

03-030

KANSEI-CHISEI ENGINEERING PROJECT IN LEAN MANUFACTURING

Córdoba Roldán, Antonio ¹; Marcos Barcena, Mariano ²; Aguayo Gonzalez, Francisco ¹; Lama Ruiz, Juan Ramón ¹; Ávila Gutierrez, María Jesús ¹

¹ Universidad de Sevilla, ² Universidad de Cádiz

This proposed work is part of the innovation research in intelligent systems and sustainable manufacturing, focusing on the worker, with the aim of developing a neuroscientific model for the application of Kansei-Chisei Engineering in Lean manufacturing environments in the metal-mechanical sector. This proposal involved in expanding the concept of ergonomics applied to the work environments, which has evolved from the classical concepts of ergonomics or physical ergonomics to other related with incorporating emotional and rational aspects in interaction with design. In the field of ergonomics, the design of work environments and products has evolved from a rational design practice focused exclusively on efficiency approaches, to the emotional perspective by incorporating affective design solutions with Kansei Engineering. The main objectives for methodological development based on Kansei-Chisei Engineering for application to design Lean manufacturing environments in plant level (macro), work station level (meso) and tools level (micro) will be described as well as its main background, current state of art and objectives.

Keywords: *Kansei Engineering; Lean Manufacturing; Ergonomics; Engineering Projects*

PROYECTO DE INGENIERÍA KANSEI-CHISEI EN FABRICACIÓN LEAN

La presente propuesta de trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación de innovación en los sistemas de fabricación inteligentes y sostenibles, con enfoque en el trabajador, con el objetivo de la formulación de un modelo de orientación neurocientífica para la aplicación de la Ingeniería Kansei-Chisei a entornos de fabricación Lean en el sector metal-mecánico. Esta propuesta participa en la ampliación del concepto de ergonomía aplicada a los 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 de entornos de trabajo y 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. En la presente propuesta se describirán los objetivos fundamentales para el desarrollo metodológico basado en Ingeniería Kansei-Chisei para su aplicación al diseño de entornos de fabricación Lean a nivel de planta (macro), de puesto de trabajo (meso) y de herramientas (micro), así como sus principales antecedentes, estado del arte actual y objetivos planteados.

Palabras clave: *Ingeniería Kansei; Fabricación Lean; Ergonomía; Proyectos de Ingeniería*

Correspondencia: Antonio Córdoba Roldán acordoba1@us.es

1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo y aplicación de un protomodelo integrador de diseño emocional y diseño racional centrado en trabajado, desde una perspectiva cuantitativa con enfoque neurocientífico para su aplicación al diseño de entornos de fabricación Lean a nivel de planta (macro), de puesto de trabajo (meso) y de herramientas (micro). La propuesta participa de la evolución de la innovación en los sistemas de fabricación inteligente y sostenible, con enfoque en el trabajador.

La investigación de innovación centrada en el trabajador se enmarca dentro de la evolución del concepto de ergonomía aplicada a los entornos de trabajo, la cual ha evolucionado desde los conceptos de ergonomía clásica o ergonomía física hacia otros ámbitos relacionados con la adecuación emocional y racional del puesto de trabajo, en el contexto de la disciplina de diseño cognitivo del trabajo.

Para conseguir dicho objetivo de diseño emocional y racional de productos y entornos de trabajo se realizará una propuesta en forma de protomodelo presentando el planteamiento conceptual y objetivos fundamentales para el desarrollo metodológico propuesto de Ingeniería Kansei Chisei. La idea principal para el desarrollo metodológico de la Ingeniería Kansei Chisei es utilizar el marco metodológico de la Ingeniería Kansei (diseño emocional) desarrollado por Nagamachi (1989), el cual está bien estructurado y cuenta con múltiples aplicaciones en el ámbito del diseño de productos. A este marco procedimental se incorporará la Ingeniería Chisei (diseño racional).

Antes de continuar con el desarrollo de la propuesta de trabajo, es importante presentar una breve definición de los conceptos kansei y chisei que ayuden a conceptualizar la propuesta metodológica.

El término kansei no tiene una traducción directa en el vocabulario occidental ya que su origen es oriental, concretamente japonés. Kansei se compone del kanji "kan", que significa sensibilidad y "sei", que significa características, naturaleza, cualidad. Kansei, en general, se refiere a la sensibilidad, al afecto y a la emoción (Nagamachi, 1992; Ishihara et al., 1993; Harada, 1998; Yoshikawa, 2000). Nagamachi (2010a; 2010b) da varias traducciones para tratar de explicar el término, definiendo kansei como "la impresión que alguien obtiene de un determinado artefacto, medio ambiente o situación mediante todos sus sentidos, vista, olfato, gusto, audio, tacto, así como su propio reconocimiento" o "sentimiento psicológico". Para simplificar el significado en el desarrollo futuro se entenderá que el término kansei es equivalente al término emoción.

La contra parte de kansei se denomina chisei. El primer kanji "chi" significa entendimiento, intelectual, razonamiento y "sei" características, naturaleza, cualidad. Por lo tanto se puede definir que el término chisei es el razonamiento lógico detrás del comportamiento humano, es decir, es el proceso mental que impacta en el conocimiento a través de hechos lógicos y concretos (Chee, 2006; Lee, Harada & Stappers, 2002; Schütte, 2002). Para simplificar, se entenderá que el término chisei es equivalente al término razón, vinculado a la satisfacción práctica.

El objetivo final del desarrollo y aplicación metodológico es ayudar al trabajador a desarrollar sus tareas dentro del entorno de fabricación de una manera placentera (Ingeniería Kansei) y optimizando la eficacia de las tareas que desarrolla (Ingeniería Chisei), lo cual se traducirá en una mejora del sistema de producción, con un enfoque más amplio que el de la mejora de la productividad por la racionalización de los procesos de trabajo o mejora de métodos.

Esta propuesta participa en la ampliación del concepto de ergonomía aplicada a los entornos de trabajo, 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.

Figura 1: Kansei y chisei en la evolución del concepto ergonomía



En el ámbito de la ergonomía, el diseño de entornos de trabajo y productos ha evolucionado de una concepción racional centrada exclusivamente en las funciones prácticas a planteamientos de concepción emocional mediante la incorporación de soluciones de diseño afectivo.

2. Antecedentes

La evolución del diseño de productos ha llevado a obtener múltiples invenciones, y como consecuencia de esa evolución el mercado ofrece productos similares de gran calidad. Por otro lado, los usuarios tienen ahora una gran variedad de productos semejantes, y por tanto la toma de decisiones sobre la elección del producto se hace cada vez más sofisticada. Por ejemplo, ante varios productos aproximadamente equivalentes (funcionalidad, calidad y precio), la decisión final de compra del usuario es hacia aquel que le proporciona un mayor *feeling* o que mejor refleja un determinado estilo de vida (Norman, 2004). Esto ha hecho que el usuario no valore únicamente la funcionalidad, utilidad, seguridad y adecuado precio de los productos (conceptos satisfechos gracias a la evolución técnica), sino también las emociones y los sentimientos que le proporcionan.

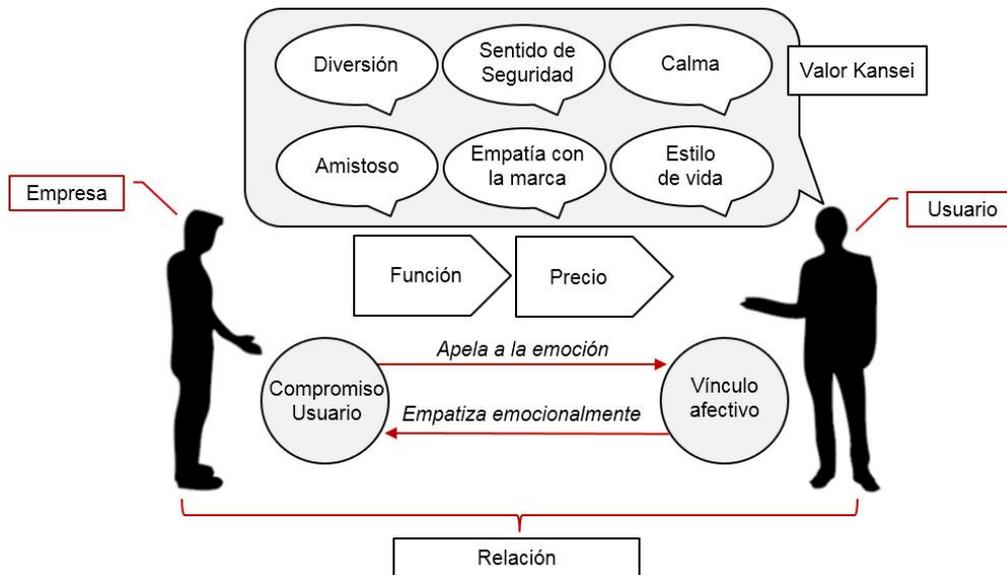
Esto ha provocado que en el ámbito del diseño y desarrollo de productos industriales sea cada vez más común el desarrollo de técnicas novedosas de diseño y desarrollo que se centran en investigar las necesidades del usuario para trasladarlas a los atributos del objeto de diseño. Con este enfoque se busca satisfacer al usuario cumpliendo con sus expectativas y deseos esperados (González et al. 2009).

En este panorama de mercado, la marca o empresa debe buscar la diferenciación, y en definitiva una nueva posición en el mercado donde la preferencia son los usuarios, para lo cual debe orientar de forma óptima y fiable el diseño y el desarrollo de productos capaces de cumplir con las percepciones, experiencias esperadas, nivel de satisfacción y necesidades del consumidor, como se muestra en la figura 2.

Para una empresa el conocimiento de las expectativas o los deseos del cliente (usuario, trabajador, empresa) es fundamental, tanto para aumentar las ventas y captar nuevos clientes como para evitar costes de producción. Un desarrollo de productos basado en este enfoque permite a la empresa probablemente con el tiempo conseguir la conexión emocional que se produce entre producto y usuario se traduzca en una conexión emocional con la marca o empresa que los desarrolla, asegurando así la confianza y fiabilidad del consumidor hacia la marca, capitalizando el *branding*, más allá de un producto concreto.

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 (Aguayo, Córdoba y Lama, 2010). Este será el punto de partida para el desarrollo metodológico y de aplicación que se plantea.

Figura 2: Nuevo eje de valores en el diseño de productos



Nota: Adaptado de (METI of Japan, 2009)

La Ingeniería Kansei (en inglés Kansei Engineering System, KES), es una técnica japonesa desarrollada por Mitzuo Nagamachi que permite cuantificar las emociones que evocan ciertos productos para, a partir de ellas, obtener unos parámetros de diseño concretos. Es una técnica especialmente centrada en el usuario, que tiene en cuenta todos los aspectos emocionales y sensitivos de los futuros consumidores del producto.

Nagamachi (2010a) aporta la siguiente definición, "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"

El objetivo de la Ingeniería Kansei es transformar las emociones, afectos y sentimientos que se desean transmitir al usuario (kanseis) en parámetros de diseño con los que obtener un producto concreto. Empresas como Mazda, Mitubishi, Shiseido, Nestle etc. han incorporado la Ingeniería Kansei como estrategia, dando lugar a productos exitosos (Nagamachi, 2002).

Los antecedentes expuestos determinan y justifican un ámbito de interés para la propuesta de una metodológica para el diseño emocional y racional tanto de productos como de entornos de trabajo. Actualmente no se cuenta con ninguna metodológica que aúne el diseño emocional y racional desde la perspectiva presentada.

Por otra parte se propondrá que el ámbito de aplicación de esta metodología valla más allá del producto industrial (objeto tradicional de aplicación), centrando dicha aplicación en entornos de fabricación Lean a nivel macro, meso y micro (Kun-Chieh, Jung-Chin & Yu-Cai, 2008). Este planteamiento metodológico incardina en los objetivos de la actual Ergonomía Ocupacional de mejora de las condiciones de seguridad y confort de los sistemas de trabajo.

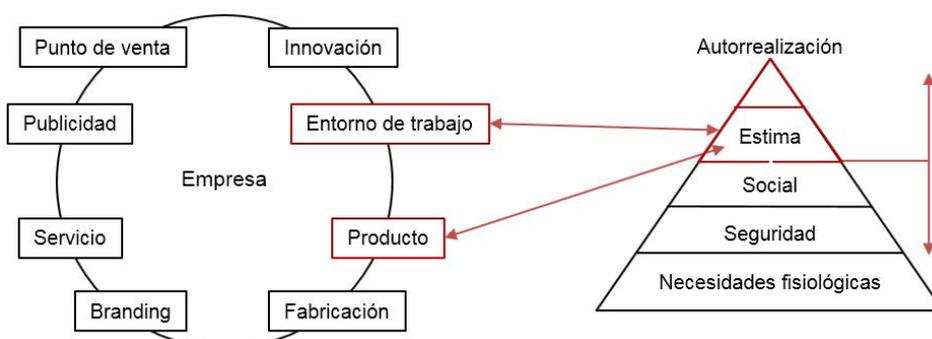
Por otro lado, estos antecedentes determinan y justifican el interés para acometer la realización de una implementación metodológica de diseño de Ingeniería Kansei-Chisei aplicada a entornos de fabricación Lean, enfoque novedoso del cual no se cuenta actualmente con ninguna propuesta de aplicación.

3. El factor humano en los entornos de fabricación

La primera antítesis teórica sobre el sistema hombre-máquina del taylorismo se encuentra en los estudios del efecto Hawthorne, llevado a cabo por Elton Mayo de la Universidad de Harvard, el cual investigó los efectos psicológicos que podían producir las condiciones físicas del trabajo en relación con la producción. Los resultados de sus estudios demostraron que no existe cooperación del trabajador en los proyectos, si éstos no son escuchados, ni considerados por parte de sus superiores, es difícil y en ocasiones casi imposible llegar a los objetivos fijados. La idea fundamental del estudio era comprobar que las condiciones físicas tenían un efecto sobre la eficiencia en el trabajo, las condiciones se cambiaron al ajustar los descansos de 5 minutos a 15 o ajustando la iluminación del lugar de trabajo a muy oscuro o muy claro, dependiendo del esquema del experimento psicológico (Davis & Taylor, 1973). La idea principal de este psicólogo industrial fue la de modificar el modelo mecánico del comportamiento organizacional para sustituirlo por otro que tuviese más en cuenta los sentimientos, actitudes, complejidad motivacional y otros aspectos del sujeto humano. Esto es conocido como teoría de las relaciones humanas o escuela humanística de administración, en este contexto podría incorporarse la propuesta que realizamos en el presente trabajo.

Otro estudio del factor humano en el trabajo está relacionado con la minería del carbón, realizado por el grupo Trist del Instituto Británico Tavistock. Estos analizaron que los trabajadores de la minería del carbón en sus tareas de carga, transporte, etc. eran extremadamente cooperativos. Sin embargo, cuando la minería sufrió un proceso de mecanización, cambiando el sistema habitual de compartir la carga a un estilo de trabajo especializado, empezaron a aparecer problemas con más frecuencia. El grupo Trist concluyó que aquel nuevo proceso de mecanizado había destruido las relaciones de cooperación humanas. El grupo Trist situó este incidente como el primer estudio sobre el sistema social y técnico (sistema sociotécnico), y afirmó que el sistema social (el sistema humano) y el sistema técnico (sistema de producción y mecanización) se debían diseñar de tal manera que interactúen satisfactoriamente el uno con el otro (Nagamachi & Mohd, 2015).

Figura 3: Proveedores de necesidades humanas



Por otro lado se encuentra la conocida jerarquía de las necesidades humanas o la pirámide de A.H. Maslow. Después de llevar a cabo diversos estudios relacionados con las necesidades humanas, Maslow advirtió que los humanos desarrollan cinco necesidades en distintas fases, y promulgó la teoría de una jerarquía de necesidades en cinco niveles

(Figura 3). Para Maslow sólo se atienden las necesidades superiores cuando se han satisfecho las inferiores. Para los humanos, cuando las necesidades inferiores se satisfacen, las necesidades de estima se vuelven más importantes, estimulan el crecimiento personal y motivan el desarrollo personal hasta alcanzar el nivel más alto, la autorrealización.

Se dará una inclinación a aceptar los desafíos hacia un objetivo personal con un sentido de responsabilidad. La teoría dice que progresar hasta conseguir las necesidades superiores no es sólo responsabilidad del trabajador, ya que requiere unas consideraciones de entorno del lugar de trabajo, la organización del personal, el contenido del trabajo, etc.(Nagamachi, 1973).

Frederick Herzberg formula una teoría, Teoría de los dos factores, para explicar mejor el comportamiento de las personas en situaciones de trabajo. Este autor plantea la existencia de dos factores que orientan el comportamiento del trabajador:

- La satisfacción, que es principalmente el resultado de los factores de motivación. Estos factores ayudan a aumentar la satisfacción del individuo pero tienen poco efecto sobre la insatisfacción. Algunos de estos factores son los logros, el reconocimiento, la independencia laboral, la responsabilidad.
- La insatisfacción, que es principalmente el resultado de los factores de higiene. Si estos factores faltan o son inadecuados, causan insatisfacción, pero su presencia tiene muy poco efecto en la satisfacción a largo plazo. Algunos de estos factores son el sueldo y beneficios empresariales, la política de la empresa y su organización, las relaciones con los compañeros de trabajo, el diseño del ambiente físico, la supervisión.

Una serie de encuestas similares se llevaron a cabo en Japón, y los hallazgos fueron básicamente los mismos. Sin embargo, para los japoneses, las relaciones humanas con sus superiores y sus compañeros de trabajo son parte de la motivación. Es más, el objetivo más importante es el trabajo mismo. En una operación de flujo segmentada y corta, ni la responsabilidad ni el sentido de satisfacción se desarrollarán. En otras palabras, siempre que haya un trabajo que le dé a un individuo la oportunidad de demostrarse a sí mismo que vale y un sentido de responsabilidad dentro del trabajo, es un requisito para promover la motivación.

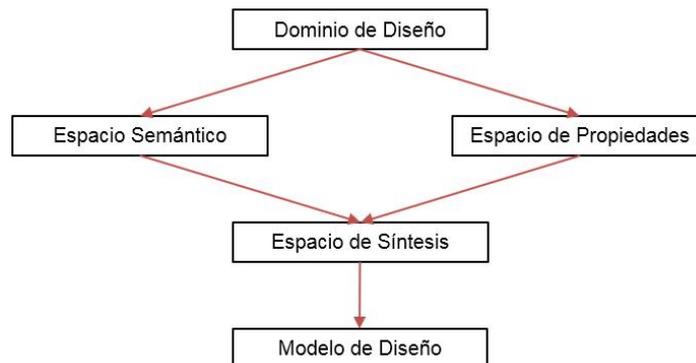
La última teoría que se debe mencionar es el diseño de la teoría del trabajo del profesor Louis E. Davis de la Universidad de California. A través de sus estudios en el Instituto Tavistock, Davis hincapió en que la armonización del sistema técnico y el sistema humano/organizativo es necesaria para mantener 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. La reflexión sobre cómo preservar la humanidad, sin importar el progreso de la tecnología, o dicho de otro modo, diseñar la orientación del trabajo para que coincida con la humanidad, es el propósito del presente proyecto, para lo cual será necesario un diseño creativo. 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. Un sistema donde los trabajadores puedan evaluarse a sí mismos y su lugar de trabajo se pone a su disposición.

Para Nagamachi dicho estilo lo representa el sistema de fabricación Lean, como por ejemplo la propuesta de implantación de sistemas de producción por células (Nagamachi & Mohd, 2015).

4. Metodología propuesta

La idea principal para el desarrollo del protomodelo de la Ingeniería Kansei-Chisei es utilizar el marco metodológico de la Ingeniería Kansei (Figura 4). A este marco procedimental se incorporará el chisei. Por lo tanto se va a presentar el marco metodológico de la Ingeniería Kansei y sobre este se realizará la incorporación chisei, obteniendo así un protomodelo robusto de aplicación que aúne los dos ámbitos del diseño, tanto el diseño emocional como el diseño racional, con el objetivo de aplicarlo en entornos de fabricación Lean.

Figura 4: Sistema de Ingeniería Kansei



Se plantean los siguientes objetivos para el desarrollo de la metodología propuesta:

1. Establecer el estado del arte metodológico de la Ingeniería Kansei-Chisei con orientación neurocientífica, para su proyección en los entornos y sistemas de fabricación Lean.
2. Establecer una base de términos kansei y chisei a nivel macro (planta industrial), meso (proceso-puesto de trabajo) y micro (herramientas y útiles) con validación neurocientífica para el diseño de entornos y sistemas de fabricación Lean racional-afectivo.
3. Proponer una metodología y caja de herramientas para incorporar la metodología Kansei-Chisei al diseño y mejora continua en entornos y sistemas de fabricación Lean.
4. Establecer un conjunto de parámetros del dominio de propiedades que permita el diseño Kansei-Chisei de entornos de fabricación Lean en los niveles macro, meso y micro.
5. Evaluar y formular las técnicas y herramientas adecuadas para el espacio de síntesis que permitan su incorporación a la Ingeniería Kansei-Chisei para el diseño de entornos y sistemas de fabricación Lean.

Los elementos y rasgos característicos que constituyen el protomodelo que proponemos se articula en los siguientes elementos que exponemos a continuación.

4.1 Dominio de Diseño

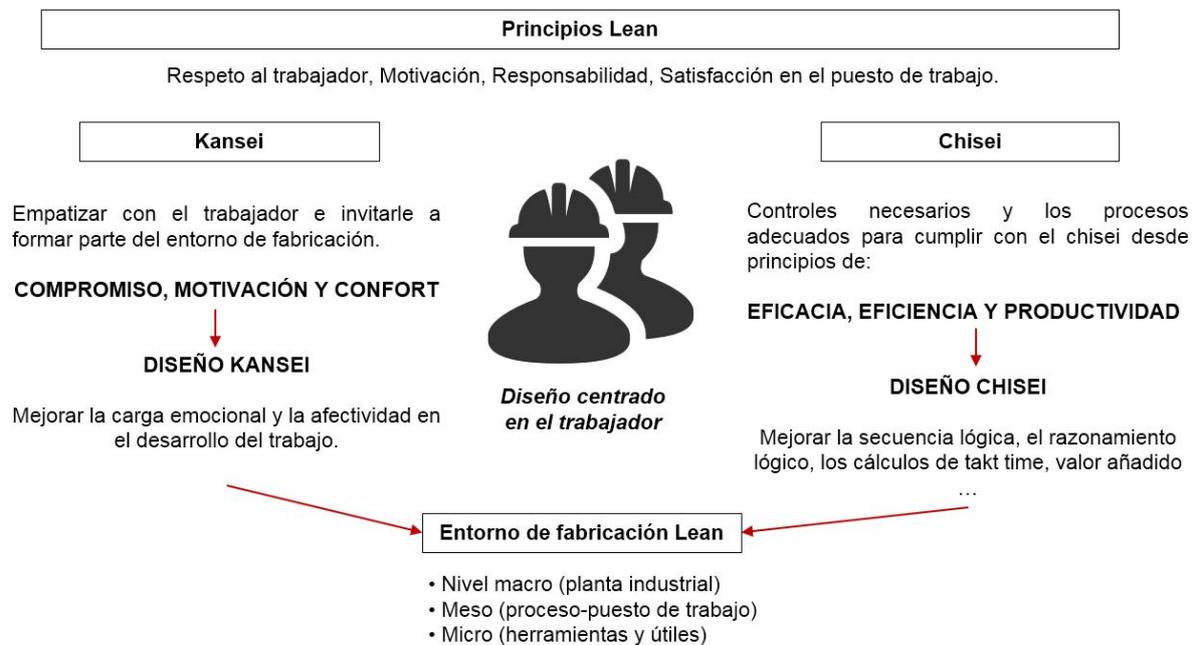
Este primer paso implica decidir el área de trabajo y tomar una serie de decisiones de lo que se debe hacer en relación con la estrategia empresarial acerca de su cartera de productos, productos y entorno... En el caso del diseño de entornos de fabricación Lean se correspondería con el análisis del layout de la planta, definición de los puestos de trabajo y caracterización de las herramientas necesarias desde la comprensión de los procesos involucrados en el sistema de fabricación.

4.2 Espacio Semántico

Recoge y describe el dominio de emociones o kanseis y el dominio racional o chiseis mediante términos que apelan a los sentimientos y racionalidad de los usuarios en relación

con el entorno de trabajo o producto. El objetivo es obtener y cuantificar la respuesta emocional del usuario. En el ámbito de los entornos de fabricación Lean el espacio semántico debe investigar los términos semánticos del contexto Lean, para recoger su significación profunda y los valores que la caracterizan, en la conceptualización y explicitación de palabras kansei y chisei.

Figura 5: Estructuración kansei y chisei de los espacios de la IK en entornos Lean



Existen numerosas técnicas o herramientas (Nagamachi, 2010a) que pueden ayudar a elicitar o sonsacar los kanseis y chiseis a usuarios y trabajadores en la interacción con el entornos de trabajo. Tradicionalmente en la Ingeniería Kansei se ha trabajado con encuestas de Diferencial Semántico, aunque la propuesta metodológica que se formulará para la elicitación de kansei y chiseis se apoyará en técnicas del ámbito neurocientífico como la electroencefalografía (EEG), la electromiografía (EMG), sistemas de seguimiento ocular, electrocardiograma etc.

4.3 Espacio de Propiedades

No existe una teoría consistente que exponga la forma en la que se debe desarrollar el espacio de propiedades de productos y entornos. En el caso de diseño de entornos de fabricación Lean, las propiedades hacen referencia a aquellos atributos o características de la planta, puesto de trabajo y herramienta que se desean controlar desde el diseño emocional y racional. Se desea que esta elección óptima de las propiedades se base en criterios emocionales y racionales del trabajador, referidas al puesto o al entorno de trabajo y que pudieran estar orientadas por la filosofía del sistema de producción o la cultura de trabajo de la propia empresa.

4.4 Espacio de Síntesis

Este espacio se basa en modelar la conexión entre las propiedades de diseño de los productos, puesto o entorno de trabajo (expresados en el Espacio de Propiedades) con los kanseis y chiseis (expresados en el Espacio Semántico). Es decir, en base a los resultados de la elicitación de kanseis y chiseis a los trabajadores, se realizará un modelo matemático-

estadístico, con base en modelos conexionistas (redes neuronales, algoritmos genéticos...) para establecer la relación de la emoción y la razón con las propiedades de tal manera que se puedan predecir los valores emocionales y racionales en los puestos de trabajo diseñados. Con ello se podrán seleccionar las categorías de las propiedades que mejor satisfagan a las emociones y la razón que el usuario desea experimentar en el puesto de trabajo.

4.5 Modelo

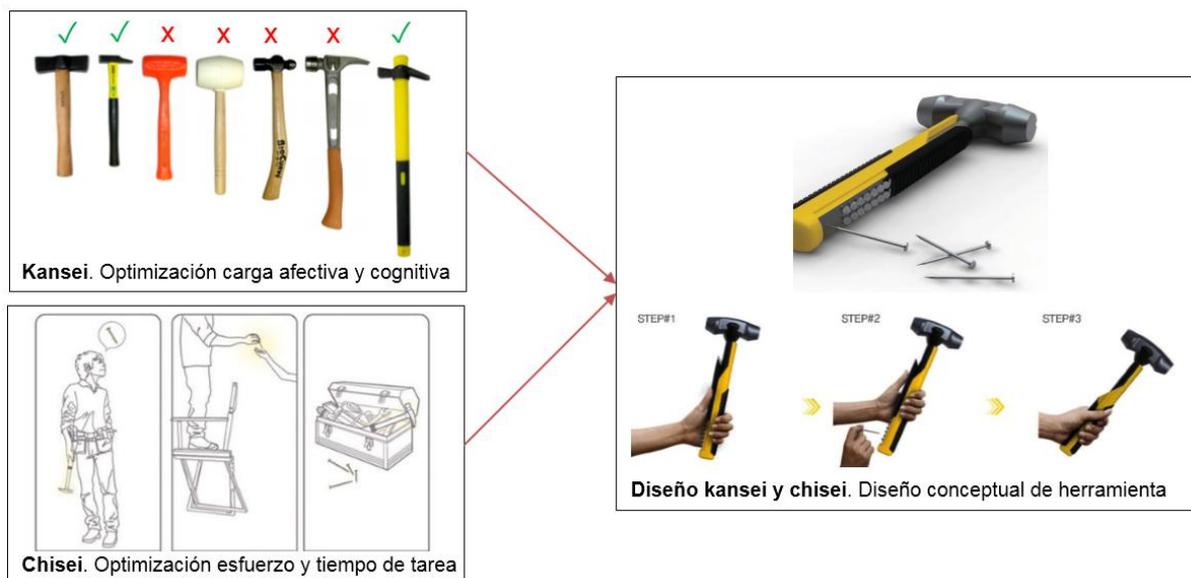
Se obtendrá un briefing de diseño que ayude al ingeniero diseñador a establecer el nuevo diseño del puesto de trabajo basándose en aspectos emocionales del trabajo (color, forma, acabados, armonía, composición,...) y en aspectos racionales del trabajo (lógica de ejecución, numero operaciones, secuencia de ejecución, tiempos de acción, disposición espacial, tamaños...) (Nagamachi, 2010b).

4.6 Aplicación en entornos de fabricación Lean

La fabricación Lean (Lean Manufacturing) se caracteriza por su filosofía de trabajo, organización y diseño de sistemas de producción, basado en las personas, que busca la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesario y que no generen valor (Hernández y Vizán, 2013).

Esta metodología de trabajo simple, profunda y efectiva tiene su origen en Japón, al igual que la Ingeniería Kansei, e implanta la filosofía de gestión kaizen (cambio para mejorar) de mejora continua en tiempo, espacio, desperdicios, inventario y defectos involucrando al trabajador y generando en él un sentido de responsabilidad y pertenencia de gran importancia en la propuesta de mejoras. El factor humano se desarrolla en la fabricación Lean es su búsqueda de que el trabajador se sienta comprometido, motivado, confortable, y bien comunicado, valores que encajan dentro de la propuesta de diseño emocional centrado en el trabajador.

Figura 6: Ejemplo de diseño a nivel micro (herramienta de trabajo)



Nota: Diseñado por Jinsoo Cho & Ahjin Choi

Las empresas ponen todos los medios necesarios para cumplir con los criterios de eficacia, eficiencia y productividad, incluyendo las medidas de seguridad y salud. Para ello, un enfoque importante es analizar y diseñar de manera óptima a nivel de planta, mejorando aspectos como la secuencia lógica paso a paso del proceso de desarrollo del producto, analizar los procesos y tareas que no son necesarias, estandarizar tareas y los puestos de trabajo, el control por parte del trabajador para detectar problemas, analizar herramientas que no sean necesarias tener a mano, optimizar los movimientos y tareas evitando paros entre operaciones...etc. Todos estos valores apoyan la propuesta de diseño racional centrado en el trabajador.

Optimizadas tareas y puesto de trabajo del operario, el objetivo es centrarse en la satisfacción de este. Es en este punto donde tiene gran importancia la introducción del diseño kansei para lograr una conexión placentera con el trabajador con el objetivo de mejorar la carga emocional y la afectiva en el desarrollo del trabajo y uso de herramientas.

La tarea del ingeniero diseñador será proponer una solución de diseño a nivel de planta industrial, puestos de trabajo y/o máquinas y herramientas (Figura 6) de tal manera que optimicen el trabajo del operario en tiempo y esfuerzo (chisei) adaptándolo a la carga cognitiva y afectiva de este para que el trabajo y el uso de útiles resulte placentero (kansei).

5. Conclusiones

Es necesario que no solo el entorno y sistema de fabricación sea eficaz, limpio y óptimo si no que las personas que forman parte y participan de ese entorno de fabricación posean una calidad de trabajo que les ayude mediante la optimización de los sentimientos psicológicos generados (motivación, confort...) y la propia organización del trabajo, buscando así una calidad en el desarrollo personal del trabajador. Esta calidad personal del trabajador se traducirá en una mejora productiva sobre el sistema de producción. 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, 2008).

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.

6. Bibliografía

- Aguayo, F., Córdoba, A., Lama, J. (2010). Kansei Engineering: aesthetics design of products. *DYNA*, 85(6). 489-503.
- Chee, E. (2006). Designing Product Character: Strategy to Evaluate Product Preference and Map Design Direction. *Design Research Society. International Conference, Lisbon*.
- Davis, L.E., Taylor J.C. (1973.). *Design of jobs*. Penguin Books, London.
- González, M., Aguayo, F., Lama, J.R. & Pérez, J. M. (2009). Ingeniería Kansei para un diseño centrado en los usuarios. *Técnica Industrial*, 208, 68-74.
- Harada, A. (1998). On the Definition of Kansei. *In Modeling the Evaluation Structure of Kansei Conference*. 2, 22.
- Hernández, J.C., Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI.
- Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M. (1993). Analysis of Individual Differences in Kansei Evaluation Data Based on Cluster Analysis. *Kansei Engineering International*, 1.1, 49-58.
- Kun-Chieh Wang, Jung-Chin Liang, Yu-Cai Lin. (2008). Form Design of CNC Machine Tools using SVM Kansei Engineering Model. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*.

- Lee, S., Harada, A., Stappers, P. (2002). Design based upon Kansei. *Pleasure with Products: Beyond Usability (Capítulo 6)*, Taylor and Francis.
- Ministry of Economy, Trade and Industry in Japan (2009) Kansei initiative. Obtenido de http://www.meti.go.jp/english/policy/mono_info_service/mono/kansei2009
- Nagamachi, M. (1973) Job enrichment design - a system which creates job satisfaction. Tokyo: Diamond, 1973
- Nagamachi, M. (1989). *Kansei Engineering*. Kaibundou, Tokyo.
- Nagamachi, M. (1992). Kansei Engineering And Its Method. *Management System, 2 (2)*, 97-105.
- Nagamachi, M. (2002). Kansei as powerful consumer-oriented technology for product development. *Int. J. of Industrial Ergonomics*, 33, 289 -294.
- Nagamachi, M. (2008). *Ingeniería Kansei y las actividades exitosas del trabajo en equipo*.
- Nagamachi, M. (2010a). *Kansei / Affective Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Nagamachi, M. (2010b). *Innovations of Kansei Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Nagamachi, M., Mohd, A. (2015). *Kansei Innovation. Practical Design Applications for Product and Service Development*. CRC Press.
- Norman, D. (2004). *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books.
- Schütte, S. (2002). *Engineering Emotional Values in Product Design*. Institute of Technology, Linköping, Linköpings University.
- Wstertlin (2012, 3 Noviembre). *Cultura Japonesa Lean*. Mensaje publicado en <http://qtclean.foroactivos.net/t139-aplicacion-de-kansei-chisei-en-la-manufactura-lean>
- Yoshikawa, A. (2000). Subjective information processing: Its foundation and applications. *Biomedical Soft Computing and Human Sciences*, 6(1), 75-83.

