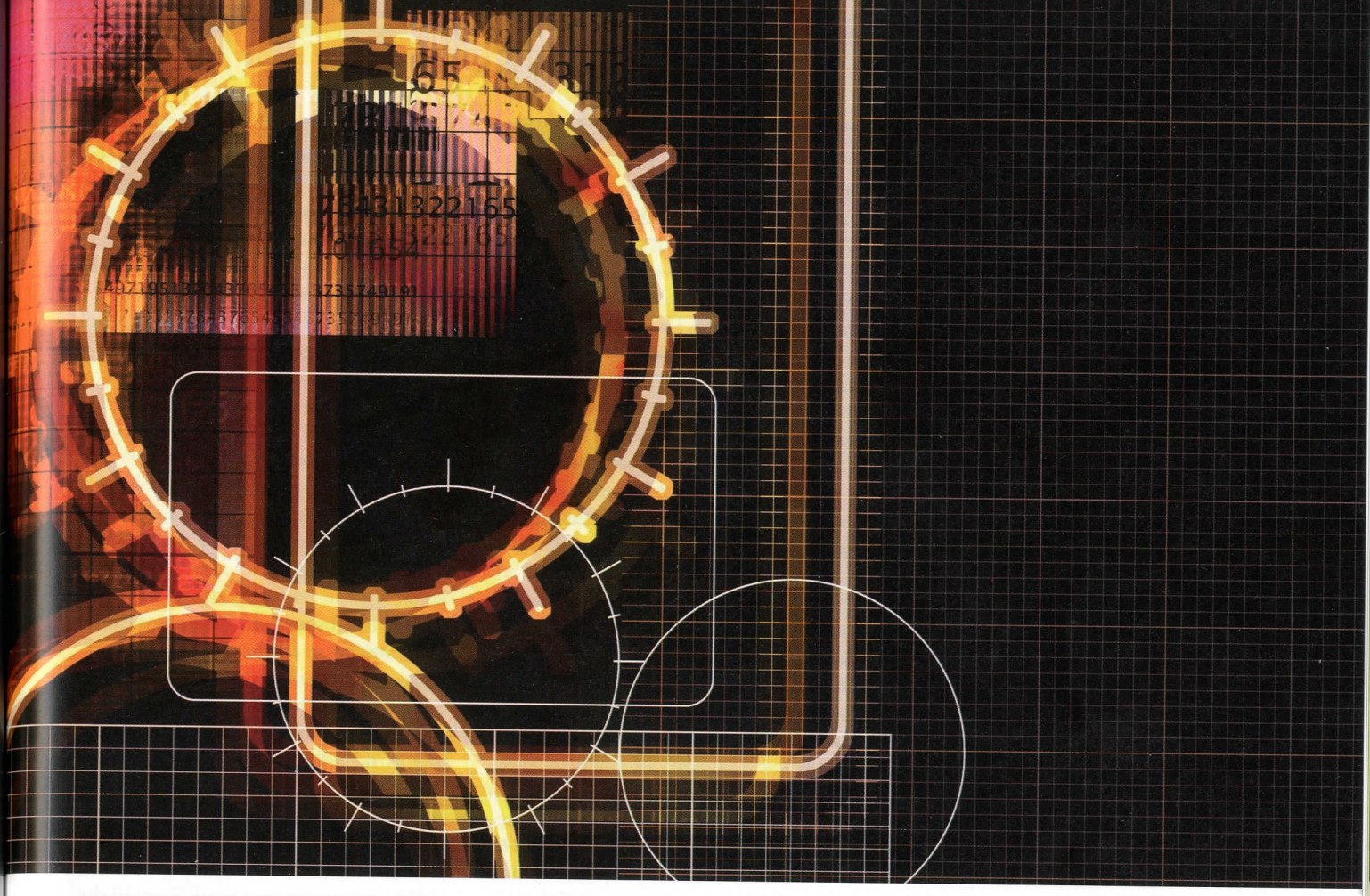

Foto: Shutterstock

Los seres humanos siempre han diseñado cosas; se trata de una actividad inherente a estos, que siempre han tratado de elaborar herramientas y medios que se adapten a sus necesidades.

Tradicionalmente, las actividades de diseño y fabricación han estado unidas, aunque no existía una actividad previa de dibujo o bosquejo antes de la fabricación. En la actualidad estas dos actividades se encuentran bastante separadas, y es necesario el diseño para comenzar la fabricación. En la primera actividad el diseñador desarrolla y presenta una descripción lo más detallada posible y sin ambigüedades de lo que se va a fabricar.

La figura del diseñador se convierte en una pieza fundamental y se hace necesario disponer de una metodología para poder afrontar problemas complejos y que sea capaz de producir una descripción final del artefacto que se va a diseñar que se adapte a los requerimientos demandados. Esta metodología, según Nigel Cross (2002) es "el estudio de los principios, prácticas y procedimientos de diseño en un sentido amplio. Su objetivo central está relacionado con el cómo diseñar, e incluye el estudio de cómo los diseñadores trabajan y piensan; el establecimiento de estructuras apropiadas para el proceso de diseño; el desarrollo y aplicación de nuevos métodos, técnicas y procedimientos de diseño, y la reflexión sobre la naturaleza y extensión del conocimiento de diseño y su aplicación a problemas de diseño". De esta forma, la metodología es el estudio formal del método o la ciencia del método, y estos se pueden definir como las maneras en que una persona (un ingeniero de diseño, en este caso), realiza su tarea (diseñar), (Chaur, 2004). El ingeniero de diseño, a través de la ingeniería del diseño, es el que se encarga de utilizar el conocimiento científico en las tareas de desarrollo de proyectos de diseño.

Los métodos de diseño se pueden clasificar desde una perspectiva histórica en dos etapas fundamentales: los métodos artesanales o intuitivos, en los que la propuesta se presenta en un plano o dibujo sobre el que se realizan todos los comentarios y modificaciones, y los métodos contemporáneos, aptos para afrontar problemas más complejos mediante el proceso sistemático organizado. Los primeros resultan insuficientes en muchos casos, dada la gran complejidad que requieren un elevado número de proyectos industriales. Los métodos contemporáneos son procedimientos elementales y con una finalidad parcial que cumplen determinadas misiones en el proceso de diseño (Jones, 1992).

Los métodos contemporáneos de diseño se pueden clasificar como métodos creativos si su finalidad es estimular este tipo de pensamiento eliminando bloqueos mentales o métodos racionales si su finalidad es establecer un enfoque sistemático con un marco de referencia lógico en el diseño. Otra clasificación tradicional de los métodos de diseño es aquella que los agrupase según las etapas de diseño en las que intervienen, estas son: *1)* definición de objetivos, *2)* establecimiento de funciones, *3)* fijación de requerimientos, *4)* determinación de características, *5)* generación de alternativas, *6)* evaluación de alternativas y *7)* mejora de detalles (Cross, 2002).

Según Liu y Boyle (2009), los esfuerzos en la investigación en la ingeniería del diseño han variado en sus perspectivas, considerando la ingeniería del diseño y sus métodos desde los puntos de vista del cliente, del diseñador y de la comunidad (figura 1).

Adicionalmente, la investigación transversal se centra en el desarrollo de herramientas, técnicas y métodos que puedan apoyar a la ingeniería del diseño desde todas estas perspectivas, además de en el desarrollo de herramientas de soporte

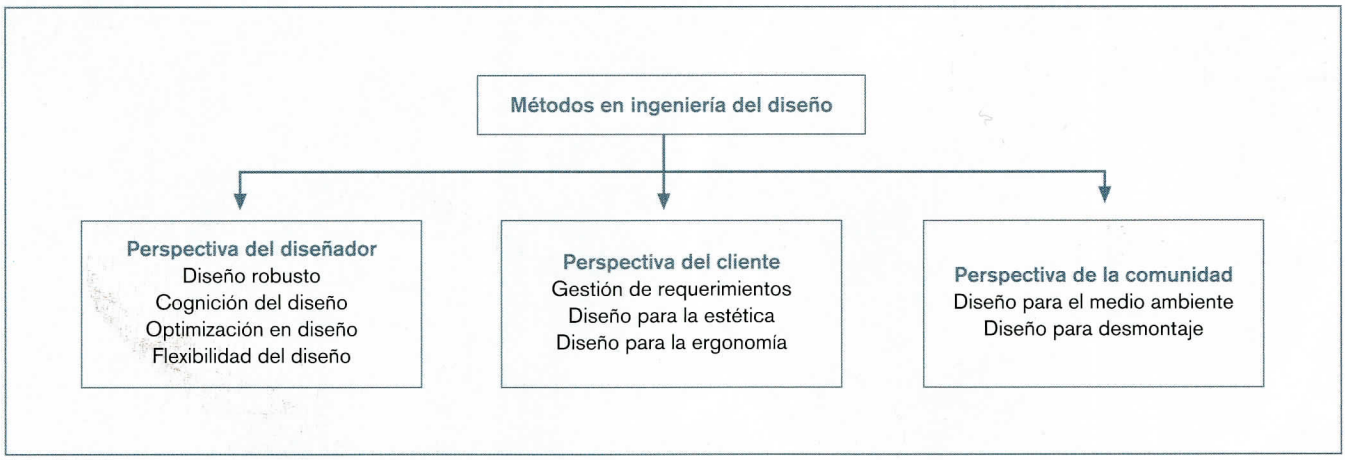


Figura 1. Clasificación de la investigación reciente acerca de métodos en ingeniería del diseño.

a la toma de decisiones y métodos para conseguir la integración en el campo del diseño. Esta clasificación difiere de las tradicionales al tener en cuenta el foco sobre el que actúa el método, en contraposición a las clasificaciones tradicionales de Cross y Jones, por las cuales los métodos se clasifican con relación a sus mecanismos de funcionamiento interno. Esta ofrece una clasificación clara y nueva de los métodos, con la que se pueden definir fácilmente las mejoras que se obtendrán de su aplicación.

En esta clasificación se debe incluir la flexibilidad dentro de la perspectiva del diseñador, pues a pesar de su popularidad, no es todavía un concepto madurado comparado con la optimización y la robustez, por ejemplo. No obstante, debe ser reconocida como un atributo crítico de un sistema, proceso u organización, pues se necesita para hacer frente a la incertidumbre y al cambio e implica la habilidad de cambiar y adaptarse a una serie de condiciones (Saleh, 2009).

Por tanto, para conocer el punto en el que se encuentran actualmente los métodos de diseño y la dirección en la que avanza su investigación, debemos analizar cada una de estas perspectivas actuales de estudio expuestas, para identificar los métodos de diseño contenidos en cada una de ellas con el fin de obtener una clasificación y una exposición detalladas de estos.

Como complemento a lo anterior, se puede presentar una lista no exhaustiva de los métodos de diseño, que se tratarán posteriormente, para analizarlos desde las perspectivas actuales de estudio: *1)* el método de Taguchi, *2)* la teoría C-K, *3)* TRIZ, *4)* la metodología de diseño para un factor (DpX), *5)* el método de los montajes inteligentes, *6)* el método de diseño axiomático, *7)* la metodología kansei, *8)* la metodología de modelado y análisis de la robustez en sistemas de ingeniería, *9)* la matriz de estructura del diseño, *10)* el modelo de coevolución, *11)* el proceso de diseño creativo, *12)* la metodología de optimización de diseño por datos, *13)* el método para el diseño de mecanismos complejos, *14)* el método de algoritmos genéticos, *15)* la metodología pensar en el futuro, *16)* los métodos estocásticos, *17)* el método de evaluación de la flexibilidad, *18)* el modelo transdisciplinario de desarrollo del ciclo de vida del producto, *19)* la sistemática de obtención de necesidades de los clientes y evaluación de factores multiculturales, *20)* el modelo para cuantificar las necesidades de los clientes a requerimientos técnicos, *21)* el método de estructuración de la respuesta estética, *22)* el método de las herramientas afectivas, *23)* el método de análisis de bocetos, *24)* el método de evaluación de la ergonomía y la seguridad, *25)* el método de evaluación de la ergonomía y el contenido emocional del diseño, *26)* el modelo para el análisis del esfuerzo en la etapa de desmontaje y *27)* la metodología de identificación de la secuencia optima de desmontaje.

## Perspectiva del diseñador

Desde la perspectiva del diseñador, los focos de acción se centran en el diseño para la robustez, para la optimización y la flexibilidad y la cognición del diseño, lo que representa la capacidad del experto de entender, razonar y aplicar un pensamiento inteligente al diseño.

### Diseño robusto

Se denominan productos robustos aquellos que han sido diseñados de tal forma que mantienen sus características de calidad con un mínimo nivel de variabilidad aunque estén sometidos a cambios externos, internos o en los procesos de producción (Grima, 1993).

Uno de los métodos más influyentes en este campo es el método de Taguchi, que estudia los parámetros de diseño identificando los valores óptimos de aquellos cuyo proceso de implementación es el menos susceptible de cambios (Taguchi y Yokoyama, 1993). Jiang y Allada (2005) proponen una modificación del método de Taguchi para mejorar la robustez de las familias de productos modulares a cambios en los requerimientos del cliente, para determinar de forma efectiva los factores de control óptimo y los correspondientes tiempos para el diseño de familias de productos robustos. Xue et al (2008) desarrollan un modelo basado en el método de Taguchi que introduce un nuevo enfoque sistemático para el diseño de parámetros.

Downey et al (2003) proponen un método muy poderoso para alcanzar la robustez al que llaman de "montajes inteligentes", el cual puede ser utilizado como complemento a otros métodos desarrollados hasta el momento. El estudio se complementa con la aplicación del método a una aplicación industrial del procedimiento. Zakarian et al (2007) presentan un marco para el desarrollo de sistemas robustos basado en el modelado de sistemas, el análisis de la integración y las técnicas de ingeniería de calidad. Yassine (2007) utiliza la matriz de estructura del diseño (DSM, del inglés *design structure matrix)* para modelar y simular el funcionamiento de los procesos de desarrollo de productos.

### Cognición en el diseño

La cognición en el diseño es el estudio que tiene como meta entender los mecanismos mediante los cuales los ingenieros de

este campo procesan y solucionan los problemas. En él, se ha producido un rápido crecimiento de los estudios que se centran en el comportamiento de los diseñadores. Estos estudios analizan el proceso de diseño seguido por estos con el fin de identificar las técnicas desarrolladas durante el proceso de diseño (Coley et al, 2007).

La teoría C-K propuesta por Hatchuel y Weil (1999, 2002) se basa en la distinción de dos espacios expansibles, el espacio de los conceptos (C del inglés *concepts)* y el espacio del conocimiento (K del inglés *knowledge)* que forman los procesos de diseño a través de cuatro tipos interdependientes de operadores: C K, K C, K K y C C. Kazakçi y Tsoukias (2005) razonan la necesidad de incluir un tercer espacio referente al medio ambiente (E del francés *environnement)* para construir herramientas de diseño por ordenador para la teoría C-K. Por su parte, Houseman et al (2008) profundizan en la problemática de los diseñadores a la hora de considerar el impacto del coste en sus decisiones. Para entender mejor los mecanismos, analizan las acciones cognitivas de los propios diseñadores y de estimadores de coste profesionales.

Maher y Tang (2003) estudian el modelo de coevolución como modelo cognitivo y computacional de diseño y muestran que ambos poseen características complementarias que los hacen factibles de ser usados conjuntamente durante el proceso de diseño. Moss et al (2004) añaden un mecanismo de aprendizaje basado en los avances de la ciencia cognitiva en un sistema de diseño computacional a partir de agentes, el cual permite la simulación de acciones e interacciones de individuos autónomos dentro de un entorno y permite determinar qué efectos producen en el conjunto del sistema. Con ellos, determina si este mecanismo permitirá al sistema aprender de sus experiencias y transmitir estas a nuevos problemas, llegando a la conclusión de que sí le es posible aprender y transmitir esos conocimientos pero con ciertas limitaciones. Howard et al (2008) proponen un "proceso de diseño creativo" basado en la integración de los métodos utilizados en la ingeniería del diseño y los procesos creativos utilizados en la psicología cognitiva.

### Optimización en diseño

La optimización en ingeniería del diseño es la búsqueda del camino correcto o ideal para realizar la actividad de diseño. El fin de este campo es conseguir un proceso igual o más eficiente mediante la reducción en la utilización de recursos.

El método TRIZ o teoría para la resolución de problemas de inventiva es una teoría sobre la que se ha desarrollado posteriormente una metodología en forma de conjunto de herramientas basadas en modelos de generación de ideas y soluciones para resolver problemas. Bariani et al (2004), con el fin de abordar el problema de la reducción de piezas con mayor eficacia, realiza un enfoque en el que combina el método de diseño para la fabricación y el montaje automatizado (DFMA) con la teoría para la resolución de problemas de inventiva (TRIZ). Para ello, fusiona sus características comunes y conecta los aspectos complementarios aplicándolos al rediseño de una antena parabólica. Cemiglia et al (2008) describen los resultados de la actividad metodológica llevada a cabo trabajando con TRIZ, con el fin de obtener un nuevo concepto para un dispositivo de protección trasera contra el empotramiento en vehículos industriales.

Hung y Hsu (2006) proponen un nuevo proceso integrado para diseñar sobre patentes existentes a través de TRIZ. El proceso propuesto integra estrategias para el diseño sobre patentes,

ENGINEER SUCCESS

New technologies
New solutions
New networks

¿De qué innovaciones se puede beneficiar su empresa?

- En la Feria HANNOVER MESSE obtendrá en 11 ferias clave impresiones de desarrollos tecnológicos actuales a lo largo de toda la cadena de valor industrial.
- Asegúrese el último know how sectorial en las áreas temáticas de automatización industrial y TIC, tecnologías energéticas y de medio ambiente, técnicas motrices y de fluidos, subcontratación industrial, tecnologías de producción y servicios así como investigación y desarrollo.

Visite el mayor evento tecnológico del mundo. Más info en **hannovermesse.com**.

Anótese ahora estas fechas
**8.–12. Abril 2013**

Deutsche Messe
Hannover · Germany

Mahringer Consultores de Ferias Internacionales, S. L.
Tel. +34 91 71 30 14 6 · margarita.mahringer@hannovermesse.com

NEW TECHNOLOGY FIRST
8–12 April 2013 · Hannover · Germany

HANNOVER MESSE

diseños innovadores con TRIZ y reglas sistemáticas de determinación de quebrantamiento de patentes para diseñar a partir de otras ya existentes e incrementar la patentabilidad de los resultados de la innovación.

Zhao et al (2007) presentan la aplicación de una metodología de optimización de diseño por datos (en inglés DDOM, *data-driven design optimization methodology)* una aplicación informática que realiza experimentos y simulaciones en tiempo real con el fin de obtener mejores diseños en menos tiempo e invirtiendo menos esfuerzos que el resto de métodos. La aplicación presentada es aplicada al diseño de un sistema de refrigeración de componentes electrónicos. Kobayashi et al (2009) proponen un método para el diseño de mecanismos complejos. Para ello, parten de dos métodos de optimización en diseño basados en la topología y la forma, además de un esquema para la implementación del aporte de ideas del diseñador. Huang et al (2008) desarrollan un método de optimización basado en algoritmos genéticos para el diseño de familias de productos con diferentes niveles en común, en el sentido de que cada característica o componente puede ser común al resto con un número reducido de variantes.

### Flexibilidad del diseño

La flexibilidad es la habilidad o el potencial de cambiar y adaptarse a una serie de estados diferentes (Gupta, 1989). Esta disciplina representa uno de los factores más importantes para las empresas, las cuales, presionadas por el rápido avance de la tecnología, se ven obligadas a actualizar sus productos constantemente. King y Sivaloganathan (1999) desarrollan una metodología de diseño flexible basada en aprender a "pensar en el futuro" para que un diseño pueda ser reutilizado rápidamente más adelante. Gracias a esta metodología, se podrá producir más de un producto desde un núcleo común que constituye la parte más importante de su diseño actual. Kazmer y Roser (1999) extienden los métodos estocásticos para tratar el importante papel de la flexibilidad de fabricación en la eliminación de defectos y la optimización del producto. Rajan et al (2005) desarrollan un método para evaluar la flexibilidad de un producto realizando un estudio empírico que determina la dependencia de la flexibilidad en un número de piezas, funciones, superficies de contacto y su tipo, módulos y la forma de disponer los diferentes módulos. Adicionalmente, se establecen una serie de pautas para apoyar el diseño para la flexibilidad.

## Perspectiva del cliente

La perspectiva del cliente se hace necesaria debido a la gran competencia presente en el mercado cada vez más saturado de productos similares en el que el cliente posee un gran poder de decisión.

Desde la perspectiva del cliente, los focos de acción se centran en la gestión de las necesidades, el diseño para la estética, DpE (en inglés DfA, *Design for Aesthetics*) y en la ergonomía.

### Gestión de las necesidades

Identificar correctamente las necesidades del cliente en las primeras etapas del desarrollo de un producto es uno de los puntos más importantes en todo el proceso. Fallar en este aspecto es crítico y las consecuencias negativas incluyen, por ejemplo, modificaciones en la producción, incremento de costes, retraso en el lanzamiento al mercado, insatisfacción del cliente y reducidas cuotas de mercado (Cooper, 1999).

En un intento de resolver el problema, Shu (2001) define el método de diseño axiomático (en inglés AD, axiomatic design) que defiende que el mundo de diseño está formado por cuatro dominios: el del cliente, el funcional, el físico y el de los procesos. El del cliente representa aquello que hay que conseguir mientras, que el resto de dominios representan cómo se conseguirá. Humus et al (2008) desarrollan un nuevo modelo de desarrollo del ciclo de vida de nuevos productos, llamado modelo transdisciplinario de desarrollo del ciclo de vida del producto (transdisciplinary product development lifecycle [TPDL] model) basado en el método de diseño axiomático desarrollado por Shu. En este, el método de diseño axiomático se amplía para cubrir el ciclo de vida completo del desarrollo de producto entero.

Chen et al (2003) desarrollan una sistemática de obtención de necesidades de los clientes y evaluación de factores multiculturales que, debido a la globalización, se han establecido como una de las nuevas tendencias en el desarrollo de nuevos productos. Guenov (2008) trata el problema de crear un modelo o mapa acerca de las dificultades de cuantificar las necesidades de los clientes a requerimientos técnicos y, subsecuentemente, a parámetros de diseño.

### Diseño para la estética

El diseño para la estética trata aquellos aspectos de la ingeniería del diseño pertenecientes o relativos a la apreciación de la belleza y se utiliza para denotar las cualidades que posee un objeto y las emociones placenteras que este transmite en su uso.

El método de ingeniería kansei es una técnica muy respetada para medir el impacto de un grupo de productos hacia sus clientes. Se trata de un experimento que requiere los juicios y valoraciones del consumidor sobre un grupo de características de los productos que pueden ser analizadas usando un conjunto de adjetivos para describir el producto (Nagamachi, 1995, 2010, 2011). Este estudia diferentes casos prácticos para la aplicación del método y describe las mediciones psicológicas y fisiológicas de las necesidades de los consumidores.

Macdonald (2001) trata el concepto de "aesthetic intelligence" o "inteligencia de la estética", a la que reconoce que posee una innata, y a veces inconsciente, habilidad para percibir un gran rango de cualidades en productos que dan forma a nuestras respuestas hacia ellos. En el estudio se proporciona un método de estructuración de la respuesta estética, vinculando cualidades sensoriales a los valores culturales y proponiendo un proceso de diseño para los sentidos como medio para realizar productos agradables a los ojos del cliente.

Barnes y Lillford (2007) desarrollan un grupo de herramientas afectivas que incluyen técnicas lingüísticas para generar adjetivos apropiados para el experimento y apoyo para crear representaciones del producto para el cliente. Córdoba-Roldan et al (2009) exponen los fundamentos de la metodología kansei y realizan un enfoque aplicado al diseño de una silla con el objetivo de crear un vínculo emocional específico con el usuario potencial.

Mengoni y Germani (2009), como resultado del estudio de un nuevo método y las herramientas asociadas para interpretar los indicios de las intenciones de diseño mediante el análisis de bocetos, obtienen una serie de características estéticas que pueden ser usadas durante el modelado por ordenador en el caso de la ingeniería inversa y el rediseño.

### Diseño para la ergonomía

La ergonomía es la ciencia que se ocupa del estudio del ser humano y su adecuación al medio de trabajo. Para ello trata de mejorar la productividad y aumentar el rendimiento del individuo incrementando su comodidad. Según Strasser y Zink (2007), la ergonomía es la ciencia que se encarga de transmitir los cono-

cimientos necesarios para utilizar las posibilidades de diseño existentes en la interacción entre sistemas humano-máquina y humano-ordenador.

Colombo y Cugini (2005) realizan una investigación sobre dos casos de estudio para evaluar la ergonomía y la seguridad en el uso de humanos y simulaciones virtuales en las que el modelo humano interacciona con el prototipo.

Algunos focos de investigación se centran en cuestiones psicológicas y lingüísticas, intentando definir los productos como ergonómicos. Helander y Lin (2002) introducen el diseño axiomático tratado anteriormente en la gestión de las necesidades del cliente, como fundamento del diseño ergonómico. Mediante tres ejemplos demuestra cómo el diseño axiomático puede ser usado para diseño biomecánico de herramientas de mano y para el antropométrico de lugares de trabajo. Demirvilek y Sener (2003) tratan de dar solución a los problemas en el campo de la ergonomía relacionados con la semántica y el contenido emocional del diseño. En este estudio, se analizan una serie de diseños de éxito con el fin de encontrar respuestas a las siguientes cuestiones: *1)* ¿cómo diseñar productos evocando la felicidad en la mente del individuo?, *2)* ¿qué atributos de los productos ayudan en la comunicación de emociones positivas? y, finalmente, *3)* ¿cómo evocar esas emociones a través del producto? Como resultado obtienen una serie de pautas que seguir por investigaciones futuras con el fin de hallar un procedimiento exitoso en el campo.

## Perspectiva de la comunidad

Fruto de la progresiva concienciación de la sociedad y las regulaciones de los Gobiernos en materia medioambiental, surge la perspectiva de la comunidad como un enfoque que tener en cuenta en la ingeniería del diseño.

En esta sección se presta especial atención al ecodiseño, en el que el diseñador debe prestar especial atención al diseño para el medio ambiente, DpMA (en inglés, DfE, *Design for Environment)* y el diseño para el desmontaje, DpD (en inglés, DfD *Design for Disassembly)*.

### Diseño para el medio ambiente

El diseño para el medio ambiente trata de incorporar los asuntos de interés ambiental a los parámetros tradicionales del diseño.

Hopkinson et al (2006) exploran el potencial de combinar las tecnologías de prototipado rápido (RM, *Rapid Manufacturing)* y una aplicación informática de diseño para el medio ambiente, DpMA (en inglés, DfE, *Design for environment)* aplicado al rediseño del montaje de un tirador para el modelo de coche Jaguar XL Saloon. Obtienen dos nuevos diseños mejorados. Ge y Wang (2007) centran sus esfuerzos en los siguientes dos aspectos del desarrollo de productos: *1)* La formulación del problema y *2)* la evaluación del impacto ambiental. A partir de estos dos aspectos y del DfE, desarrollan una metodología de diseño aplicable a los productos en el campo de la electrónica. Choi et al (2008) opinan que integrar aspectos medioambientales y de negocios para la toma de decisiones durante el DfE es crucial para el proceso de diseño de producto. Para ello, proponen una sistemática que aúna ambos aspectos y puede ayudar a las empresas a desarrollar productos que las satisfacen.

### Diseño para desmontaje

El diseño para desensamblaje, DpD (en inglés, DfD, *Design for Disassembly)* es una de las metodologías pertenecientes a la perspectiva de la comunidad, la cual trata de optimizar las operaciones de desensamblaje a las que el producto se verá sometido a lo largo de su vida útil (Tsai, 2003).

Dong y Arndt (2003) realizan un análisis de la investigación reciente en el campo del desensamblaje, centrándose en la desmontabilidad, la generación de secuencias de desmontaje y el diseño asistido por ordenador para desensamblaje. Sodhi et al (2004) estudian el esfuerzo en el desabrochado de cierres, acción presente en la mayoría de las operaciones de desmontaje. Como fruto de sus estudios, hallan un modelo para el análisis de este esfuerzo y cómo introducirlo en los esquemas de análisis del diseño para desmontaje. Cappelli et al (2007) presentan una metodología para identificar la secuencia óptima de desensamblaje basada en dos algoritmos diferentes. El primero trata de analizar las constantes físicas que se oponen al movimiento de los elementos mecánicos, mientras que el segundo, usando una representación basada en árboles binarios, permite la exploración automática del grupo de secuencias posibles.

## Conclusiones

Este estudio presenta los principales métodos de diseño estudiados en la actualidad desde tres perspectivas diferentes: *1)* la del diseñador, *2)* la del cliente y *3)* la de la comunidad. Históricamente, el diseñador empezó prestando atención a aquella perspectiva que le afectaba directamente, la cual era la suya propia, para, posteriormente, centrar sus esfuerzos en aquel ser para el cual diseña: el cliente. Los esfuerzos actualmente se centran, además de en los anteriores factores, en el diseño atendiendo al entorno en el que interactuarán tanto el diseñador y el cliente como el propio diseño: el medio ambiente. Adicionalmente, han surgido una serie de nuevas vías de investigación más centradas en los aspectos sensitivos del producto como el contenido emocional del diseño, la evaluación de factores multiculturales y el análisis de la estética que tratan de dar cabida a las nuevas necesidades de la ingeniería del diseño.

Observamos, a raíz del estudio, que no existe un método o procedimiento único, por lo que nos encontramos ante un sistema abierto que, como todas las metodologías, queda expuesto a las necesidades y posibilidades de los diseñadores e investigadores. Es el diseñador en último lugar quien debe decidir y planificar para cada proyecto, aquellas metodologías que le serán de utilidad y cómo las aplicará para conseguir el fin buscado. No es de extrañar que para una determinada aplicación se necesite usar uno o varios métodos que presenten mayores fortalezas en un determinado campo.

De todo lo expuesto anteriormente, se evidencia que los métodos y metodologías en el ámbito del diseño industrial son herramientas útiles y necesarias, las cuales simplifican y estructuran el trabajo de este. Esta filosofía de trabajo metodológico, poco a poco ha ido sustituyendo a la filosofía de la idea brillante, pensamiento histórico por el cual el diseñador se sentaba a divagar hasta que una gran idea revolucionaria aparecía en su mente. Esta nueva filosofía de trabajo no representa un obstáculo a la creatividad, sino que la potencia de modo que es más probable obtener soluciones nuevas e innovadoras. Aunque la filosofía de la idea brillante se sigue practicando todavía, esta es aplicada cada vez en menor medida dadas las claras ventajas que supone la filosofía de trabajo metodológico, que considera, ordena y estructura tanto los datos disponibles como los pensamientos del ingeniero.

### Bibliografía

Bariani PF, Berti GA, Lucchetta (2004). A combined DFMA and TRIZ approach to the simplification of product structure. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B. *Journal of Engineering Manufacture.* 218: 1023-7.

Barnes CJ, Lillford SP (2007). Affective design decision-making- issues and opportunities. *Co Design.* 2007;3: 136-46.

Cappelli F, Delogu M, Pierini M, Schiavone F (2007). Design for disassembly: a methodology for identifying the optimal disassembly sequence. *Journal of Engineering Design* 18 (12):563-75.

Cemiglia D, Lombardo E, Nigrell V (2008). Conceptual Design by TRIZ: An Application to a Rear Underrun Protective Device for Industrial Vehicle. *International Electronic Conference on Computer Science* 1: 328-31.

Chaur J (2004). Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa. Universidad politecnica de Cataluña, departamento de proyectos de ingeniería. P. 18-19.

Chen C, Khoo LP, Yan W (2003). Evaluation of multicultural factors from elicited customer requirements for new product development. *Research in Engineering Design* 14: 119-130.

Choi JK, Nies LF, Ramani K (2008). A framework for the integration of environmental and business aspects toward sustainable product development. *Journal of Engineering Design* 19(10):431-46.

Coley F, HousemaN O, Roy R (2007). An introduction to capturing and understanding the cognitive behaviour of design engineers. *Journal of Engineering Design* 18 (8):311-25.

Colombo G, Cugini U (2005). Virtual humans and prototypes to evaluate ergonomics and safety. *Journal of Engineering Design* 16 (4):195-207.

Cooper RG (1999). From experience: the invisible success factors in product innovation. *Journal of Product Innovation Management* 16: 115-33.

Córdoba-Roldán A, Aguayo-González F, Lama-Ruiz JR (2009). Ingeniería kansei: Diseño estético de productos. *Dyna* 85 (10):489-503.

Cross N (2002). *Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos.* Editorial Limusa, México DF. ISBN 9681853024.

Demirbilek O, Sener B (2003). Product design, semantics and emotional response. *Ergonomics* 46:1346-60.

Dong J, Arndt GF (2003). A review of current research on disassembly sequence generation and computer aided design for disassembly. *Journal of Engineering Manufacture* 217:299-312.

Downey K, Parkinson A, Chase K (2003). An introduction to smart assemblies for robust design. *Res Eng Design* 14:236-46.

Ge CP, Wang B (2007). An activity-based modelling approach for assessing the key stakeholders corporation in the eco-conscious design of electronic products. *Journal of Engineering Design* 18(2):55-71.

Grima P (1993). Aportaciones metodológicas al diseño de productos Robustos, *Universidad politecnica de cataluña, escola tecnica superior d enginyers industrials de barcelona*, 2-35.

Guenov M (2008). Covariance structural models of the relationship between the design and customer domains. *Journal of Engineering Design* 19(2):75-95.

Gupta YP, Goyal S (1989). Flexibility of manufacturing systems: concepts and measurements. *European Journal of Operational Research* 43(2):119-35.

Hatchuel A, Weil B (1999). Pour une theórie unifieé de la conception, axiomatiques et processus collectifs. *CGS Ecole des Mines, GIS cognition-CNRS.* Paris, France.

Hatchuel A, Weil B (2002). La theórie C-K: fondements et usages d'une theórie unifi eé de la conception. *Colloque Sciences de la Conception*, Lyon, France.

Helander MG, Lin L (2002). Axiomatic design in ergonomics and an extension of the information axiom. *Journal of Engineering Design* 13:321-39.

Hopkinson N, Gao Y, McAfee DJ (2006). Design for environment analyses applied to rapid manufacturing, *Proc. IMechE* 220:1363-72.

Houseman O, Coley F, Roy R (2008). Comparing the cognitive actions of design engineers and cost estimators. *Journal of Engineering Design* 19(4):145-58.

Howard TJ, Culley SJ, Dekonick E (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies* 29(3):160-80.

Huang GQ, Li L, Schuleze L (2008). Genetic algorithm-based optimization method for product family design with multi8-level commonality. *Journal of Engineering Design* 19(10):401-16.

Humus B, Ertas A, Tate D, Cicek I (2008). The transdisciplinary product development lifecycle model. *Journal of Engineering Design* 19(6):185-200.

Hung YC, Hsu YL (2006). An integrated process for designing around existing patents through the theory of inventive problem-solving. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* 221(10): 109-122.

Jiang L, Allada V (2005). Robust modular product family design using a modified Taguchi method. *Journal of Engineering Design* 16(10):443-58.

Jones JC (1992). *Design Methods.* Van Nostrand Reinhold, New York. ISBN 0-471-28496-3.

Kazakçy AO, Tsoukias A (2005). Exteding the C-K design theory: a theoretical background for personal design assistants. *Journal of Engineering Design* 16(6):399-411.

Kazmer D, Roser C (1999). Evaluation of Product and Process Design Robustness. *Research in Engineering Design* 11:20-30.

King AM, Sivaloganathan S (1999). Development of a Methodology for Concept Selection in Flexible Design Strategies. *Journal of Engineering Design* 10:329-49.

Kobayashi M, Nishiwaki S, Izui K, Yoshimura M (2009). An innovative design method for compliant mechanisms combining structural optimisations and designer creativity. *Journal of Engineering Design* 20(4):125-54.

Liu S, Boyle IM (2009). Engineering design: perspectives, challenges, and recent advances. *Journal of Engineering Design* 20(2):7-19.

Macdonald A (2001). Aesthetic intelligence: Optimizing user-centred design. *Journal of Engineering Design* 12:37-45.

Maher ML, Tang H (2003). Co-evolution as a computational and cognitive model of design. *Research in Engineering Design* 14:47-63.

Mengoni M, Germani M (2009). Reverse Engineering and restyling of aesthetic products based on sketches interpretation. *Research in Engineering Design* 20:79-96.

Moss J, Cagan EJ, Kotovsky EK (2004). Learning from design experience in n agent-based design system. *Research in Engineering Design* 15:77-92.

Nagamachi M (1995). Kansei engineering: a new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *International Journal of Industrial Ergonomics* 15: 3-11.

Nagamachi M (2010). *Innovations of Kansei Engineering (Industrial Innovation)*, Editorial CRC Press, New York, United States. ISBN 1439818665.

Nagamachi M (2011). *Kansei/Affective Engineering.* Editorial CRC Press, New York, United States. ISBN: 978-4398-2133-6.

Rajan PK, Wie MV, Cambell MI, Wood KL, Otto KN (2005). An empirical foundation for product flexibility. *Design Studies* 26(7):405-38.

Sodhi R, Sonnenberg M, Das S (2004). Evaluation the unfastening effort in design for disassembly and serviceability. *Journal of Engineering Design* 15(2):69-90.

Strasser H, Zink K (2007). Modular course provision for professional ergonomists with micro – and macro-ergonomic design competency in the system "human being-technology-orgnization". *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 8 (7-8):349-63.

Suh NP (2001). *Axiomatic Design: Advances and Applications.* Oxford University Press. New York, United States. ISBN 0-19-513466-4.

Sun J, Han B, Ekwaro-Osire S, Zhang H (2003). Design for Environment: Methodologies, Tools, and implementation. *Society for design and Process Science* 7(3):59-75.

Taguchi G, Yokoyama Y (1993). *Taguchi methods: Design of Experiments.* American Supplier Institute, Madrid, España. ISBN 0941243184.

Tsai YT, Wang KS, Lo SP (2003). A study of modularity operation of systems based on main tenance consideration. *Journal of Engineering Design* 14(1):41-56.

Xue D, Cheing SY, Gu P (2008). Parameter design considering the impact of design changes on downstream processes based upon the Taguchi method. *Journal of Engineering Design* 19(8):299-319.

Yassine AA (2007). Investigating product development process reliability and robustness using simulation. *Journal of Engineering Design* 18 (12): 545-61.

Zakarian A, Knight J, Baghdasaryan L (2007). Modelling and Analysis of system robustness. *Journal of Engineering Design* 18(6):243-63.

Zhao H, Icoz T, Jaluria Y, Knight K (2007). Application of data-driven design optimization methodology to a multi-objective design optimization problem. *Journal of Engineering Design* 18(8):343-59.

**Enrique Gaspar Iserte Peña**
egiserte@gmail.com
Ingeniero técnico en diseño industrial por la Universidad Jaume I de Castellón. Actualmente se encuentra cursando el Máster Universitario en Ingeniería del Diseño por la UNED. Ha colaborado con el Grupo Porcelanosa en el sector de equipamiento de baño y la cerámica. Actualmente desarrolla su actividad laboral como diseñador industrial en la empresa Bytec Medical en el Reino Unido.

**Maria del Mar Espinosa**
mespinosa@ind.uned.es
Licenciada en Ciencias por la Universidad de Valladolid y doctora ingeniera industrial por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Es profesora titular de Universidad desde hace más de 15 años. Ha compaginado durante varios años su actividad docente en la universidad con la actividad profesional en empresas de ingeniería de ámbito internacional. Ha participado en diversos proyectos de investigación, nacionales e internacionales, fruto de los cuales son más de 15 publicaciones de carácter internacional. En la actualidad, desarrolla su actividad académica y de I+D+i en el ámbito del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño, en la Universidad Nacional de Educación a Distancia, en Madrid.

**Manuel Domínguez**
mdominguez@ind.uned.es
Doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid y profesor titular de Universidad desde hace más de 25 años. Ha compaginado durante varios años su actividad docente en la universidad con la actividad profesional en empresas de ingeniería de ámbito internacional. Ha participado en diversos proyectos de investigación, nacionales e internacionales, fruto de los cuales son más de 20 publicaciones de carácter internacional.

REVISTA TRIMESTRAL DE INGENIERÍA, INDUSTRIA E INNOVACIÓN DICIEMBRE 2012 / 6€

# Técnica Industrial 300

## 300 números en 60 años de edición

EL COGITI IMPULSA LA MOVILIDAD INTERNACIONAL

NUEVA PLATAFORMA DE FORMACIÓN E-LEARNIG

ENTREVISTA A JAVIER FERRER DUFOL, PRESIDENTE DE CONFEMETAL

CIBERSEGURIDAD INDUSTRIAL

ENTREVISTA A JAVIER GARCÍA MARTÍNEZ, NANOTECNÓLOGO

EL RETO DE GESTIONAR LA ELECTROBASURA

TECNICAINDUSTRIAL.ES

00300

9 770040 018303

> MÉTODOS Y METODOLOGÍAS EN EL ÁMBITO DEL DISEÑO INDUSTRIAL

> LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA EN LAS PYMES

> LA NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INDUSTRIA

> PILAS DE COMBUSTIBLE, ELECTRICIDAD PARA EL FUTURO INMEDIATO