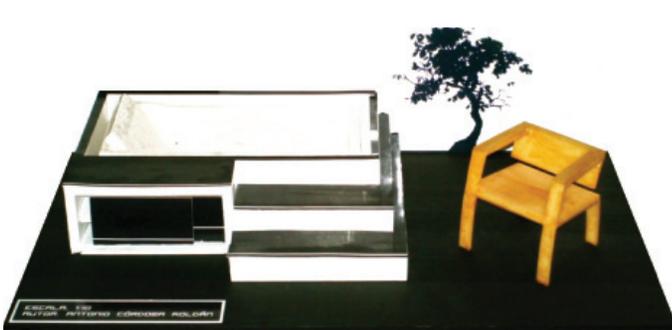


INGENIERÍA KANSEI: DISEÑO ESTÉTICO DE PRODUCTOS



Antonio Córdoba-Roldán*
Francisco Aguayo-González*
Juan Ramón Lama-Ruiz*

Ingeniero Técnico en Diseño Industrial
Dr. Ingeniero Industrial
Ingeniero Técnico Industrial

* ETSI UNIVERSIDAD DE SEVILLA, Camino de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja – 41092 Sevilla. Tfno: +39 954 153195. faguayo@us.es, jrlama@us.es, antoniocordobaroldan@hotmail.com

Recibido: 17/06/09 • Aceptado: 19/07/09

KANSEI ENGINEERING: Aesthetics design of products

ABSTRACT

- This article presents the development of a design methodology “Kansei Engineering” (KE) focused in the aesthetic and formal development of products. Kansei Engineering is a structured methodology of product design solutions in a synthesis’s space by connecting the product’s attributes and subjective requirements of its users. If this methodology is applied to the design philosophy “Design for Aesthetics”, the result is a set of statistical relationships between the customer’s impressions of a product and the formal and aesthetic properties of the product. This methodology may develop products that emotionally connect with the user, which will achieve a long lasting relationship over time between the products and their users. This model applies to the methodological design of a chair with the aim of creating an emotional bond with the potential user.
- **Keywords:** Kansei Engineering, Design for Aesthetics, Quantification Theory 1, Semantic Differential, Emotional Design.

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen los fundamentos de la metodología de diseño por “Ingeniería Kansei” (IK) enfocada al desarrollo estético-formal de productos. La Ingeniería Kansei es una metodología que articula soluciones de diseño de producto en un espacio de síntesis mediante la conexión de los atributos del producto y los requerimientos subjetivos de los usuarios. En el caso de que dicha metodología se aplique bajo la filosofía o técnica del diseño “Design for Aesthetics”, el resultado es un conjunto de relaciones estadísticas entre las impresiones del cliente sobre un producto y las propiedades estético-formales de dicho producto. Con esta metodología es posible desarrollar productos que conectan con el usuario estético-emocionalmente, lo que permitirá conseguir una relación duradera en el tiempo entre productos y usuarios. El enfoque indicado se concreta aplicándolo al diseño de una silla con el objetivo de crear un vínculo emocional específico con el usuario potencial.

Palabras clave: Ingeniería Kansei, Diseño por estética, Teoría

de cuantificación 1, Diferencial Semántico, Diseño Emocional.

INTRODUCCIÓN

Al comenzar la revolución industrial y la consecuente producción en serie, los productos se desarrollaban para satisfacer las necesidades del consumidor. Poco a poco la industria se dio cuenta de que para atraer a los clientes hacia su producto no bastaba con que funcionalmente fueran correctos, si no que debían aportar algo más. Este aporte se consiguió con la incorporación de aspectos estéticos, con los cuales se diferenciaban productos con la misma función y se dotaba a los mismos de cierta personalidad.

En el mercado actual, cuando las diferencias de precio y funcionalidad entre productos son casi nulas, los sentimientos que genera un producto o una marca son decisivos a la hora de determinar la decisión de compra, ya que el consumidor se decantará por aquel producto que le proporcione un mayor *feeling* (sensación) o que mejor conecte con su estilo de vida.

El objetivo actual es desarrollar productos que conecten emocionalmente con los usuarios.

En el presente trabajo se desarrolla una metodología cuantitativa de diseño que permite diseñar productos que provoquen en el usuario una emoción positiva mediante la estética del producto. Este tipo de metodología centrada en el diseño estético se conoce como técnica de “*Design for Aesthetics*”.

Para resolver el problema de diseño de un producto emocional desde la perspectiva de *Design for Aesthetics* con un enfoque cuantitativo, se propone en el presente trabajo la metodología de Ingeniería Kansei, Figura 1.

Dicho enfoque consiste en una herramienta de ingeniería que permite captar las necesidades emocionales de los usuarios y establecer modelos de predicción matemáticos para relacionar las características estéticas de los productos con las necesidades emocionales de los usuarios potenciales.

El resultado de la aplicación de la metodología propuesta será un *briefing* de diseño con el cual el equipo de diseño podrá trabajar.

La incorporación de esta metodología también tiene como objetivo a largo plazo contribuir al fortalecimiento del enfoque orientado al cliente en el departamento de desarrollo de productos de la empresa.

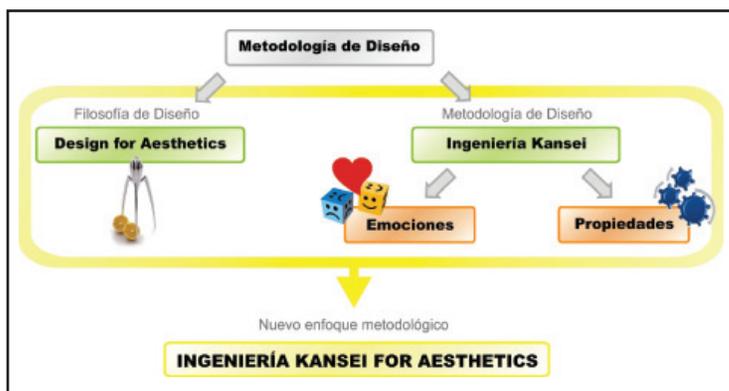


Figura 1: Ingeniería Kansei for Aesthetics

1. DESIGN FOR AESTHETICS

La metodología de *Design for Aesthetics* pertenece al conjunto de técnicas de diseño *Design for X (DfX)*, es decir, diseño para un factor. *Design for X* consiste en una serie de técnicas de diseño que se introducen en la fase preliminar de desarrollo de producto con el objetivo de obtener un producto que cumpla una serie de características. Un ejemplo de las técnicas que abarca el DfX pueden ser: DfM - *Design For Manufacturing* (Diseño para fabricación), DfE - *Design for Environment* (Diseño para el medio ambiente)..., entre otras técnicas.

Centrando la atención en *Design for Aesthetics*, Donald Norman [1] especifica que cuando se analizan las propiedades estéticas de un producto se deben extraer conclusiones

concretas y cuantificables sobre las propiedades del producto para que al variar dichas propiedades varíen los juicios sobre el producto.

Design for Aesthetics brinda al diseño de productos un marco sistemático en el cual se determina y se evalúa la calidad estética de los productos diseñados, explorando las interacciones entre las propiedades estéticas y las variables formales de diseño.

Los trabajos de investigación sobre el diseño se han centrado en estudiar cómo satisfacer la funcionalidad, la fabricación, la ergonomía, etc. Actualmente, la creciente demanda para producir objetos que sean agradables ha hecho que la atención se centre en la integración de los factores estéticos en el diseño. El inconveniente de esta tarea es que los factores estéticos son subjetivos y, por lo tanto, no existe una técnica exacta. Esto hace que no existan estudios profundos y concretos sobre *Design for Aesthetics*, ni de cómo se deben realizar las tareas para conseguir un producto estéticamente satisfactorio.

El objetivo final de la técnica *Design for Aesthetics* es analizar cómo las características del producto pueden ser sintetizadas a fin de lograr transmitir ciertas emociones, Figura 2. Este último paso no es tarea fácil.

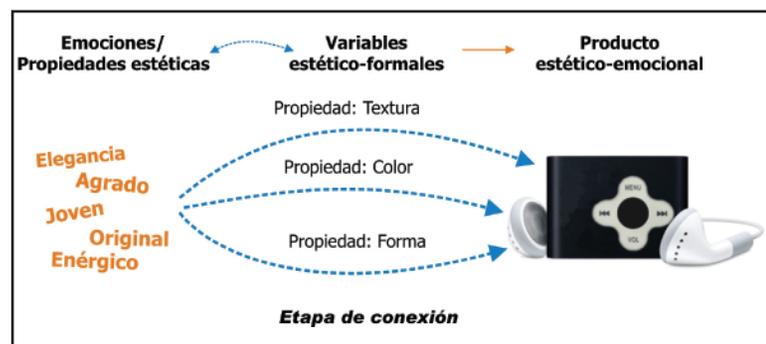


Figura 2: Etapa de conexión usuario-producto en Design for Aesthetics

Para poder realizar este paso de manera precisa y cuantitativa, se estudiará en el siguiente apartado la técnica de Ingeniería Kansei, la cual contempla un enfoque cuantitativo para la evaluación de las emociones y la conexión de estas con las propiedades estéticas del producto.

Por lo que respecta al diseño estético de productos en relación con las emociones, cabe mencionar los enfoques de Norman [1], Desmet [2], Jordan [3], aunque dichos enfoques no soportan técnicas de diseño cuantitativas.

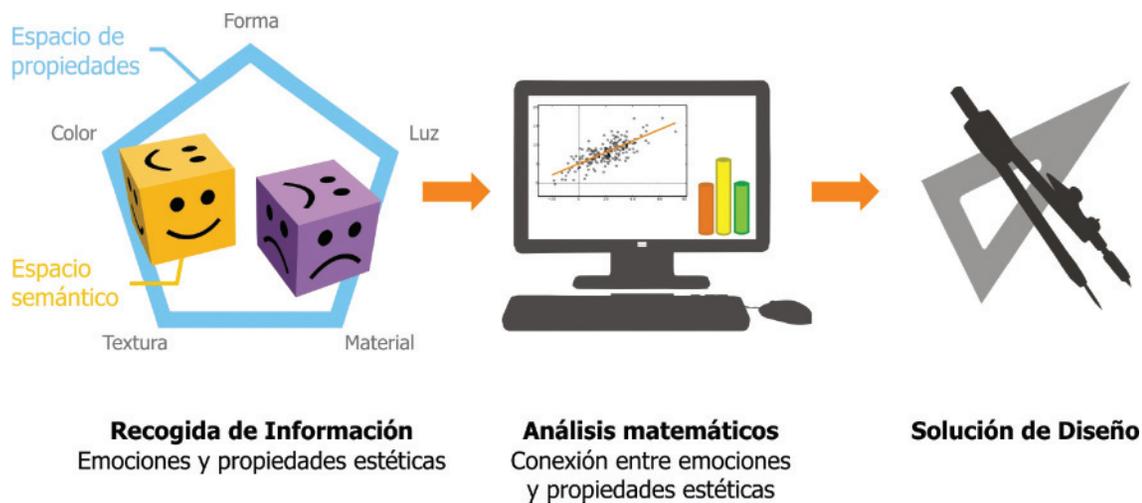
2. ESTADO DEL ARTE DE LA INGENIERÍA KANSEI

La implementación múltiple de la IK durante estos años ha favorecido la realización de estudios específicos sobre la

INGENIERÍA KANSEI

La Ingeniería *Kansei* nace en Japón en los años 70 a través del trabajo de **Mitsuo Nagamachi**. El propio autor define la IK como *"una tecnología ergonómica para el desarrollo de productos orientados a las necesidades y sentimientos del consumidor"*. Este método se centra en los deseos y necesidades emocionales de los consumidores.

A grandes rasgos, aplicando la Ingeniería *Kansei*, se consigue obtener información acerca de las emociones que produce un producto al usuario y traducir dichas emociones o sentimientos en propiedades estéticas del producto [4]. Esto se consigue mediante el sistema de IK, el cual utiliza métodos estadísticos que aseguran la validez de los resultados.



Para comprender el método de IK es fundamental explicar el significado del *Kansei*. El nombre de la Ingeniería *Kansei* proviene de la palabra japonesa "*Kansei*", que aproximadamente significa "emoción" o "afecto" [5]. Sin embargo, esta traducción no abarca todo el sentido del *Kansei*.

Nagamachi [6] define el término *Kansei* como "emoción", "sentimiento psicológico" o como "...la impresión que alguien obtiene de un determinado artefacto, medio ambiente o situación mediante todos sus sentidos, así como su propio reconocimiento".



En este estudio la palabra *Kansei* será traducida como emoción.

Estos sentimientos o emociones pueden ser expresados por el producto o provocados por el producto al consumidor.

materia, logrando contribuir al concepto de IK de múltiples y diferentes maneras. Además, la incorporación de nuevas tecnologías como las redes de comunicación, la realidad

virtual, etc., ha propiciado nuevas formas de implementar y entender la IK.

Estas implementaciones de la metodología de Nagamachi

han sido identificadas como “tipos” de Ingeniería *Kansei*. Todos los tipos de IK tienen como objetivo el conseguir un producto que responda a las necesidades y preferencias emocionales de los usuarios siguiendo el guión de actuación general de la IK expuesto anteriormente.

Actualmente se distinguen varios tipos de IK en base a la tecnología utilizada. En el presente trabajo se desarrollará la Ingeniería *Kansei* tipo I mediante la *Quantification Theory*, QT1 (*Teoría de cuantificación 1* o de **Hayashi**).

La IK tipo I o “*Clasificación de categorías*” se trata de una identificación de las necesidades afectivas de los usuarios mediante encuestas directas al segmento de mercado objetivo [7]. Posteriormente, en una etapa de síntesis, se procede a relacionar cuantitativamente las emociones y las propiedades del producto mediante análisis estadísticos y matemáticos tales como *Rough Sets*, PLS o QT1. Se puede establecer que este tipo de IK es la más utilizada debido a que posee menos complejidad que las demás.

Los siguientes tipos de IK se basan en sistemas informáticos expertos denominados KES (sigla inglesa de Sistema de Ingeniería *Kansei*). Cuando en la IK se dispone de un KES, el diseñador puede introducir en el sistema una serie de emociones específicas que quiere que el producto evoque; el KES evaluará dichas emociones y proporcionará una serie de diseños de productos que mejor representen a esas emociones, tal y como se representa en la opción a) de la Figura 3.

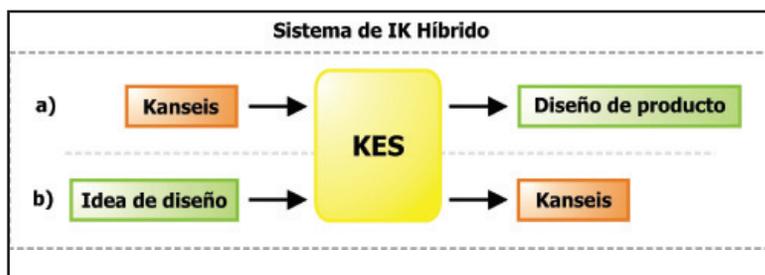


Figura 3: Ejemplificación KES

Existen sistemas KES más complejos capaces de predecir la emoción que un producto nuevo pueda suscitar antes de ser presentado al mercado. Esto significa que el diseñador puede realizar un boceto de una nueva idea de diseño de producto, el cual será evaluado por el KES para comprobar si se evoca la emoción deseada, opción b) de la Figura 3. El sistema que ofrece ambas direcciones de trabajo se denomina IK Híbrida.

3. METODOLOGÍA GENERAL

En la Figura 4 se presenta un esbozo general de la metodología seguida por la I.K. tipo I [5]. Este modelo se usará de base para el desarrollar la *Ingeniería Kansei for Aesthetics*.

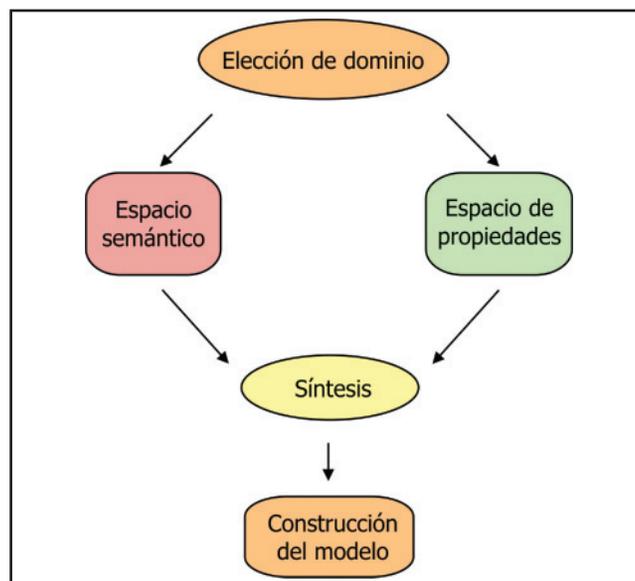


Figura 4: Metodología general para la Ingeniería Kansei tipo I

En los siguientes apartados se procederá a exponer de forma sintética los pasos a desarrollar en los distintos bloques de la Figura 4, que constituyen la metodología de Ingeniería *Kansei*.

3.1. ELECCIÓN DEL DOMINIO

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 sus productos individuales, sus líneas de productos o su cartera general de producción: en definitiva, implica elegir un producto de una determinada empresa, para un mercado.

3.2. ESPACIO SEMÁNTICO

Recoge y describe el dominio de emociones o *Kanseis* mediante palabras que apelan a los sentimientos de los usuarios en relación con el producto. El objetivo es obtener y cuantificar la respuesta emocional del usuario.

En primer lugar se debe realizar una búsqueda de emociones asociadas al producto objeto del estudio en publicaciones, revistas, benchmarking, etc. Normalmente se parte de un número muy elevado de palabras emocionales o *Kanseis* el cual se va reduciendo mediante análisis de afinidad.

En la IK tipo I, la obtención y cuantificación de la respuesta emocional del usuario se basa en la investigación realizado por **Osgood** en relación con lo que él llamó el método del Diferencial Semántico (DS) [5]. El objetivo de Osgood era “medir la emoción contenida de una palabra”.

El diferencial semántico ofrece una base cuantitativa con la que obtener una medida objetiva del significado psicológico que una persona tiene sobre un producto.

Para llevar a cabo un estudio de DS al entrevistado se le presentan una serie de muestras o ejemplos de productos relacionados con el estudio de IK. El usuario deberá puntuar la emoción que le causan los productos mostrados en el estudio. Para esta cuantificación de las emociones se utiliza un tipo de escalas de calificación, por lo general de siete puntos. Estas escalas evalúan las muestras según los *Kanseis* seleccionados, los cuales se representan mediante un par de adjetivos opuestos, delimitando la máxima y mínima puntuación o extremos emocionales, Figura 5. Estas escalas permiten conocer la correspondencia del diseño y las emociones que produce, lo que permitirá identificar los requerimientos de los usuarios.

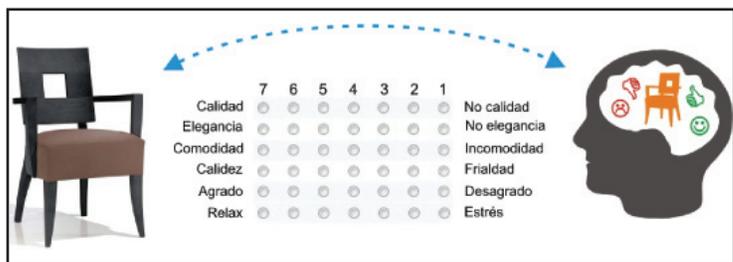


Figura 5: Ejemplo de Diferencial Semántico

El método de DS es el más conocido en este tipo de IK, además de ser el más usado, ya que para las empresas no supone un gran coste. Sin embargo hay muchas otras formas de recoger la información acerca del usuario, como por ejemplo técnicas de reconocimiento gestual facial [7]. En esta técnica al presentar un producto al entrevistado un sistema mide los parámetros faciales del usuario para que posteriormente un KES procese y relacione con algún tipo de sentimiento o *Kansei*.

Realizadas las encuestas y obtenidas las valoraciones emocionales de los productos presentados, los datos pueden ser tratados con diversos análisis estadísticos antes de proceder a la síntesis de IK propiamente dicha. Algunos de estos análisis son el *Análisis Factorial*, el *test de fiabilidad Cronbach*, *análisis Anova* y *análisis Cluster* [8].

3.2.1. Análisis Factorial y test de fiabilidad

Al seleccionar los *Kanseis* que formarán parte del espacio semántico, es común tener varios que traten el mismo concepto. Esto normalmente ocurre cuando se tiene un gran número de *Kanseis*, donde puede haber algunos que se complementen. Para gestionar toda la información se utiliza un método de reducción de datos [5]. En definitiva, el análisis factorial se usará para reducir o agrupar aquellos *Kanseis* de significado parecido, según las puntuaciones de los entrevistados en el DS.

El objetivo del análisis factorial es encontrar grupos homogéneos y diferentes entre sí de los *Kanseis* utilizados en el DS, según las valoraciones de los encuestados. Figura 6.

Antes de utilizar los factores, es conveniente realizar

una prueba de fiabilidad. En este caso se utilizará la prueba de fiabilidad de *Cronbach* [5] sobre base alfa, ya que es la más frecuente. El Alfa de *Cronbach* es un coeficiente que, a grandes rasgos, mide la homogeneidad de los factores resultantes.

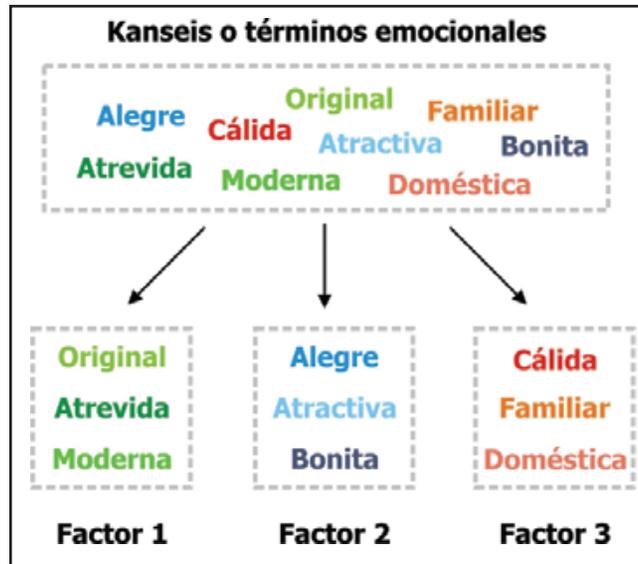


Figura 6: Ejemplificación del análisis factorial

El objetivo del test de fiabilidad es poder descartar posibles *Kanseis* que resulten estadísticamente poco relevantes, Figura 7. Este test puede ser realizado antes del análisis factorial, con lo cual se evita la introducción de *Kanseis* poco significativos.

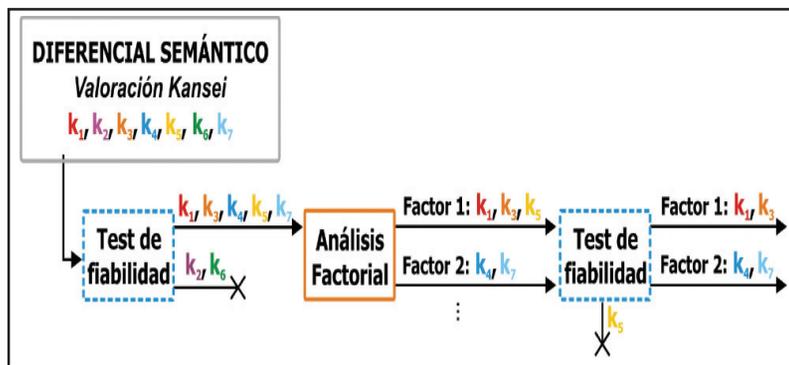


Figura 7: Esquema de análisis para los Kanseis valorados en el DS

Cada factor señala un tipo de perfil de producto definido por los *Kanseis* similares agrupados en dicho factor. Si se decide basar el diseño en uno de los factores resultantes, se obtendrá un producto con unas características concretas enfocado a satisfacer los *Kanseis* pertenecientes a ese factor. Si se elige otro factor, el resultado final de producto será distinto, ya que los factores poseen significados diferentes entre sí.

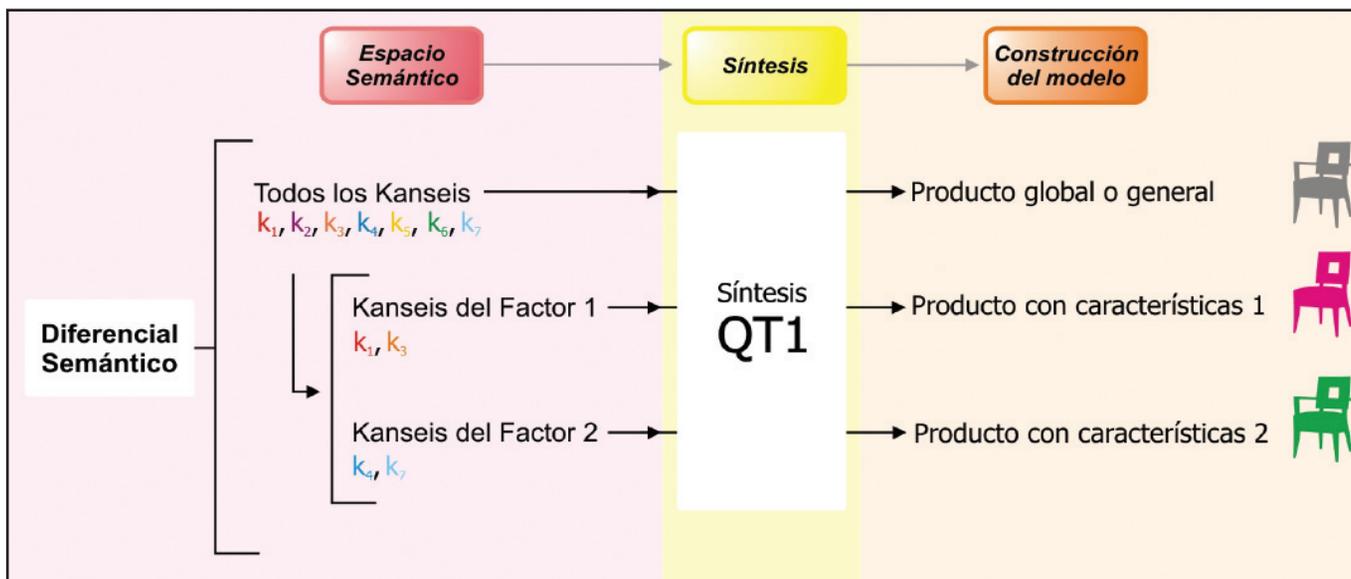


Figura 8: Objetivo del análisis factorial

Se pueden utilizar todos los factores resultantes, con lo que se obtendrá un producto final con características generales, ya que el producto satisfará a todas las emociones consideradas en el estudio.

Con la obtención de los factores, los datos definitivos a considerar en el espacio semántico pueden variar y en consecuencia los resultados obtenidos en la posterior síntesis QT1, tal y como refleja la Figura 8.

3.2.2. Análisis Anova y Cluster

En muchos estudios los encuestados son tratados como un grupo homogéneo de usuarios, y esto no siempre es cierto. Normalmente las valoraciones emocionales dadas por los encuestados en el DS difieren en algunos aspectos, por ello puede ser muy interesante averiguar qué características tienen en común las personas encuestadas. Dentro del grupo encuestado es normal que aparezcan perfiles de usuario diferentes pues no todas las personas tienen la misma relación con los productos mostrados en el DS.

Para lograr una clasificación de los usuarios a los encuestados se les proporcionará un cuestionario, representado en la Tabla 1, sobre preguntas referentes a su relación con el producto una vez realizada la encuesta de DS.

Gracias a este cuestionario se podrán establecer perfiles de usuario mediante la realización de un análisis cluster o de conglomerados [8] sobre las respuestas dadas por los entrevistados. El análisis cluster se realiza a través de la comparación de las respuestas a determinadas preguntas,

Cuestionario	
- ¿Cada cuanto tiempo cambias de mobiliario (Sillas)?:	- ¿Cuanto tiempo real pasas en la silla al día?:
<input type="radio"/> Cada 5 años <input type="radio"/> Cada 10 años <input type="radio"/> Solo si se deteriora	<input type="radio"/> 1 hora <input type="radio"/> 3 horas <input type="radio"/> más de 5 horas
-Lugar de compra:	- Utilidad a dar:
<input type="radio"/> Tienda especializada <input type="radio"/> Grandes superficies <input type="radio"/> Carpinterías	<input type="radio"/> Silla de trabajo <input type="radio"/> Mueble de hogar <input type="radio"/> Para recibir invitados
-Preferencia de compra :	- ¿Los establecimientos que visitas, los prefieres con muebles de diseño? :
<input type="radio"/> Precio <input type="radio"/> Marca <input type="radio"/> Diseño <input type="radio"/> Comodidad	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> Indiferente

Tabla 1: Ejemplo de cuestionario

categorizadas o test presentes en el cuestionario mediante el agrupamiento de encuestados que han dado respuestas similares.

El objetivo final del *Análisis Cluster* es encontrar grupos homogéneos y diferentes entre sí de los usuarios participantes de las encuestas. Esta clasificación se basa en el punto de vista de los encuestados transmitido a través de respuestas dadas en el cuestionario.

El método de agrupación cluster elegido para el estudio será el *K-means* [8], también llamado técnica divisiva, el cual parte de unos datos iniciales supuestamente homogéneos para encontrar grupos heterogéneos entre ellos, Figura 9.

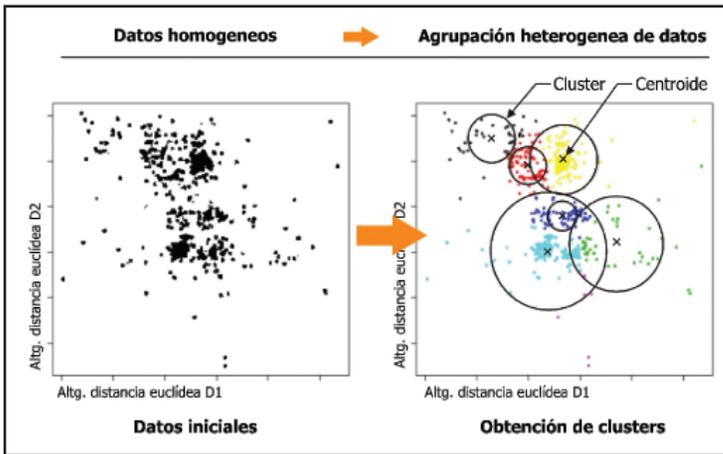


Figura 9: Ejemplificación gráfica del análisis Cluster

Antes de realizar el análisis de datos mediante cluster se debe realizar un *Análisis Anova* de un factor [8]. El Anova determina que preguntas realizadas han sido estadísticamente significativas y cuales no. Gracias a ello se evita introducir parámetros poco esclarecedores en el análisis cluster y trabajar solo con aquellas preguntas que expliquen realmente comportamientos de los usuarios, Figura 10.

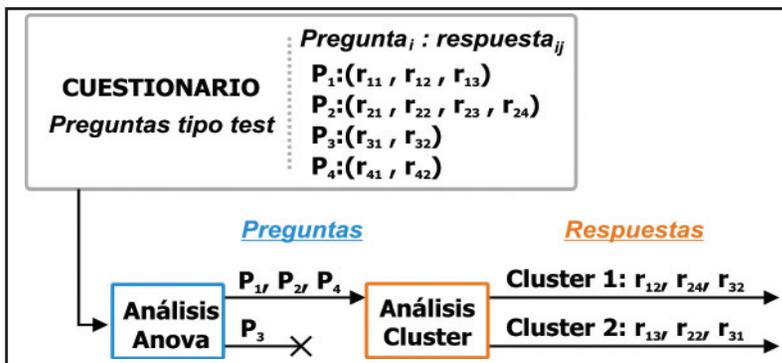


Figura 10: Esquema de análisis para las preguntas del cuestionario

Cada cluster agrupa patrones de respuesta similares. En definitiva, un cluster señala un tipo de perfil de usuario definido por las respuestas dadas en el cuestionario. Si se decide enfocar el diseño hacia un grupo de usuarios definido por un cluster concreto, se obtendrá un producto personalizado con unas características concretas. Con esta focalización se consigue dirigir el producto a un nicho de mercado específico. Si se elige otro cluster, el resultado final de producto será distinto, ya que los clusters agrupan usuarios de características diferentes entre sí.

El diseño se puede enfocar a satisfacer a todo el segmento del mercado utilizando todos los clusters resultantes, con lo que se obtendrá un producto final con características generales.

Con la obtención de los clusters, los datos definitivos a usar en el espacio semántico pueden variar y en consecuencia los resultados obtenidos en la posterior síntesis QT1, tal y como refleja la Figura 11.

Como conclusión, se puede resumir que en el espacio semántico se decide qué tipo de características emocionales debe satisfacer el producto y a qué tipo de usuarios irá enfocado dicho producto. Gracias a la encuesta de Diferencial Semántico y al cuestionario se puede tener información de primera mano del mercado objetivo.

El objetivo final de todos los análisis realizados es concretar y focalizar el producto de la manera más precisa posible para obtener un producto adaptado al mercado y a las necesidades y deseos de este.

3.3. ESPACIO DE PROPIEDADES

El *espacio de propiedades* incluye la identificación de todas las propiedades del producto con las que se quieren producir determinadas emociones. En este estudio las propiedades relevantes serían aquellas que apelan a la estética del producto.

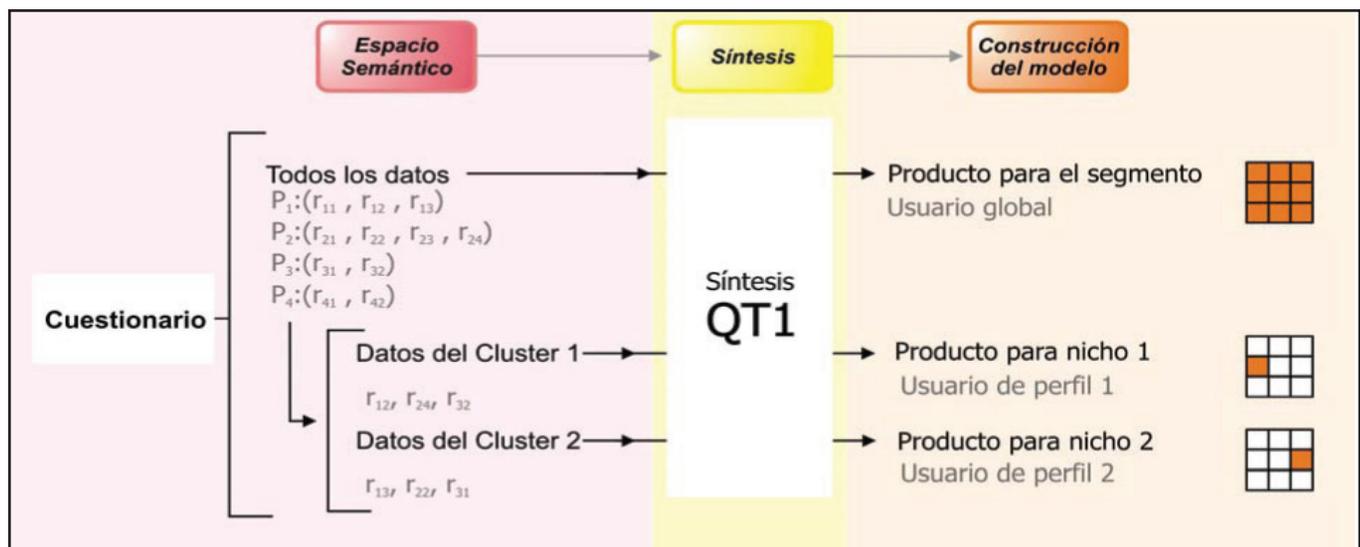


Figura 11: Objetivos del análisis Anova y Cluster

En el espacio de propiedades se seleccionan las características estético-formales del producto con las cuales se desean transmitir las emociones del espacio semántico.

Las propiedades seleccionadas contarán con una serie de niveles o sub-propiedades. Por ejemplo, la propiedad “color” puede estar dividida en varios niveles como “rojo”, “azul” y “amarillo”, siendo estas últimas categorías o niveles de la propiedad “color”.

No hay muchas investigaciones realizadas sobre como realizar esta fase. Existen algunos métodos comúnmente utilizados como la búsqueda de las especificaciones técnicas, revistas especializadas, *benchmarking*, etc. [5].

Una alternativa es proceder conforme a un esquema de ingeniería directa. En este proceso se generarán diseños de productos que reflejen todas o la mayoría de combinaciones de las propiedades estético-formales seleccionadas.

En el caso que nos ocupa, se ha procedido conforme a un esquema de ingeniería inversa. Para ello se analizan productos reales ya comercializados con el objeto de buscar aquellos que integren las propiedades seleccionadas con anterioridad. Normalmente se analizan productos comercializados por la empresa demandante: con ello se conseguirá adaptar el espacio de propiedades a la identidad corporativa de esta.

Los productos analizados serán mostrados en la encuesta de DS para validar la relación entre propiedades y *Kanseis*. De esta manera se logra crear una conexión indirecta entre las emociones o *Kanseis* y las propiedades estético-formales seleccionadas.

3.4. SÍNTESIS QT1

Definido el espacio semántico y establecido el espacio de propiedades, se procede a realizar la fase de síntesis mediante la técnica QT1.

La síntesis QT1 establece y cuantifica directamente las relaciones existentes entre cada una de las propiedades y niveles que poseen los productos analizados y los *Kanseis* valorados.

La teoría de cuantificación QT1 fue desarrollada por **Chikio Hayashi** [10] y es ampliamente usada en Japón en diversas aplicaciones. Nagamachi [6] fue el primer especialista japonés en utilizar esta metodología. QT1 permite establecer un método de cuantificación de las relaciones entre los *Kanseis* y las propiedades del producto mediante un modelo de regresión lineal múltiple. La peculiaridad de dicho análisis de regresión recae en el uso de variables categóricas o *dummy* para las variables independientes o explicativas.

La teoría estadística predice las relaciones entre una respuesta cuantitativa y variables categóricas usando dicho método de regresión múltiple.

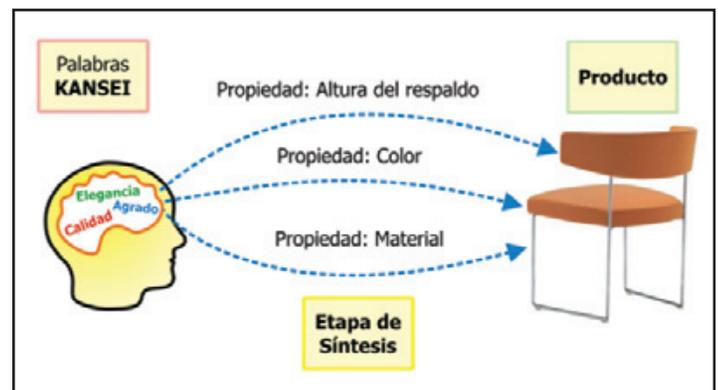


Figura 12: Etapa final de Síntesis

Tras obtener los resultados de la fase de síntesis mediante QT1, Figura 12, se podrá diseñar y modelar un producto en base a las características estético-formales elegidas en el espacio de propiedades con el objetivo de evocar una serie de emociones o *Kanseis* seleccionados en el espacio semántico, focalizando el producto al nicho de mercado elegido y reforzando la imagen corporativa de la empresa.

3.5. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

El resultado de aplicar QT1 muestra la conexión directa entre el espacio de propiedades y cada *Kansei*. Esto hace posible identificar aquellas propiedades y niveles que son más importantes para un *Kansei*. A partir de esta información ya se puede trabajar en el diseño del producto en sí. Como se vio anteriormente en Figura 8 y Figura 11, dependiendo de los datos a introducir en la síntesis se obtendrá un perfil de producto global o un producto con unas características determinadas que atienda a una serie de *Kanseis* para determinados gustos del mercado.

A partir de la conexión cuantitativa realizada en la síntesis QT1 del espacio de propiedades de diseño con los *Kanseis* seleccionados, se obtienen pautas de diseño que permiten obtener prototipos rápidos [11] a nivel de diseño de detalle.

4. CASO DE ESTUDIO: DISEÑO DE UNA SILLA MEDIANTE INGENIERÍA KANSEI FOR AESTHETICS

La metodología expuesta en apartados precedentes será puesta en práctica para desarrollar un asiento doméstico que conecte emocionalmente con los usuarios. Para ello se esbozarán cada uno de los pasos seguidos con especial atención en la síntesis QT1.

4.1. ESPACIO SEMÁNTICO

Tras recopilar información de revistas, webs, periódicos y otras fuentes relacionadas con los asientos o sillas, se han obtenido un gran número de palabras *Kanseis*. Para realizar una primera reducción de términos se realiza un análisis de afinidad, de tal manera que se agrupan aquellos términos que

se consideran semejantes y se etiquetan los grupos con un término general que defina al conjunto, Figura 13.

el factor 1, pues representa mejor el tipo de producto de la empresa.



Figura 13: Análisis de afinidad de términos Kansei

Tras reducir el número de términos *Kanseis* se deben elegir aquellos que mejor representen la filosofía de la empresa demandante. Este paso se puede realizar con un segundo análisis de afinidad. Para este caso de estudio se introducirán seis *Kanseis* o emociones en el espacio semántico, Tabla 2.

Del análisis del cuestionario (*Anova* y análisis *Cluster*) se obtienen los clusters que representan los perfiles de usuario o nichos de mercado, Figura 15.

De entre estos tres perfiles de usuario, se ha seleccionado el perfil definido por el Cluster 3 ya que representa mejor al usuario potencial de la empresa. Esto indica que las valoraciones del DS que se tendrán en cuenta serán las de los encuestados pertenecientes a este grupo, es decir, de los 150

Emociones expresadas por el producto	Emociones provocadas por el producto
K ₁ : Calidad	K ₄ : Calidez
K ₂ : Elegancia	K ₅ : Agrado
K ₃ : Comodidad	K ₆ : Relax

Tabla 2: *Kanseis* que conforman el Espacio Semántico

4.1.1. Diferencial semántico y cuestionario

Para la encuesta de diferencial semántico se han seleccionado 18 sillas de la cartera de productos de la empresa demandante que han constituido éxitos comerciales. Con ello se conseguirá que las conclusiones obtenidas se adapten a la filosofía de diseño de la empresa.

La encuesta de DS estará formada por seis pares de adjetivos opuestos, representando los seis *Kanseis* seleccionados de la Tabla 2. La escala usada es de 7 puntos [1-7]. Parte de esta evaluación está representada en la Figura 5. La encuesta se realizó a 150 personas mayores de 18 años.

Tras realizar la encuesta de DS, a los encuestados se les presentó un cuestionario de preguntas test recogidas en la Tabla 1. Tras la realización del DS y del cuestionario de preguntas se procede a los análisis estadísticos señalados anteriormente.

Del análisis del DS (análisis factorial y fiabilidad de Cronbach) se han obtenido dos factores o perfiles de producto, Figura 14.

De entre estos dos factores obtenidos se ha seleccionado

encuestados solo se tendrán en cuenta las valoraciones de 48 encuestados, pues son el perfil de encuestados a los que se quiere dirigir el producto.

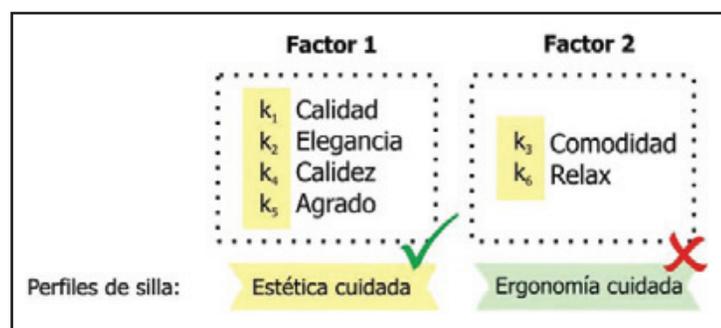


Figura 14: Perfiles de producto

La consecuencia de seleccionar un factor y un cluster concreto es que el producto que se obtendrá será una silla con características concretas, Factor 1, y dirigidas al nicho de mercado representado por los usuarios del Cluster 3, tal y como se ve representado en la Figura 16.

	Cluster		
	1	2	3
P1: Cada cuántos años cambias de mobiliario (de sillas)	3: Solo si se deteriora	1: Cada 5 años	2: Cada 10 años
P2: Lugar de la compra	2: Grandes superficies	1: Tienda especializada	1: Tienda especializada
P3: Preferencia de la compra	1: Precio	4: Comodidad	3: Diseño
P5: Que utilidad le vas a dar	2: Mueble de hogar	1: Como silla de trabajo	2: Mueble de hogar
P6: Los establecimientos que visitas, los prefieres con muebles de diseño	2: Indiferente	1: Si	1: Si
Perfiles de usuario:	✗ Usuario esporádico	✗ Usuario con preocupación ergonómica	✓ Usuario con preocupación estética
Nº de encuestados:	59	43	48

Figura 15: Perfiles de usuario

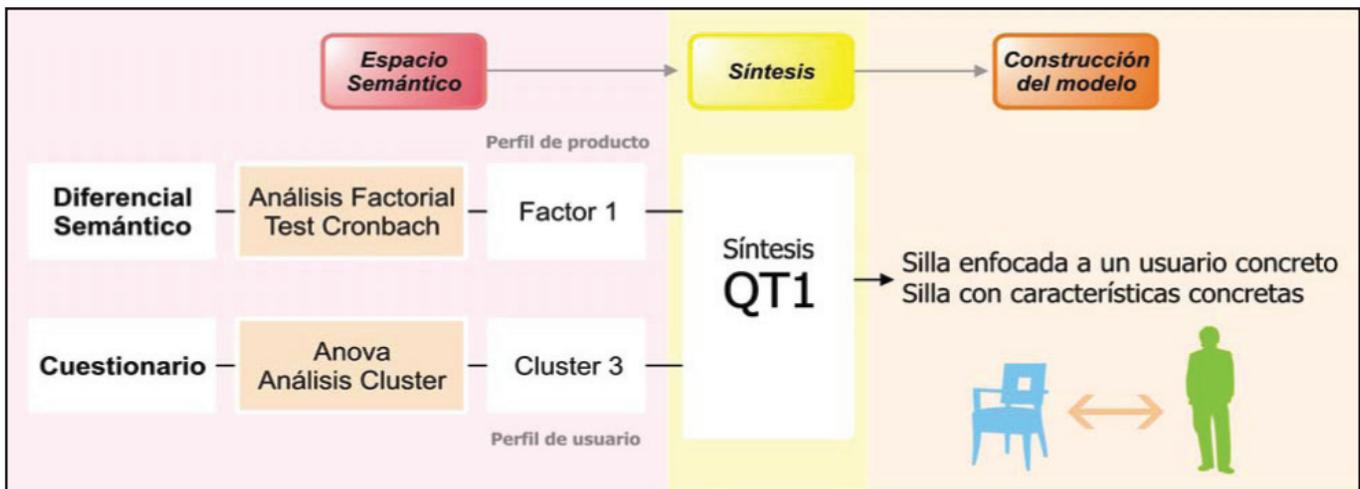


Figura 16: Datos a tratar en la síntesis QT1

4.2. ESPACIO DE PROPIEDADES

Para establecer el espacio de propiedades se realizará un análisis formal de la cartera de productos de la empresa demandante del nuevo producto. Con ello se pretende focalizar el diseño a la filosofía y *branding* de la empresa [15]. Para este propósito la forma de los productos es dividida en numerosos factores independientes, Figura 17. Cada propiedad elegida tendrá una serie de posibilidades, a las que se denominarán niveles, categorías o sub-propiedades.

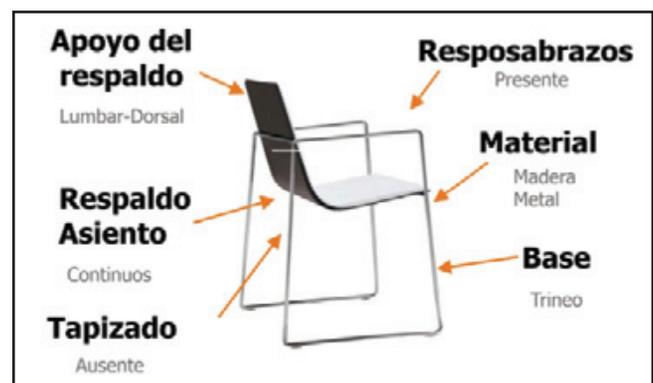


Figura 17: Ejemplo de análisis formal de una de las sillas de la empresa. [15]

En este caso de estudio el espacio contendrá 8 propiedades y 21 sub-propiedades representadas en la Tabla 3.

Espacio de Propiedades				
Propiedades	Sub-Propiedades			
P ₁ :Estructura	C ₁₁ : Líneas Geométricas	C ₁₂ : Líneas Orgánicas		
P ₂ :Apoyo del respaldo	C ₂₁ : Lumbar	C ₂₂ : Dorsal	C ₂₃ : Lumbar-Dorsal	
P ₃ :Reposabrazos	C ₃₁ : Si	C ₃₂ : No		
P ₄ :Tapizado	C ₄₁ : Asiento	C ₄₂ : Respaldo-Asiento	C ₄₃ : Ninguno	
P ₅ :Base	C ₅₁ : Tradicional	C ₅₂ : Basculante	C ₅₃ : Trineo	C ₅₄ : Columna
P ₆ :Respaldo/Asiento	C ₆₁ : Continuo	C ₆₂ : Discontinuo		
P ₇ :Color	C ₇₁ : Material	C ₇₂ : Neutros	C ₇₃ : Otros	
P ₈ :Material	C ₈₁ : Único	C ₈₂ : Combinado		

Tabla 3: Propiedades y sub-propiedades que conforman el espacio de propiedades

4.3. SÍNTESIS

En la síntesis se establece la relación entre el espacio semántico y el de las propiedades, una vez realizadas la encuesta del diferencial semántico y el cuestionario y seleccionado las propiedades estético-formales y sus niveles.

$$\delta_i(j,k) = \begin{cases} 1, & \text{si la sub-propiedad está presente en el producto.} \\ 0, & \text{si la sub-propiedad no está presente en el producto.} \end{cases} \quad (1)$$

4.3.1. Síntesis QT1

La síntesis QT1 es un tipo de regresión lineal múltiple que usa en sus cálculos variables *dummy* [12].

El primer paso para aplicar el análisis QT1 es codificar las propiedades de diseño y sus niveles en variables *dummy*. Las variables *dummy* son variables de carácter cualitativo, indican la presencia o ausencia de alguna propiedad o característica. Para cuantificar tales propiedades, las *dummy* serán dicotómicas, es decir, tomarán el valor 1, si dicha característica está presente en la muestra, o 0 en caso contrario.

Las variables **dummy** son variables cualitativas dicotómicas que asumen los valores (0; 1), indicando la pertenencia excluyente a una sola categoría de la propiedad.

Si se tienen “j” propiedades y “k” sub-propiedades, la codificación de la sub-propiedad “k” de la propiedad “j” para el producto mostrado “i” es $\delta_i(j,k)$ denominándose a este factor como la “codificación del espacio de propiedades”, el cual se define así [13] :

En la Figura 18 se puede ver como la muestra nº12 posee un único material, madera de haya. En este caso la sub-propiedad “único” de la propiedad “material” se codifica con un 1, ya que este nivel está presente en la silla mostrada. La línea de código obtenida representa a la muestra nº12 según las propiedades elegidas en el estudio.



	Estructura		Apoyo del respaldo		Reposabrazos		Tapizado		Base		Respaldo/Asiento		Color		Material						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8													
	C11	C12	C21	C22	C23	C31	C32	C41	C42	C43	C51	C52	C53	C54	C61	C62	C71	C72	C73	C81	C82
SILLA 12	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0

Línea de código

Figura 18: Ejemplo de codificación dummy para una silla del DS

Para la conexión directa de los espacios semánticos y de propiedades, Figura 19, estos deben ser definidos de la siguiente manera:

- El espacio semántico se representa por las valoraciones medias de los encuestados pertenecientes al “Cluster 3” para cada silla mostrada en el DS respecto a los *Kanseis* del “Factor 1”, Figura 16.
- La representación del espacio de propiedades esta formada por 18 líneas de cogido *dummy*, una por cada muestra, como se estableció en la Figura 18.

Y_i es el valor observado de la variable dependiente. En este caso Y_i es la valoración media observada de cada producto mostrado en el DS para los encuestados pertenecientes al Cluster 3.

β_{jk} es el coeficiente de la variable *dummy*. Este coeficiente indica la relación de la variable *dummy* (espacio de propiedades) con la valoración *Kansei* Y_i (espacio semántico). Se corresponde con el coeficiente de regresión β_p expresado en (2).

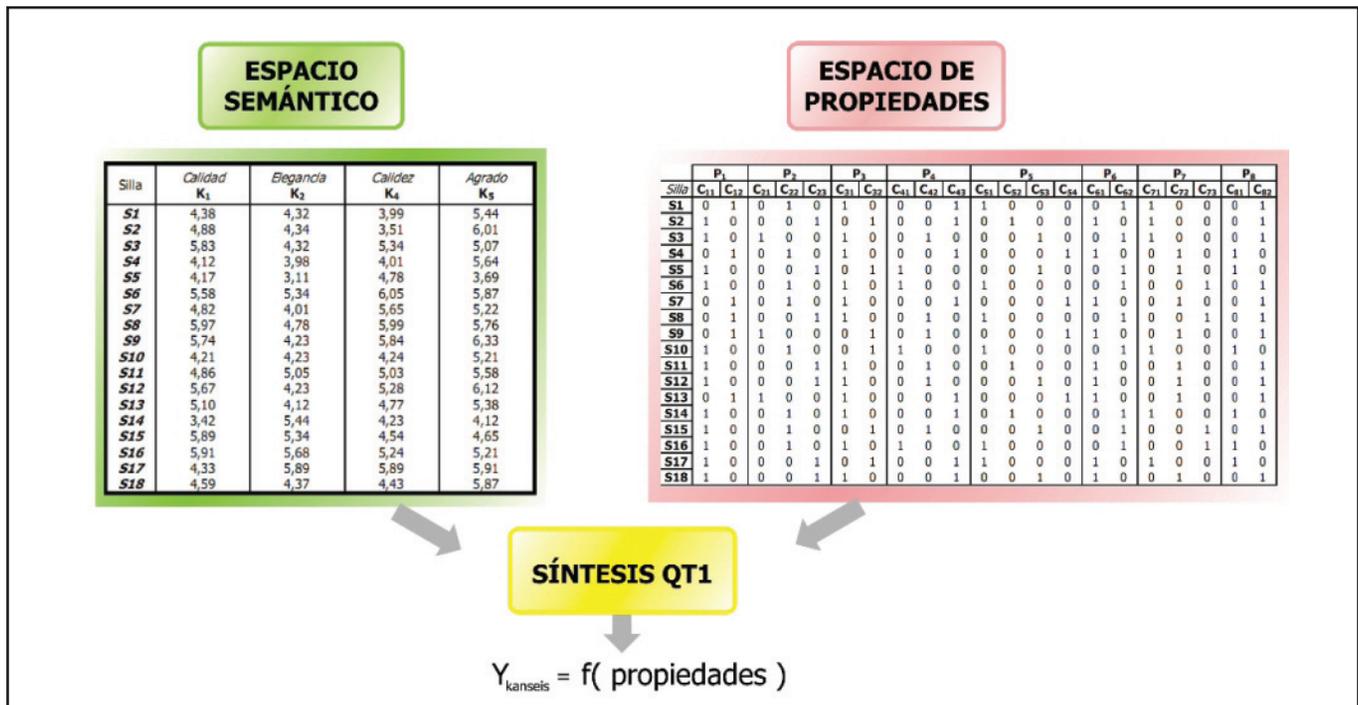


Figura 19: Representación QT1 de los espacios de la IK

La conexión entre los elementos de diseño y las valoraciones emocionales *Kansei* se establece siguiendo el modelo de regresión lineal múltiple general, el cual se define:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i ; i=1,2,\dots,n \quad (2)$$

El modelo de predicción de regresión lineal múltiple usado en QT1 incorpora las variables *dummy* (2). Este modelo de predicción es expresado en general como:

$$Y_i = \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^{c_j} \beta_{jk} \delta_i(j, k) \quad (3)$$

donde $j=1,2,\dots,r$ (r es el número total de propiedades) y $k=1,2,\dots,c_j$ (c_j es el número total de sub-propiedades para cada propiedad j) [13].

δ_i es la variable *dummy* asociada a los elementos de diseño definida en (1), es decir, la codificación del espacio de propiedades perteneciente al producto “i”. Se corresponde el valor de la variable X_{pi} expresado en (2).

El objetivo es obtener el valor del coeficiente β_{jk} , tal que la diferencia entre el valor observado Y_i y el valor obtenido de predicción \hat{Y}_i sea mínimo [13]. Expresado en términos de Ingeniería *Kansei*, el objetivo es predecir con exactitud la influencia de las propiedades y sus niveles en los sentimientos de los clientes expresados en los términos *Kansei*.

Realizada la síntesis QT1 se muestra la conexión entre las propiedades y sub-propiedades respecto a cada *Kansei*, lo que hace posible identificar aquellas propiedades que son más importantes para un *Kansei* [14], Tabla 4.

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub-propiedad	C.S.
"Elegancia"	0.96 sig(0.007)	0.36	Estructura	L. geométricas L. orgánicas	1.48 -1.48
		0.29	Apoyo del respaldo	Lumbar Dorsal Lumbar-Dorsal	0.78 -0.25 -0.53
		0.34	Reposabrazos	Si No	-0.11 0.11
		0.06	Tapizado	Asiento Respaldo-Asiento Ninguno	-3.11 1.42 1.69
		0.60	Base	Tradicional Basculante Trineo Columna-base	2.66 -0.67 -1.41 -0.58
		0.19	Respaldo/ Asiento	Continuo Discontinuo	-0.42 0.42
		0.59	Color	Material Neutros Otros	0.76 0.85 -1.62
		0.12	Material	Único Combinado	0.14 -0.14

Tabla 4: Representación QT1 para el Kansei "Elegancia"

Los CS revelan los impactos de cada sub-propiedad. Esta es la información más importante que aporta un estudio de IK a un equipo de diseñadores, pues se establecen los parámetros de diseño a seguir en el nivel más detallado.

En este caso de estudio, al considerar válidos tres Kanseis (Calidad, Elegancia y Agrado), se obtendrán tres tablas QT1, una para cada Kansei. En cada una de estas tablas se establecen las relaciones del Kansei con el espacio de propiedades, tal y como se representa en la Tabla 4 para el Kansei "Elegancia".

Estas tablas deben ser puestas en común para obtener una única tabla que englobe a todos los Kanseis pues el nuevo producto debe evocar las emociones de manera conjunta tal y como se observa en la Tabla 5. El objetivo es poner en común los CS de los Kanseis o emociones a incluir en el diseño.

De la Tabla 4, la información más importante es el coeficiente de correlación múltiple, (CCM), y los Category Scores (CS).

El CCM, (R^2 en estadística), cuantifica la contribución que aporta la totalidad del espacio de propiedades del producto a la valoración Kansei.

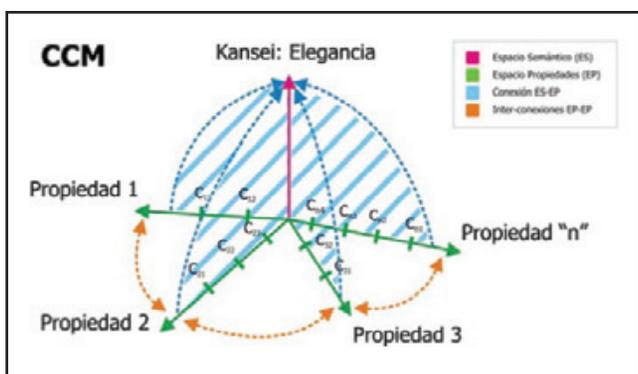


Figura 20: Representación gráfica del CCM

El coeficiente de propiedad, CP, indica cuanto aporta cada propiedad a la valoración Kansei. Estos datos son tenidos en cuenta en la fase de diseño conceptual, pero no para realizar un diseño de detalle.

Por último, los Category Score ofrecen más detalles sobre las sub-propiedades de los atributos, los cuales pueden influir positiva o negativamente a la valoración del Kansei.

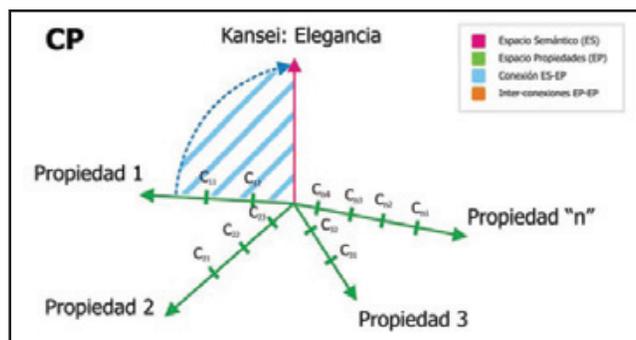


Figura 21: Representación gráfica del CP

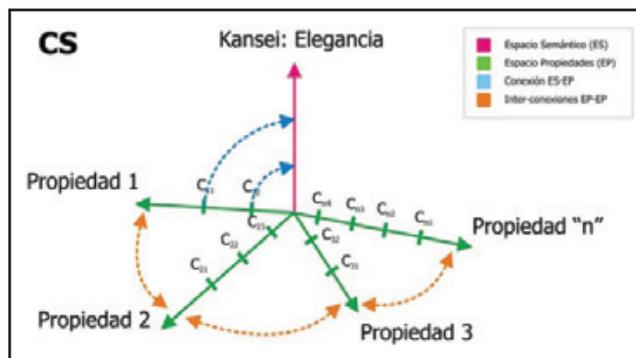


Figura 22: Representación gráfica del CS

Kansei	Propiedad	Sub-propiedad
"Calidad" "Elegancia" "Agrado"	Estructura	L. geométricas
	Apoyo del respaldo	Lumbar
	Reposabrazos	Si
	Tapizado	Ninguno
	Base	Tradicional
	Respaldo/Asiento	Discontinuo
	Color	Material
	Material	Único

Tabla 5: Resultados de la metodología IK for Aesthetics

4.4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Tras el proceso desarrollado de Ingeniería Kansei se han obtenido las características concretas que debe tener el modelo de silla a diseñar. Con la inclusión de estas características se desea desarrollar una silla que cumpla con la filosofía y branding de la empresa. Con todo ello se estará diseñando una silla que proyecte calidad y elegancia, y que provoque una sensación visual agradable al usuario que la contemple.

El diseño de producto se realizará teniendo en cuenta las especificaciones de la Tabla 5 a modo de "briefing" de diseño. Por supuesto la solución de diseño no es única. En la Figura 23 se presenta el sketching de una posible solución.

La "Silla Kansei" (registro de propiedad industrial D 508827) cumple con todas las especificaciones establecidas en la Tabla 5.



Figura 24: Córdoba Roldán, A.; Aguayo González, F. Silla Kansei.

A partir del modelo CAD de diseño se puede obtener un prototipo a escala mediante una máquina de prototipado rápido con el que ver el efecto emocional de la silla de manera individual o de manera colectiva al ser incluida en diferentes escenarios de uso, como el presentado en la página de inicio del artículo.

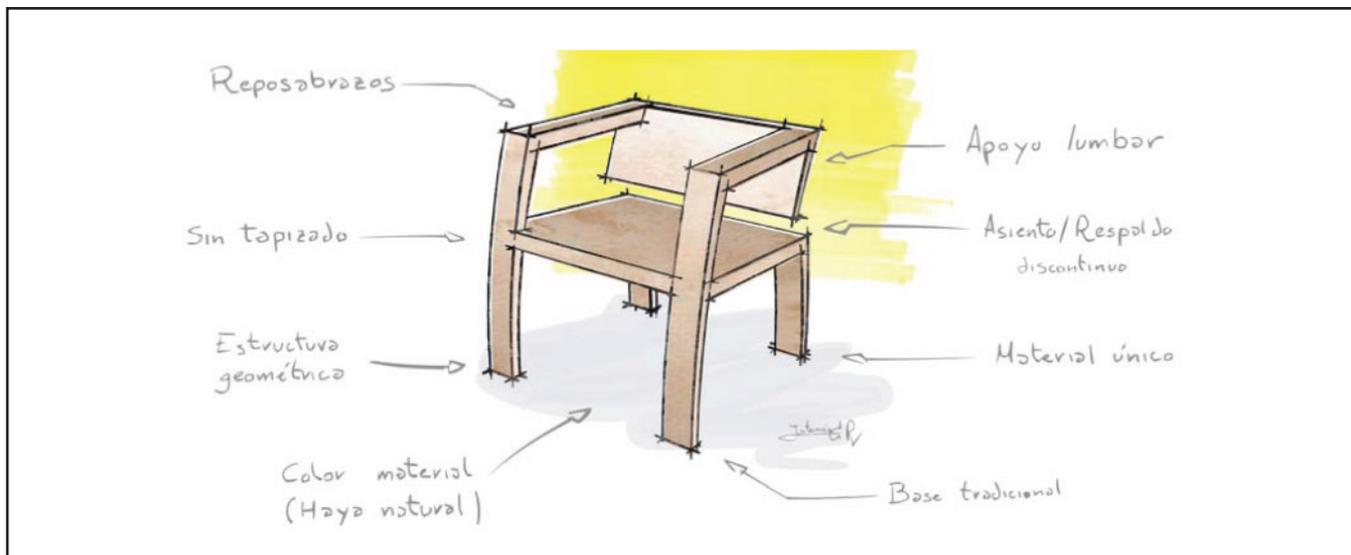


Figura 23: Sketching del modelo

5. CONCLUSIONES

La implementación de la Ingeniería Kansei en el desarrollo de productos y en el fortalecimiento de las empresas se ha extendido actualmente en todos los mercados. No es de extrañar que los productos más exitosos de las últimas décadas hayan sido desarrollados a través de esta metodología.

Gran parte de estos desarrollos se han llevado a cabo por el propio Nagamachi [6], el cual es contratado por empresas para implementar y guiar el desarrollo de la metodología Kansei.

Uno de los productos más descatados de Nagamachi es el automóvil Mazda Miata (1987), uno de los deportivos descapotables más vendidos del mundo, expuesto anteriormente.

Nagamachi fue contratado por Mazda para enseñar a los ingenieros IK con el objetivo de desarrollar un automóvil deportivo dirigido a jóvenes. Para ello Nagamachi y su equipo investigaron los deseos y emociones que experimentaban los jóvenes al conducir coches. Como resultado se modificaron las características del motor con el objetivo de satisfacer al mercado objetivo; el resultado fue un éxito de ventas.

En el ámbito de la construcción Ichitsubo [16] analizó cómo se debía afrontar la construcción de un puente de tal manera que se tuviera en cuenta la influencia que podía tener este en la percepción del paisaje.

Las aplicaciones de la IK abarcan campos como el diseño de interiores [8], la automoción, indumentaria [13], equipos electrodomésticos y productos tecnológicos [17], etc.

En todos los campos precedentes de aplicación de la Ingeniería Kansei, el diseño *for Aesthetic* constituye una de las técnicas de Diseño for X, la cual en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo es susceptible de desplegarse de un modo formalizado mediante las técnicas de Ingeniería Kansei.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Norman D. Diseño emocional: Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos. Ed. Paidós, 2005.
- [2] Desmet P. Designing Emotions. Delft University of Technology. Delft, 2002
- [3] Jordan PW. Designing pleasurable products. An introduction to the new human factors. Taylor and Francis, London, 2000
- [4] Schütte S, Eklund J. Product design for hearth and soul. Linköping Universitet, Thesis , 2005.
- [5] Schütte S. Engineering Emotional Values in Product Design. Linköping Universitet, 2005.
- [6] Nagamachi M. Kansei as powerful consumer-oriented technology for product development . Int. J. of Industrial Ergonomics, 33. p. 289-294.i, 2002
- [7] Vergara M, Mondragón S. "Ingeniería Kansei. Una potente metodología aplicada al diseño emocional". Revista Faz, nº 2, 2008, p. 46-59.
- [8] Lindberg A. A Kansei Engineering Study on Laminate Flooring at Pergo. Linköping Universitet, 2004.
- [9] AYAS E. Engineering feelings of quality. Linköpings Universitet, thesis, 2008.
- [10] Tanaka Y. Review of the Methods of Quantification. Environmental Health Perspectives Vol.33, pp 113-123, 1979.
- [11] Aguayo F, Soltero VM. Metodología del diseño industrial. Ed. Rama, 2002.
- [12] Hardy MA. Regression with dummy variables. Sage Beverly Hills, 1993.
- [13] Wang Y, Chen Y. The Kansei Research on the Style of Women's Overcoats. Engineering Suzhou University, 2003.
- [14] Álvarez Laverde H. y Álvarez Laverde. Proceso de síntesis en un estudio de Ingeniería Kansei. Apsoluti España, S.L, 2006.
- [15] Andreu World. Chairs, 50 años de diseño y una historia que contar. RBA Libros, 2007.