

## STATE OF THE ART OF KANSEI ENGINEERING FOR PROJECTION IN INDUSTRY 4.0

Córdoba Roldán, Antonio <sup>1</sup>; Marcos Bárcena, Mariano <sup>2</sup>; Aguayo González, Francisco <sup>1</sup>; De las Heras García de Vinuesa, Ana <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Sevilla, <sup>2</sup> Universidad de Cádiz

Kansei Engineering is a quantitative methodological tool focused on design and development of industrial products emotionally pleasing accepted for the users.

Methodology's main objective is to support design engineers to incorporate emotion, affection and feelings as a requirement on products.

Starting from the current applications of Kansei Engineering we will proceed with a state of the art technology in order to project the Kansei Engineering to the design and development of industrial environments.

The proposed methodology is focused on supporting the concept of ergonomics and human factors in work environments, thus supporting the research program Industry 4.0, framed in Horizon 2020, where the human factor is presented as fundamental.

The aim of the Kansei Engineering in Industry 4.0 will be supporting the human-centered design factor, eliciting pleasurable feelings in work environments, providing motivation and comfort. This "Ergo-Team Work" will be developed to design environments that support the interaction between human and machine; workstations and work organization designed from kansei perspective.

**Keywords:** Kansei Engineering; Industry 4.0; Human Factor; Engineering Projects

## ESTADO DEL ARTE DE LA INGENIERÍA KANSEI PARA SU PROYECCIÓN EN INDUSTRIA 4.0

La ingeniería Kansei es una herramienta metodológica cuantitativa enfocada al diseño y desarrollo de productos industriales placenteros y emocionalmente aceptados por el usuario. Esta metodología tiene como principal objetivo apoyar a los ingenieros diseñadores a incorporar la emoción, afecto y sentimientos como requerimiento en los productos.

Partiendo de las aplicaciones actuales de la Ingeniería Kansei se procederá a realizar un estado del arte de la técnica con el objetivo de proyectar la Ingeniería Kansei al diseño y desarrollo de entornos industriales. Se presentará una propuesta metodológica enfocada a robustecer el concepto de ergonomía y de factor humano en los entornos de trabajo, apoyando así el programa de investigación Industria 4.0 enmarcado en los enfoques del horizonte 2020, donde el factor humano se presenta como fundamental.

El objetivo de la Ingeniería Kansei en la Industria 4.0 será dar soporte al diseño centrado en el factor humano, elicitando sentimientos placenteros en los entornos de trabajo, proporcionando motivación y confort. Con ello se desarrollarán "Ergo-Team Work" para diseñar entornos compatibles entre el humano y la máquina, concibiendo desde la perspectiva kansei tanto las estaciones de trabajo como la organización.

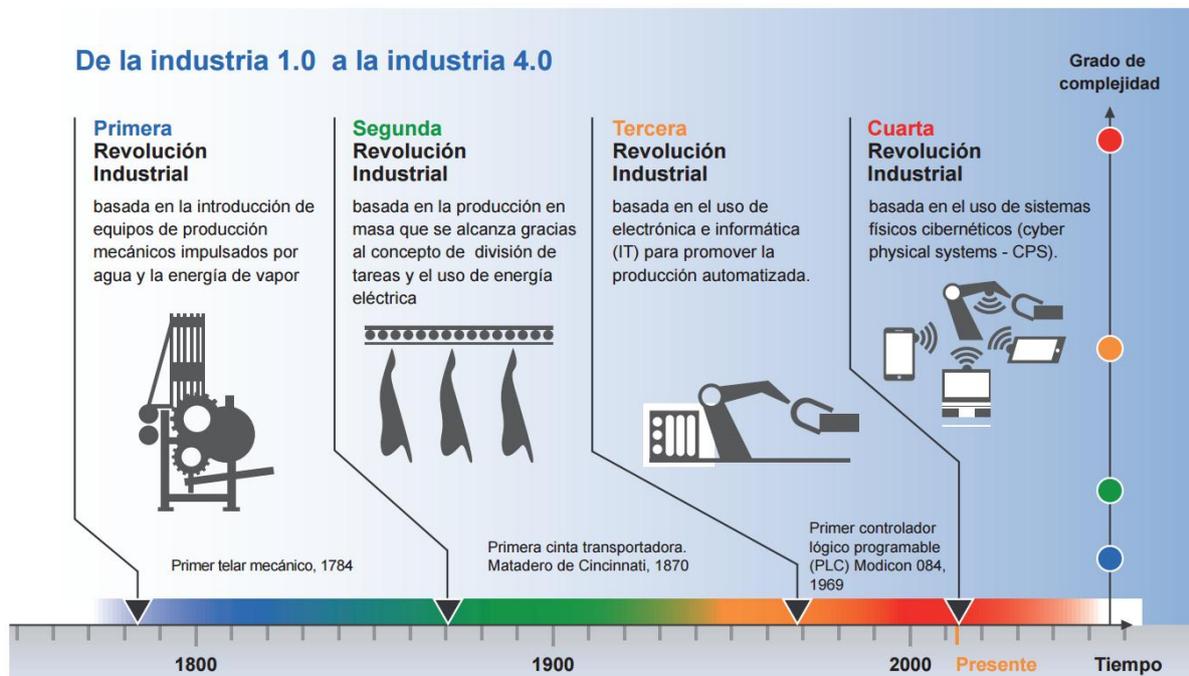
**Palabras clave:** Ingeniería Kansei; Industria 4.0; Factor humano; Proyectos de Ingeniería

## 1. Introducción

La primera revolución industrial surgió con la invención de la máquina de vapor y la mecanización del trabajo manual originada en el siglo XVIII. Posteriormente llegó la producción en cadena o producción en masa a principios del siglo XX, cuyo principal impulsor fue Henry Ford. La tercera revolución, iniciada en la década de 1970, vino propiciada por el desarrollo de los sistemas electrónicos y las tecnologías de la información, acompañada del fenómeno de la globalización.

En la actualidad, la industria se encuentra en el inicio de una nueva era, la denominada cuarta revolución industrial, o Industria 4.0, también denominada como manufacturación avanzada o fábrica digital. Este concepto de nueva estructuración industrial o industria 4.0, fue manejado por primera vez en la Feria de Hanover (salón de la tecnología industrial) en el año 2011 (Deutschland, 2014).

Figura 1. Evolución industrial (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015)



El término Industria 4.0 engloba la denominada cuarta revolución industrial, que nace de la evolución tecnológica propiciada por el desarrollo de los sistemas embebidos, su conectividad y la correspondiente convergencia del mundo físico y virtual. Todo esto proporciona unas capacidades de integración de objetos, información y personas que puede propiciar un salto cualitativo en la producción y uso de bienes y servicios (Alzaga y Larreina, 2016).

El concepto de Industria 4.0 se inicia a principios de la década de los 90 donde la industria tenía como objetivo mejorar la eficiencia en los procesos productivos. En esta época se introdujeron como sistemas principales los sistemas CAD, CAM, los sistemas CIM (Computer Integrated Manufacturing) y los FMS (Flexible Manufacturing System). La integración y flexibilidad de los sistemas de fabricación eran los objetivos principales, limitados en aquella época por la tecnología disponible.

Más adelante, con la aparición de Internet y las tecnologías asociadas, como los portales de Internet, soluciones colaborativas y la integración de la cadena de valor en su concepto más extendido (SCM, CRM, etc.), se mejoró y se impulsó el desarrollo industrial surgido en la etapa anterior.

A partir del año 2000, gracias al desarrollo tecnológico y a la evolución de los sistemas de información y de comunicación, brindados por la llamada revolución de Internet o revolución informática y de las telecomunicaciones, el concepto de conectividad se extiende a las máquinas y se popularizan conceptos como M2M (machine to machine).

Siguiendo la evolución de los sistemas de información surge el concepto de Internet de las cosas o Internet de los objetos, propuesto por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). El internet de las cosas se trata una revolución en las relaciones entre los objetos y las personas, incluso entre los objetos directamente, los cuales se conectan entre ellos y con la red ofreciendo datos en tiempo real. Esta evolución tiene como objetivo la digitalización del mundo físico. Mediante protocolos IPv6, se hace posible la identificación de todos los objetos, algo que no se podía hacer con los protocolos anteriores. Es decir, estos sistemas serían capaces de identificar instantáneamente por medio de un código a cualquier tipo de objeto (Waldner, 2008).

En esencia, la denominada Industria 4.0 se basa en sistemas de producción ciber-físicos, es decir, en productos inteligentes equipados con sensores que se comunican con las máquinas durante su propia fabricación (Donovan, 2013). Se trata de procesos de producción autocontrolados que forman parte de un sistema descentralizado y modular. Esta nueva lógica, expresada en el big data (recolección, el análisis y el almacenamiento de una gran cantidad de datos) reemplaza cada vez con mayor frecuencia a las empresas de la industria tradicional que se caracterizan por un sistema centralizado y bastante inflexible con respecto a la división social del trabajo y a la espacialidad y temporalidad de la producción (Tauss, 2016).

En base a lo descrito, se puede apreciar que el papel de la tecnología en la industria 4.0 es fundamental. El Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015) expone las siguientes tecnologías como las más importantes y características de este nuevo concepto:

- **Big Data:** conjunto de métodos y tecnologías que hace referencia a la adquisición, guardado y procesado de datos que, por volumen, frecuencia o tipología requieren ser tratados de forma no convencional. La explotación inteligente de los datos industriales es la vía para una mejor gestión de todos los recursos disponibles. Estos datos son generados por tarjetas inteligentes, sensores, hardware biométrico, máquinas autodidactas, impresoras 3D, robots y los nuevos sistemas de asistencia como son las tabletas, relojes, gafas inteligentes, etc.
- **Cloud Computing (La Nube):** plataforma compartida de recursos computacionales tales como servidores, almacenamiento y aplicaciones, utilizados a medida que se requieren y cuyo acceso es posible desde cualquier dispositivo móvil o fijo con acceso a Internet.
- **Fabricación Aditiva e Impresión 3D:** tecnología que produce objetos físicos a partir de modelos digitales 3D diseñados por software. Los materiales utilizados son materiales plásticos (los más extendidos), ceras o metales. En función del material, se utiliza una tecnología aditiva diferente. Las más extendidas son extrusión y polimerización, pero existen nuevas tendencias (jetting, sheet lamination, power bed fusion, etc.).
- **Robótica Colaborativa:** los robots industriales van a evolucionar de estar en entornos cerrados de trabajo y aislados unos de otros, a compartir espacio con trabajadores

humanos con quienes colaborarán. Una nueva generación de robots ligeros, y manejables configurarán la denominada fábrica inteligente.

- **Sistemas Ciberfísicos:** tecnologías informáticas y de la comunicación incorporadas en todo tipo de dispositivos, dotándolos de inteligencia y autonomía lo que redundará en una mayor eficiencia. Se localizarán en los sistemas de transporte, automóviles, fábricas, procesos industriales, hospitales, oficinas, hogares, ciudades y dispositivos personales, configurando una nueva generación de elementos interconectados.

La Industria 4.0 también pretende responder a las problemáticas actuales tanto en cuanto al ahorro de energía como en cuanto a la gestión de recursos naturales y humanos. Con un sistema organizado sobre la base de una red de comunicaciones y de intercambio instantáneo y permanente de información, se estará mucho mejor preparado para hacer que esta gestión sea mejor y mucho más eficaz, en correspondencia con las necesidades y disponibilidades de cada elemento del sistema, así como contemplando las necesidades y requerimientos externos, permitiendo mejoras y posiblemente también ganancias en productividad y en economía de recursos (Gimélec, 2013).

### **1.1 Procesos en la Industria 4.0**

La transformación digital aplicada a los procesos supone incorporar tecnologías 4.0 para hacerlos más eficientes y flexibles, ya sea mediante una optimización de los ya existentes o un cambio de los mismos.

Un ejemplo sería la impresión 3D, que hace posible la producción de prototipos mucho más rápido y agiliza el proceso de diseño. Por otro lado, la robótica permite flexibilizar los procesos para que estos se adapten mejor a los requisitos de los clientes. Así, la aplicación de tecnologías digitales garantiza una mayor eficiencia (optimización de recursos energéticos o materias primas y reducción de costes), mayor flexibilidad (posibilidad de personalizar los productos) y la reducción de plazos (acortando el tiempo de espera del cliente para obtener su compra).

### **1.2 Productos en la Industria 4.0**

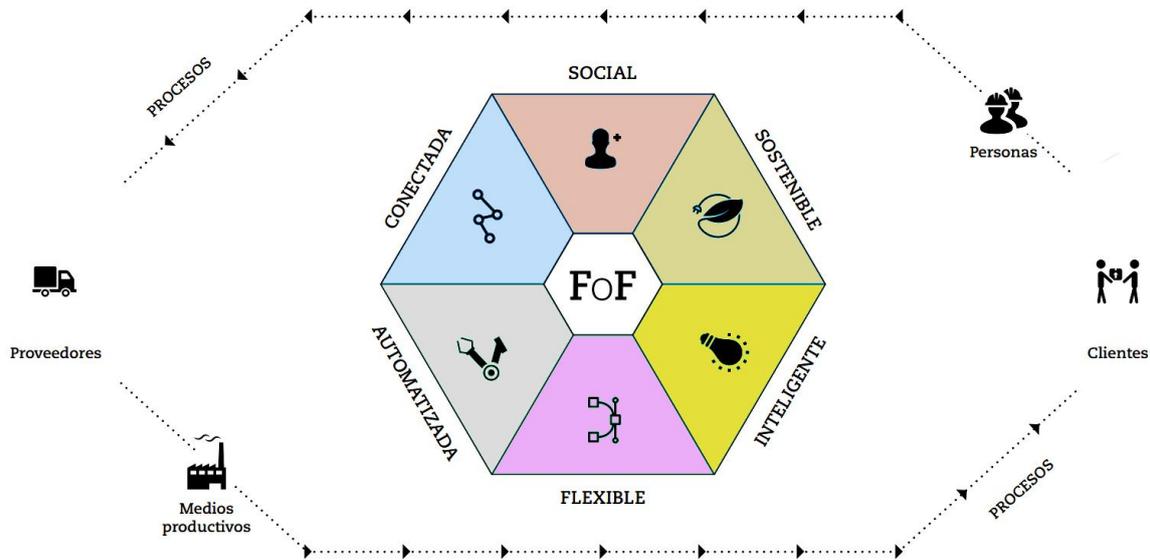
La digitalización de los productos de la industria puede suponer la incorporación de tecnología a los ya existentes, mejorando así sus funciones, o permitiendo la aparición de otras nuevas. Los principales objetivos de la industria 4.0 en el dominio del diseño y desarrollo de productos son poder ofrecer productos personalizados y la adaptación del portfolio de productos al mundo digital.

## **2. Principales factores en Industria 4.0. Factor Humano**

La industria 4.0 o fábrica del futuro se presenta como la solución más inteligente hacia la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad.

Las fábricas inteligentes serán el motor del cambio en un entorno conectado en constante evolución, donde las personas y su conocimiento seguirán siendo, aún con mayor fuerza, las piezas tractoras de su actividad. En la Figura 2 se ilustran los factores principales en la industria 4.0 destacados por Tecnalía (2015).

Figura 2. Principales factores en la industria 4.0. Adaptado de TecNALIA (2015)



- Social (Humano): el conocimiento y habilidades de los trabajadores y su capacidad para innovar están tomando cada vez mayor protagonismo. Las personas siguen siendo el centro de la actividad y concentran el mayor valor dentro de las fábricas.
- Sostenible: un uso racional de los recursos y la energía, consumiendo estrictamente lo necesario y a través de la reutilización de los desechos producidos en el sistema industrial
- Inteligente: fabricación inteligente tanto en procesos como en sistemas, sensible a los cambios del entorno. Se consigue agregando inteligencia y sensores a las herramientas y máquinas de una fábrica así como a otros elementos tales como depósitos y materias primas.
- Flexible: la flexibilidad en la fabricación acelera la reconfiguración de plantas, procesos, células de trabajo, etc. Sería posible producir a gran escala con productos personalizados según necesidades particulares evitando mantener stocks.
- Automatizada: la robotización en las fábricas incrementa la velocidad y la repetitividad en los procesos, al mismo tiempo que supera las restricciones ergonómicas y mejora la productividad de las plantas.
- Conectada: conexión entre todos los agentes partícipes en la fábrica. Mayor conexión, comunicaciones mejoradas gracias a una mejor gestión de los mecanismos de intercambio de información de las empresas.

## 2.1 Factor Humano

La mayoría de estudios sobre el sistema social y técnico (sistema sociotécnico), afirman que el sistema social (sistema humano) y el sistema técnico (sistema de producción) deben ser diseñados de tal manera que interactúen satisfactoriamente el uno con el otro (Nagamachi & Mohd, 2015).

En el presente texto se hará especial mención a la teoría del trabajo del profesor Louis E. Davis (1966) de la Universidad de California quién estableció en que la armonización del sistema técnico y el sistema humano/organizativo es necesaria para mantener la humanidad

en el entorno de trabajo. Los humanos poseen varios tipos de necesidades y al mismo tiempo no cambian demasiado ni progresan. Por otro lado, las máquinas y la tecnología se mantienen en un cambio continuo, progresando de acuerdo con el paso del tiempo. Por tanto, el espacio entre los dos no hace más que ensancharse. Cuando el progreso de la tecnología no coincide con el factor humano, se dará una inadaptación por parte de las personas. El aspecto humano se desarrolla a través del trabajo, las responsabilidades se unen a los trabajos, y los trabajadores tendrán una sensación de recompensa que les satisfará. Es necesario un sistema donde los trabajadores puedan evaluarse a sí mismos y a su lugar de trabajo. El objetivo de preservar la humanidad en el entorno productivo y la orientación del trabajo para que coincida con la humanidad necesita un enfoque innovador de diseño (Nagamachi & Mohd, 2015).

## **2.2 Factor humano en la Industria 4.0**

El factor humano se establece como un punto fundamental para el desarrollo y la implantación del modelo propuesto por la Industria 4.0

Al igual que en las anteriores revoluciones industriales, existe el temor a que la implantación de tecnologías supongan el despido del personal menos cualificado, generando, por lo tanto, un rechazo de las bases de la empresa desde el inicio. En este sentido, los autores a favor del auge de este modelo de industria, establecen que habrá un cambio en las cualificaciones y rol del trabajador, pasando de un “operario que no piensa” a un “controlador que analiza”.

Este cambio es fundamental ya que las personas pasan a ser parte de la cadena de valor de la empresa, siendo proactivas en vez de reactivas, y participando en la toma de decisiones de la empresa.

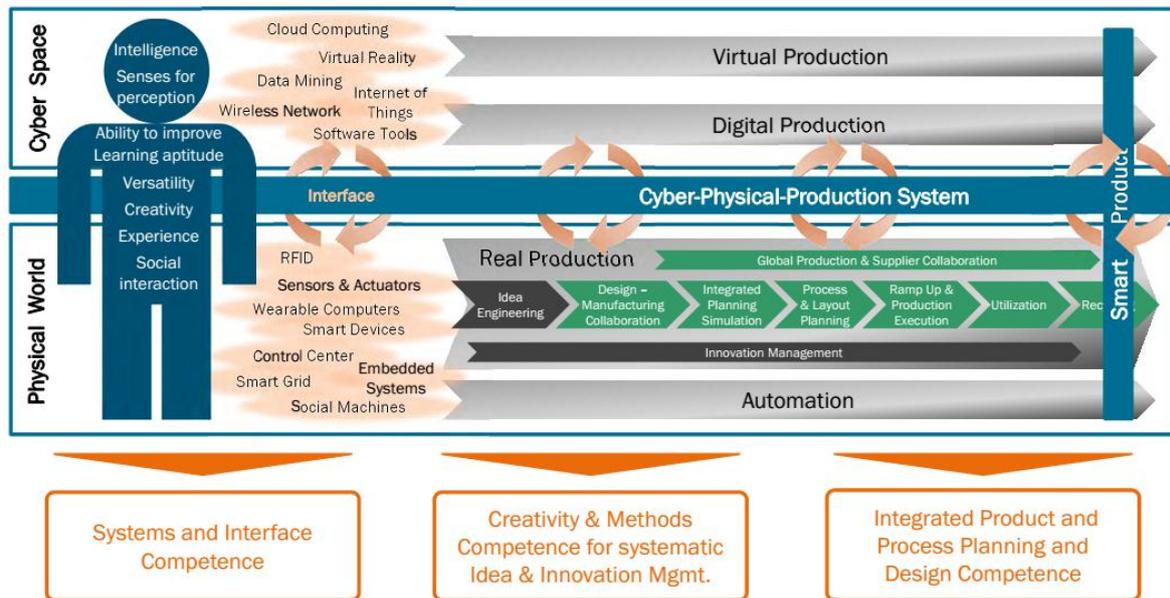
Desde el diseño se deben estandarizar los módulos y componentes a integrar en la Industria 4.0, favoreciendo así otro factor clave como es la flexibilidad en la producción. Estos módulos estandarizados garantizan la comunicación directa con otros componentes o controladores de sistema al mismo nivel o en un nivel superior dentro de las fábricas inteligentes en red.

La estandarización en los elementos tecnológicos permitirá a los trabajadores:

- Aprender nuevas habilidades y tecnología para aumentar su valor para la organización
- Ser maestros en sus posiciones actuales y servir como mentores de otros trabajadores.
- Avanzar en la empresa a posiciones que requieren nuevos conocimientos y habilidades.
- Desarrollar un nivel de confianza en sí mismo y la autosuficiencia que aumente con el tiempo.
- Crear e implementar ideas para mejorar los procesos de trabajo y la organización en su conjunto.

Según Wahlster las máquinas no sustituirán a las personas sino que trabajarán juntas (Wahlster, 2014). En este sentido, en la industria 4.0, el factor humano es fundamental ya que es el trabajador quién interactuará con la máquina de forma colaborativa. La nueva fábrica inteligente se adaptará constantemente a las necesidades de la empresa y del propio trabajador, creando por ejemplo células de trabajo personalizadas.

Figura 3. Factor humano en la Industria 4.0 (ESB, 2015).



En base a lo expuesto en la Figura 3, el factor humano se posiciona como el vínculo entre el mundo físico y el ciberespacio. Este vínculo entre el trabajador y el sistema ciberfísico propuesto por la industria 4.0 tiene como principal objetivo el diseño de interfaces que permitan la conexión armónica entre el trabajador y el sistema de producción (ESB, 2015).

### 3. Propuesta metodológica

Algunos estudios expresan que uno de los principales objetivos desde la perspectiva de Industria 4.0 es la introducción y la consideración de los factores humanos, entiendo como factor humano la perspectiva del cliente (Brecher et al. 2014). Es decir, la integración del cliente o usuario en los procesos de diseño y desarrollo de productos y el análisis detallado de la percepción de los clientes. En este caso de estudio el factor humano se centrará en el trabajador industrial y no en el cliente o usuario.

Los estudios analizados destacan el papel fundamental del factor humano en la industria 4.0 y establecen como principal objetivo la armonización del sistema social con el sistema técnico. Estos estudios, aunque resultan de gran utilidad, no proponen un modelo de referencia para el diseño de plantas de fabricación, células de trabajo o herramientas, sino que más bien, al mostrar la importancia del factor humano en el concepto de Industria 4.0, ponen de manifiesto la necesidad de la creación de un modelo de diseño que permita diseñar entornos de producción adaptados al trabajador.

#### 3.1 Ingeniería Kansei

Para dotar al ingeniero diseñador a establecer plantas de producción, células de trabajo, herramientas e interfaces humano-máquina se propondrá la utilización de la metodología de diseño de Ingeniería Kansei (IK) (Ingeniería emocional o afectiva) para lograr ese acoplamiento del trabajador con los sistemas de producción, de tal manera que por ejemplo, el trabajador pueda interactuar con las máquinas de una manera intuitiva, agradable y motivante, reduciendo el estrés y la posibilidad de error.

Mitsuo Nagamachi (psicólogo, catedrático de la Universidad de Hiroshima), fundador del campo de investigación denominado Kansei Engineering o Ergonomía Kansei, tenía como

intención respecto a la IK, crear una tecnología para el desarrollo de productos orientada al usuario, ya que consideró que los fabricantes desarrollaban productos sin conocer las necesidades de este. Por lo tanto la Ingeniería Kansei surge como una tecnología ergonómica orientada al consumidor para el desarrollo de productos, la cual no está orientada a la intención del fabricante, sino a los deseos y necesidades del propio consumidor; siendo esta la definición que el propio fundador de la metodología propone (Nagamachi, 2011a).

En este caso, se trasladará la aplicación de la IK del ámbito del diseño de productos al ámbito de diseño de entornos industriales, donde se tendrán en cuenta las necesidades del trabajador para el diseño del sistema de producción, células de trabajo, interfaces... etc.

Desde el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI Japón, 2009) se pone de manifiesto la importancia de incorporar los valores kansei (emocionales) a la empresa. Dentro de las políticas creativas industriales del ministerio existe la denominada "Iniciativa Kansei" en la cual se pone en consideración la importancia de incorporar el valor kansei por parte de la empresa como valor identificativo, con el objetivo de conseguir que el usuario y el trabajador se sientan considerados y valoren el compromiso puesto por la empresa en la gestión de diseño y desarrollo de sus productos.

La idea básica de la Ingeniería Kansei se puede resumir como la medición del kansei (emoción) para su incorporación en un sistema que da recomendaciones de soluciones de diseño (briefing de diseño). El propio Nagamachi utiliza la siguiente definición de Ingeniería Kansei: "Es una metodología de desarrollo ergonómico de nuevos productos orientada al consumidor, basada en trasladar y plasmar las imágenes mentales, percepciones, sensaciones y gustos del consumidor en los elementos de diseño que componen un producto" (Nagamachi, 2011a).

El núcleo central de la IK se basa en cuatro principios señalados por Nagamachi (Figura 4):

1. Entender las emociones y sentimientos del trabajador sobre el entorno de producción.
2. Establecer la conexión entre los kanseis y las variables de diseño del entorno.
3. Construir un proceso metodológico para desarrollar la IK.
4. Utilizar los resultados para desarrollar cambios de mejora de diseño.

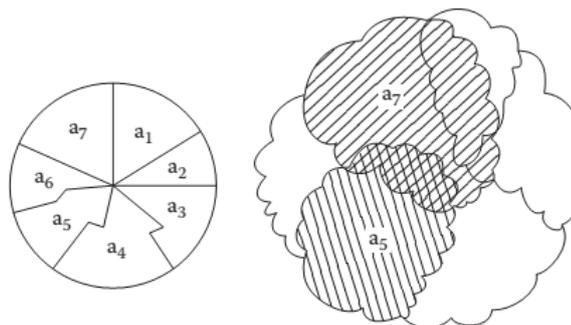
Por ejemplo, para la propuesta de diseño de una célula de trabajo en primer lugar se debe realizar un análisis del entorno y los elementos que lo conforman, identificando así los elementos  $a_1, a_2, \dots, a_7$  (Figura 5). Tras un proceso de cuantificación y análisis de datos llevado a cabo mediante técnicas matemáticas (Análisis de regresión, PLS, Red Neuronal, Lógica difusa...), se obtiene como resultado que los elementos  $a_5$  y  $a_7$  afectan en gran medida a un determinado kansei o emoción, por ejemplo el kansei "amistoso". Esta relación se denomina grado de contribución de los elementos de diseño de la célula de trabajo al estado psico-afectivo del trabajador. A efectos prácticos de diseño, esto significa que, a fin de incorporar el kansei determinado, por ejemplo "amistoso", en la célula de trabajo, se debe incorporar o mejorar los elementos  $a_5$  y  $a_7$  en el diseño final propuesto.

**Figura 4. Esquema del desarrollo metodológico de un KES.**



El objetivo de la Ingeniería Kansei es encontrar las relaciones entre los kanseis o emociones y las propiedades del entorno (distribución, interface de máquina, herramientas...). Esto incluye dos fases, por una parte se deben buscar los posibles kanseis o sentimientos conectados al entorno de trabajo, es decir, crear un espacio emocional semántico ajustado a los trabajadores. Por otro lado, se deben seleccionar las propiedades o variables que se desean estudiar del entorno de trabajo, es decir, crear un espacio de propiedades. Estos dos pasos se realizan en paralelo (Figura 4).

**Figura 5. Conexión conceptual entre elementos y kansei. (Nagamachi, 2011b).**



La relación entre espacio semántico y espacio de propiedades conlleva una conexión entre aspectos tangibles e intangibles identificados en la interacción, trabajador – entorno, trabajador - máquina (Bongard-Blanchy, Bouchard y Aoussat, 2013). Esta relación tiene dos aspectos fundamentales, establecer el kansei del trabajador y la materialización de este en el diseño del entorno. El proceso de conexión se inicia cuando el flujo cognitivo se desencadena por aspectos tangibles del entorno, como por ejemplo la forma y la disposición de una interface de una máquina. Estos estimulan los receptores del trabajador percibidos a través de los sentidos y son analizados y comparados con el contenido de la memoria. Si el

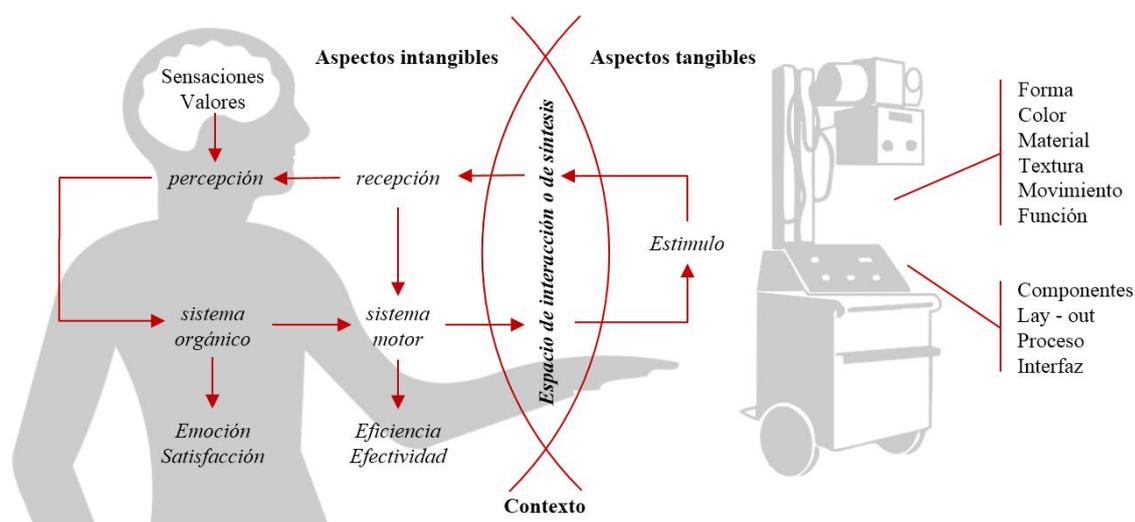
estímulo es identificado como relevante, el trabajador muestra una respuesta emocional y/o motora. Por ejemplo una célula de trabajo puede suscitar una reflexión particular, levantar interés, causar agrado, hacer que el trabajador se aproxime más a zona u otra o que intente mover o desplazar ciertos elementos del entorno o de una interface (Figura 6). Es decir, el trabajador percibe y responde ante por ejemplo una superficie aparentemente blanda en la célula de trabajo. Esta conexión entre percepción y respuesta ante estímulos se denomina acoplamiento sensomotor (Lenay, 2006).

Si se fija la atención en el lado del trabajador, se pueden observar una serie de factores que potencialmente pueden ser abordados a través del diseño kansei. Hay emociones, valores sociales, sensaciones (kansei) así como los aspectos relacionados con la satisfacción funcional y de uso, efectividad y eficiencia (chisei) (Tullis y Albert, 2008). El kansei y el chisei representan los aspectos intangibles de la concepción del producto y entorno.

En el lado del objeto de diseño, este representa el estímulo que inicia la interacción. Este estímulo es percibido a través de sus características y propiedades como la forma, color, material, textura, movimiento, función, componentes, lay-out, iluminación... Estas propiedades del estímulo representan los aspectos tangibles de la interacción (Hassenzahl, 2003).

Nagamachi hace referencia a este enfoque y lo denomina como Ergo-TeamWork el cual se basa en la búsqueda de la óptima compatibilidad entre humano y máquina y sistema de trabajo (Nagamachi, 2009).

**Figura 6. Espacio de interacción entre trabajador y producto o entorno. Adaptado de Bongard-Blanchy, Bouchard y Aoussat (2013).**



La obtención de un modelo de predicción basado en la interpretación de esta relación entre espacio semántico (aspectos intangibles) y espacio de propiedades (aspectos tangibles) es lo que se denomina espacio de síntesis.

#### 4. Conclusiones

El concepto de Industria 4.0 tiene grupos defensores y críticos en su adaptación al modelo industrial actual. Por un lado, los defensores de la Industria 4.0 destacan las ventajas de las

nuevas tecnologías, como, por ejemplo, la reducción de los costos de producción, el aumento en la eficiencia o la eliminación parcial de formas de trabajo forzado y monótono para los trabajadores. En cambio, los grupos críticos advierten que la automatización y la reestructuración de los procesos productivos no sólo pondrán en riesgo muchos de los puestos de trabajo existentes, incrementando las tasas de desempleo e intensificando los conflictos sociales (Poulantzas, 1979).

Ambos grupos coinciden en que muchos de los trabajos existentes hoy en día desaparecerán para siempre. Existen estudios predican que se producirá un aumento del desempleo en el proceso de automatización durante los próximos 20 años (Krzywdzinski, Jürgens y Pfeiffer, 2015).

La innovación tecnológica conlleva que máquinas, ordenadores, drones y robots tengan el potencial de liberar de ciertos trabajos que son de difícil realización para los trabajadores. Sin embargo, la introducción de nuevas tecnologías se convierte a su vez en una amenaza para los trabajadores ya que las máquinas están reemplazando el factor humano en el proceso de producción (Tauss, 2016). Por otro lado, estos cambios tecnológicos abren nuevas posibilidades, por ejemplo, una de las tecnologías clave en la Industria 4.0 como es la impresión 3D, tiene el potencial de democratizar los medios de producción, posibilitando al mismo tiempo un futuro basado en la creatividad del usuario, el diseñador y el productor y no en un único punto de vista que conlleva a la fabricación en masa (Thompson, 2015).

Hay que tener en cuenta que el propósito principal de la industria 4.0 no es mejorar las condiciones generales de vida y de trabajo de los trabajadores, sino la producción de valor. En este sentido el desarrollo de la industria 4.0, conllevará cambios profundos y radicales en lo que al factor humano se refiere, haciéndose necesaria la búsqueda de alternativas a este enfoque industrial que centren el valor en el factor humano (Tauss, 2016).

El objetivo del presente estudio es ofrecer un apoyo técnico a los diseñadores industriales inmersos en el sistema industrial de tal manera que diseñen y desarrollen fábricas, células de trabajo y herramientas que den valor al trabajador, haciendo que este se sienta motivado y realizado con el trabajo que desempeña, no para ser más eficaz y más productivo, si no para que pueda desarrollar un trabajo placentero y positivo, generando valor al trabajador y no al sistema de producción.

## 5. Bibliografía

- Alzaga A. y Larreina J. (2016). *¿Qué es la Industria 4.0?*. Obtenido en marzo de 2016, desde <http://www.tekniker.es/es/que-es-la-Industria-40>
- Bongard-Blanchy K., Bouchard C. y Aoussat A. (2013). *Limits of Kansei - Kansei unlimited*. International Journal of Affective Engineering, 12 (2), pp.145-153.
- Brecher C, Klocke F, Schmitt R, Schuh R (2014) *Integrative Produktion: Industrie 4.0* Aachener Perstpektiven. Shaker Verlag, Aachen, p 200–202
- Davis. L.E. (1966) *The design of job*. *Industrial Relations*, 6, 21–45
- Deutschland (2014). *Industria 4.0 en la Feria de Hannover: La senda hacia la “fábrica inteligente”*. Obtenido en marzo de 2016, desde <https://www.deutschland.de>
- Donovan, J. (2013). *The 4th Industrial Revolution is upon us*. Obtenido en marzo de 2016, desde <http://www.ecnmag.com/>
- ESB Business School Reutlingen (2015). *Implications for Learning Factories from Industry 4.0 Challenges for the human factor in future production scenarios*

- Gimélec (2013). *Industrie 4.0: L'usine connectée*. Obtenido en marzo de 2016, desde <http://eduscol.education.fr>
- Hassenzahl, M. 2003. *The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product*. Funology: From Usability to Enjoyment, pp. 31-42.
- Krzywdzinski M. Jürgens U. y Pfeiffer S. (2015): *Die vierte Revolution Wandel der Produktionsarbeit im Digitalisierungszeitalter*. WZB Mitteilungen, Heft 149, p. 6-9.
- Lenay C. (2006). *Énaction, Externalisme et Suppléance Perceptive*. Intellectica, vol. 1, no. 43, pp. 27-52, 2006.
- METI, Ministry of Economy, Trade and Industry in Japan (2009) *Kansei initiative*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2015). *Industria 4.0: escenarios e impactos para la formulación de políticas tecnológicas en los umbrales de la cuarta revolución industrial*. Año 5. N°21, Febrero 2015.
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo. (2015). *Industria conectada 4.0 la transformación digital de la industria española*.
- Nagamachi, M. (2011a). *Kansei / Affective Engineering*. CRC.
- Nagamachi, M. (2011b). *Innovations of Kansei Engineering*. CRC.
- Nagamachi, M. (2009). *Ingeniería Kansei y las actividades exitosas del trabajo*.
- Nagamachi, M. y Mohd, A. (2015). *Kansei Innovation. Practical Design Applications for Product and Service Development*. CRC.
- Poulantzas, N. (1979): *Estado, poder y socialismo*; México D.F./Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Tullis, T. y Albert W. (2008). *Measuring the User Experience*. Burlington, Morgan Kaufmann
- Tauss, A. (2016). *¿Hacia la fábrica 4.0? Reflexiones sobre la "cuarta revolución industrial" y el futuro del capitalismo*. National University of Colombia
- TecNALIA (2015). *Informe de Fábrica del Futuro*. Obtenido en marzo de 2016, desde <http://www.tecnalia.com>
- Thompson, D. (2015): *A World Without Work*, The Atlantic. Obtenido en marzo de 2016, desde <http://www.theatlantic.com/>
- Wahlster, W. (2014) *Industrie 4.0: Künstliche Intelligenz in der Produktion*. Saarbrücker Wissenschaftler berichten über ihre aktuellen Forschungsprojekte Saarbrücken, 3.
- Waldner, J. (2008). *Nanocomputers and Swarm Intelligence*. London: ISTE. pp. 227-231.