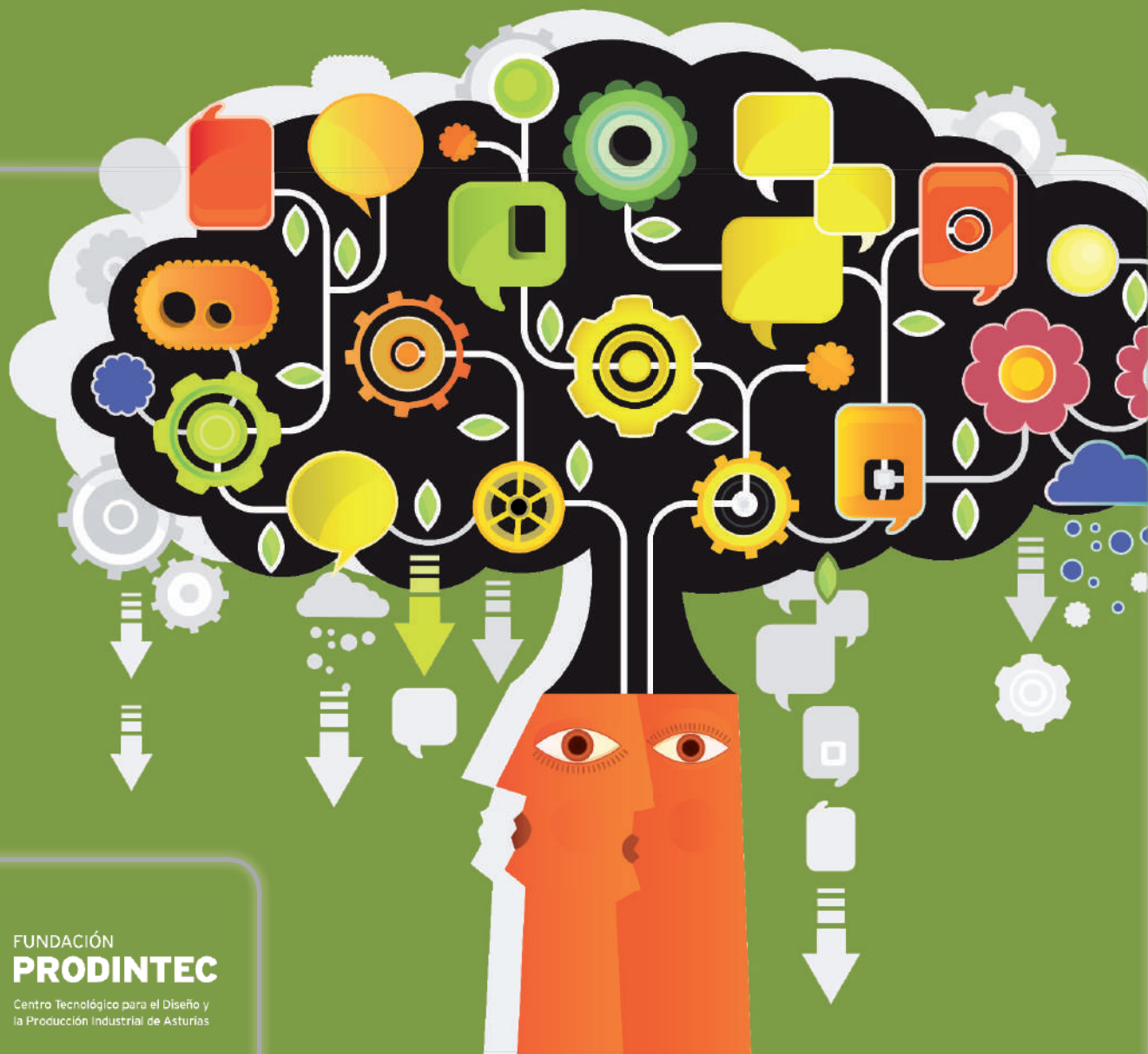


# DISEÑO AFECTIVO E INGENIERÍA KANSEI

## GUÍA METODOLÓGICA



FUNDACIÓN  
**PRODINTEC**

Centro Tecnológico para el Diseño y  
la Producción Industrial de Asturias

## EDICIÓN

Fundación PRODINTEC

Centro Tecnológico para el Diseño y la Producción Industrial en Asturias

Parque Científico y Tecnológico de Gijón

A/Ada Byron, 39

33203 Gijón, Asturias (España)

Tlf. 984 39 00 60

Email: info@prodintec.com

Web: www.prodintec.com

## PATROCINIO

Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)

Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA)

## EQUIPO DE PROYECTO

Redacción y Coordinación

Íñigo Felgueroso Fernández-San Julián

Víctor López García

Ana M. Rodríguez Vázquez

David Riol Blanco

Rubén Sanchez Lamas

Ángel M. Sampedro Viejo

David Santos González

Abril de 2011



Fondo Europeo  
de Desarrollo  
Regional



# Diseño Afectivo e Ingeniería Kansei

## Guía Metodológica

# 08

referencias

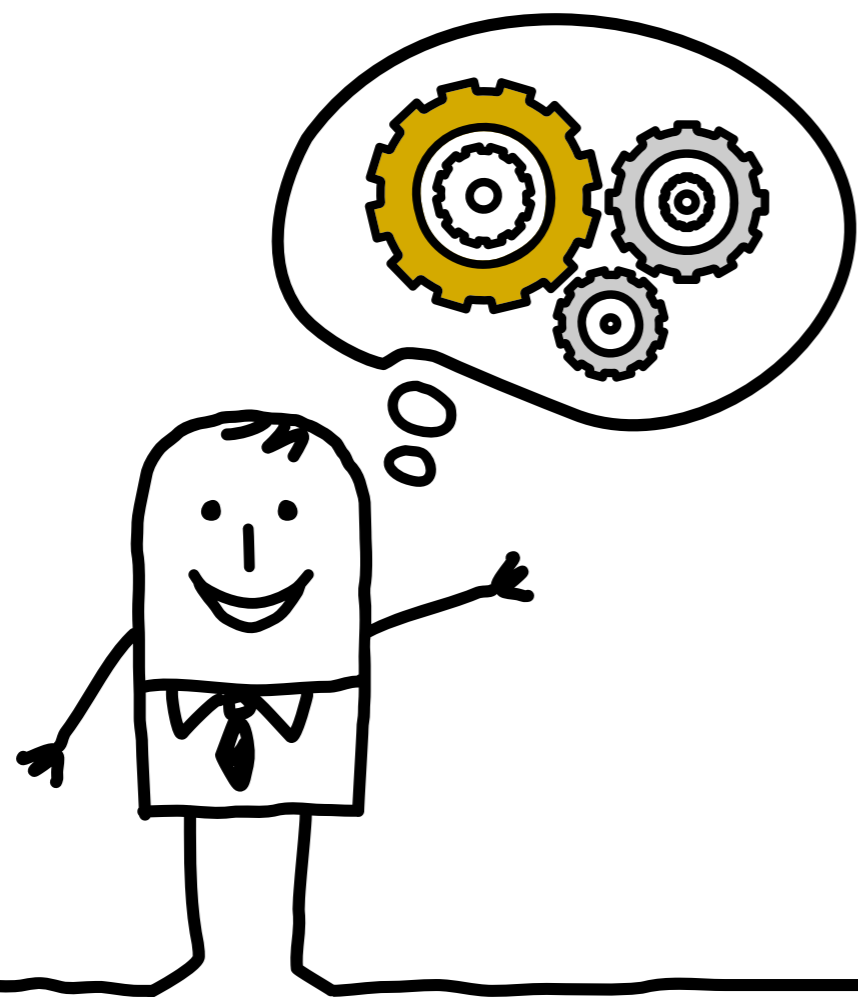


FUNDACIÓN  
**PRODINTEC**

Centro Tecnológico para el Diseño y  
la Producción Industrial de Asturias

# CONTENIDOS

<b>#01</b>	<b>Introducción</b>	<b>01</b>
<b>#02</b>	<b>El Diseño Afectivo</b>	<b>05</b>
2.1	¿Qué es el Diseño Afectivo?	07
2.2	El Diseño Afectivo en el diseño de productos	08
2.3	Métodos y herramientas relacionadas con el Diseño Afectivo	13
2.3.1	Método de diferencial semántico	14
2.3.2	Descripción semántica de ambientes	15
2.3.3	Análisis conjunto	16
2.3.4	Despliegue de la función de calidad (QFD)	17
2.3.5	Modelo Kano	18
2.3.6	Herramienta PrEmo	19
<b>#03</b>	<b>La Ingeniería Kansei</b>	<b>21</b>
3.1	¿Qué es la Ingeniería Kansei?	23
3.2	Tipos de Ingeniería Kansei	27
3.3	Metodología general de la Ingeniería Kansei	33
3.3.1	Elección del dominio	34
3.3.2	Generación del espacio semántico	36
3.3.3	Generación del espacio de propiedades	41
3.3.4	Síntesis	46
3.3.5	Construcción del modelo y test de validez	49
<b>#04</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>51</b>
<b>#05</b>	<b>Referencias</b>	<b>55</b>
<b>#</b>	<b>Anexo: Métodos y herramientas empleados en la Ingeniería Kansei</b>	<b>61</b>



# # 01

# introducción

## 1. INTRODUCCIÓN

Son por todos conocidos los cambios radicales que los mercados a los que se dirigen las empresas han experimentado en los últimos años. A la aparición de nuevas tecnologías que han incrementado las capacidades productivas, se ha unido el creciente número de países con los que nos vemos obligados a competir en condiciones de costes de producción muy desventajosas.

Hoy en día los productos han de venderse en mercados globales saturados en los que compiten con otros muchos productos similares. Cada producto por tanto necesitará ofrecer aspectos y características que lo hagan reconocible y atractivo.

A todo ello se une un consumidor cada vez más informado y por lo tanto más exigente, respecto a las funcionalidades del producto que quiere adquirir: calidad, estética, características técnicas, ecología, etc. Por si fuera poco, todas estas funcionalidades tienen que proveerse de la manera más económica posible y con unos ciclos de desarrollo cada vez más reducidos.

La incorporación de los aspectos afectivos de los productos como vía de diferenciación no es algo nuevo, sino que se lleva trabajando en ello desde hace años. Es ante este tipo de variables, donde las diferentes metodologías que forman parte de lo de manera genérica podemos llamar “Diseño Afectivo”, tienen su campo de aplicación.

Según el Keyworth Institute de la Universidad de Leeds, en el Reino Unido, el diseño afectivo se puede definir como “el estudio de la relación entre las características físicas y racionales de los productos y los efectos emocionales o subconscientes que causan en las personas que interactúan con ellos, y el uso de ese conocimiento para lograr diseñar productos más satisfactorios”.

Dentro del campo del diseño afectivo, la Ingeniería Kansei, es sin duda la disciplina más relevante, siendo sin embargo aún desconocida para diseñadores y empresas. En el ámbito internacional, la ingeniería kansei es también conocida como ingeniería afectiva o emocional. Para la Universidad de Leeds en concreto, la ingeniería afectiva es la interpretación occidental de esta disciplina.

La Ingeniería Kansei tiene un campo de aplicación enorme. De hecho, muchas empresas, principalmente japonesas, la han usado y usan para mejorar sus productos.

Las aplicaciones de la Ingeniería Kansei al diseño de productos han sido relativamente frecuentes en los últimos 10 años en los países orientales. En un principio se aplicó al desarrollo de la industria del automóvil, ámbito en el que se conocen el mayor número de aplicaciones. Nissan, Mazda y Mitsubishi fueron los primeros en la aplicación del Kansei al desarrollo de componentes de sus modelos como volantes, velocímetros o frontales.

A principios de los años 90 la Ingeniería Kansei se extendió desde Japón a los EEUU y fue usada por empresas como Ford. Europa asumió esta metodología poco después tras varios estudios llevados a cabo sobre todo en el ámbito universitario.

La Ingeniería Kansei es aplicable a cualquier tipo de producto o servicio en el que la percepción del usuario sea un factor a considerar, y abarca por tanto todas las disciplinas de diseño desde el industrial o el gráfico al multimedia e interactivo. Esta metodología se ha aplicado al diseño de espacios arquitectónicos, ergonomía de productos, robótica, envases de perfume, alimentos, equipos industriales vehículos, banners en sitios web, packaging, cuadros de mando de control de planta, revistas, anuncios publicitarios, suelos, vehículos, etc., así como a otros muchos productos o servicios con los que se pretende comunicar al usuario sensaciones que estimulen su compra.

Se encuentran en la literatura aplicaciones tan diversas como el diseño de uniformes para escolares (Nagamachi et al., 1988), de cocinas (Matsubara; Nagamachi, 1997), de sillas de oficina (Jindo et al., 1995), en obras civiles para ajustar el paisaje a las preferencias del público (Nagamachi et al., 1996), diseño de gafas (Fujie et al, 1997), de prótesis mamarias (Maekawa, 1997) y un largo etcétera.

Desde finales de los años 90 se han creado diferentes grupos de investigación, muchos de ellos en contacto directo con el equipo del Profesor Mitsuo Nagamachi en la Universidad Internacional de Hiroshima en Japón. Algunos de los grupos de investigación en Ingeniería

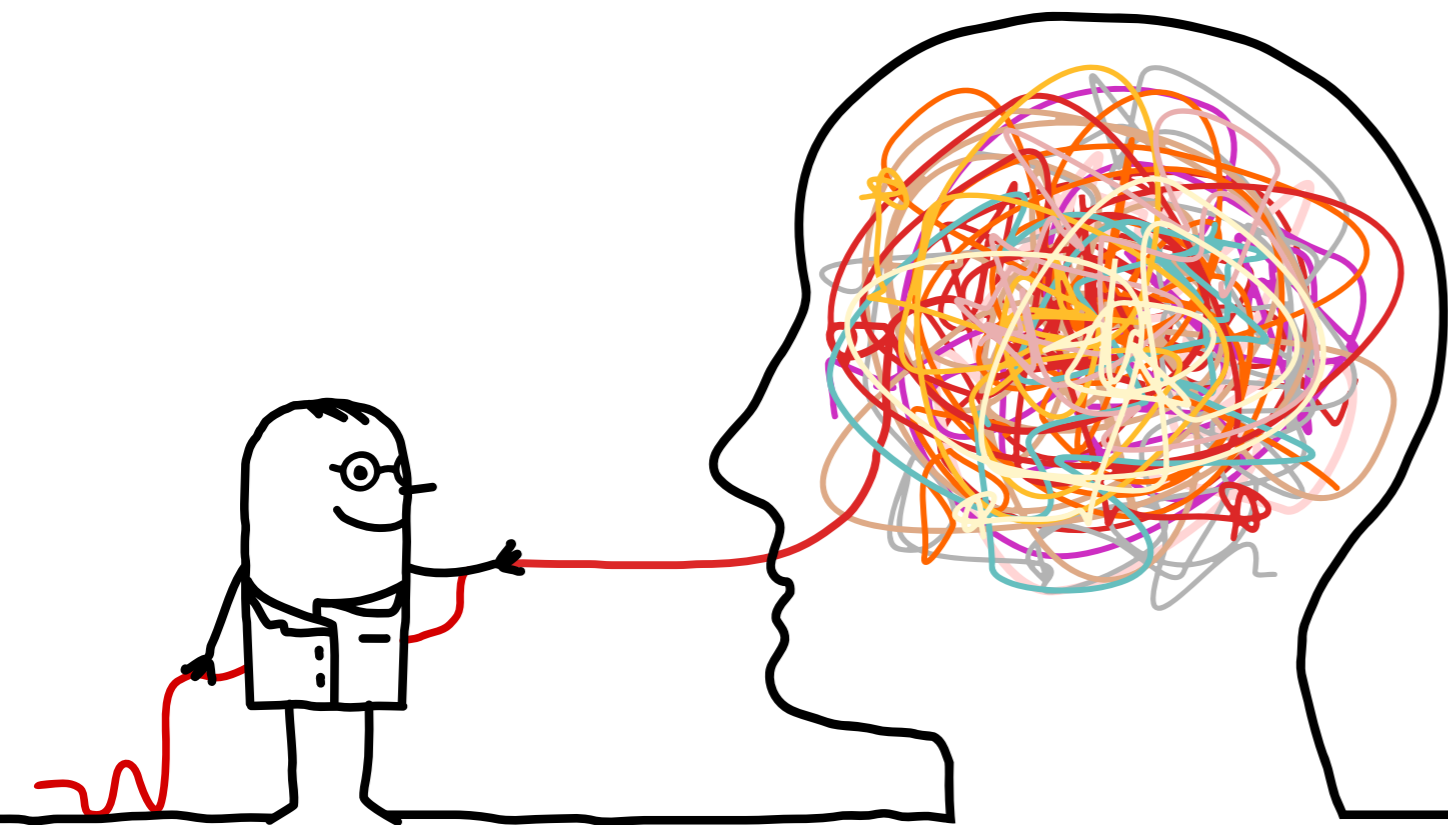
Kansei/Afectiva más activos en Europa son los de las Universidades de Linköping en Suecia, Leeds en Reino Unido, o el Instituto de Biomecánica de Valencia en España. En Japón destaca la “Japan Society of Kansei Engineering”.

Actualmente la limitación más destacada de la Ingeniería Kansei es la falta de una sólida base metodológica que permita y asegure la extrapolación de resultados de proyectos individuales a la interacción general hombre-producto, aunque sus beneficios son evidentes en el ámbito de proyectos concretos.

La aplicación del diseño afectivo y la Ingeniería kansei permitirá a las empresas optimizar sus recursos y dotar a los productos de aquellas características que aportan valor al usuario. Esta mayor eficiencia, en un mercado como se sabe cada vez más competitivo, puede resultar en muchos casos crucial y marcar la diferencia entre el éxito o el fracaso de un producto.

Esta guía pretende dar a conocer las bondades y aplicaciones del diseño afectivo, así como servir de acercamiento a la Ingeniería Kansei, con la finalidad de suscitar interés entre las empresas que diseñan y desarrollan productos.





# # 01 el diseño afectivo



## 2. EL DISEÑO AFECTIVO

### 2.1 ¿QUÉ ES EL DISEÑO AFECTIVO?

En la actualidad, los consumidores no basan su elección solamente en razonamientos lógicos. Los sentimientos, las emociones y los significados juegan un papel muy importante en el rol de la decisión de compra. Por este motivo el desarrollo actual pasa por integrar el “significado afectivo” en los productos, de tal modo que evoquen emociones que permitan a los productos llegar no solo al cerebro a través de los sentidos, sino además al corazón a través de las emociones. Si un comprador debe decidir entre varios productos de diferentes fabricantes, equivalentes en precio y apariencia, las sensaciones que estos produzcan pueden desencadenar o no la decisión final de compra.

La integración de este tipo de factores en el desarrollo de producto implica cambiar el enfoque de las necesidades funcionales hacia las necesidades afectivas de los compradores. Los coches, los muebles, los electrodomésticos, y en general todos los productos no tienen solamente un valor práctico, sino que también tienen propiedades afectivas que le proporcionan al comprador buenas sensaciones e incluso autoestima. No por ello hay que dejar de lado las propiedades funcionales, que aunque no son percibidas como atributos atractivos, son consideradas características que de por sí un producto debe tener.

Hoy en día, la gente quiere usar productos que deben ser funcionales a un nivel físico, usables a un nivel psicológico y deben ser atractivos a un nivel emocional, que obviamente es subjetivo. El diseño afectivo estudia las interacciones entre el consumidor y el producto a ese tercer nivel, centrándose en las relaciones entre los rasgos físicos y su influencia afectiva en el usuario.

Gracias a este campo de la investigación es posible aumentar el conocimiento sobre cómo diseñar productos más atractivos y satisfacer así a los consumidores.



el diseño afectivo

### 2.2 EL DISEÑO AFECTIVO EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS

Dentro del proceso general de diseño y desarrollo de un producto, el diseño afectivo intervendrá principalmente en las 4 primeras fases.



Figura 1. Fases en el diseño y desarrollo de un producto

La información que proporciona el estudio de un producto bajo el enfoque del diseño afectivo permitirá identificar los conceptos e ideas que queremos que perciban los usuarios y que definirán a nuestra empresa en la fase de definición estratégica.

En las fases de diseño de concepto y de detalle servirá para identificar las propiedades que más influyen en una determinada percepción así como para seleccionar entre diferentes categorías de elementos de diseño respectivamente.

Por último, en la fase de oficina técnica e ingeniería de producto en la que se pondrán en marcha los mecanismos de simulación previos a la etapa de producción, permitirá predecir la respuesta de los usuarios ante determinadas alternativas de diseño.

La consideración de las opiniones de los potenciales usuarios, en los procesos de diseño y desarrollo no es algo nuevo, pues es una temática en la que se viene trabajando en las últimas décadas. A pesar de que originariamente el enfoque se centraba más en la opinión respecto a parámetros funcionales fácilmente medibles, con el paso de los años se empezaron a incorporar aspectos más intangibles, entre los que se encuentran precisamente todos los relacionados con las “emociones” o los “impulsos” que los usuarios sienten al enfrentarse a un producto, bien sea viéndolo, tocándolo o usándolo.

Durante las décadas de 1950 y 1960 surgió un interés por la ergonomía y la calidad de los productos. A principios de los años 80 se incorporaron la usabilidad y las características intangibles, superando las épocas previas en las que se centraba únicamente en el aspecto funcional, pasando a integrar activamente las opiniones de los compradores en la fase de diseño.

A partir de la década de 1990, los consumidores empezaron a cambiar los factores determinantes de decisión de compra. Hoy prefieren más allá de los aspectos racionales como la funcionalidad, eficiencia ó usabilidad, los aspectos intangibles como los factores emocionales o afectivos. Este comportamiento hizo que evolucionaran las estrategias de desarrollo de nuevos productos tratando de integrar dichos factores emocionales.

A continuación se mencionan las principales aportaciones teóricas de algunos de los autores destacados en el ámbito del diseño afectivo/emocional: Patrick W. Jordan y Donald A Norman.

#### *Patrick W. Jordan: Jerarquía de necesidades de los consumidores*

Según el psicólogo Abraham Maslow el hombre es un animal que difícilmente alcanza el estado de satisfacción absoluta. Si alcanza algo que deseaba, el estado de satisfacción es temporal ya que enseguida anhela algo más.

Como ya apuntó Maslow en 1943 en su libro “Motivación y personalidad”, las necesidades humanas siguen una jerarquía, de manera que solo una vez cubiertas aquellas necesidades de un nivel inferior se pueden cubrir niveles superiores.



el diseño afectivo



Figura 2. Jerarquía de necesidades humanas de Maslow (1943)

En el año 2000 Jordan estableció una jerarquía similar a la propuesta por Maslow, pero aplicada a las necesidades de los consumidores:

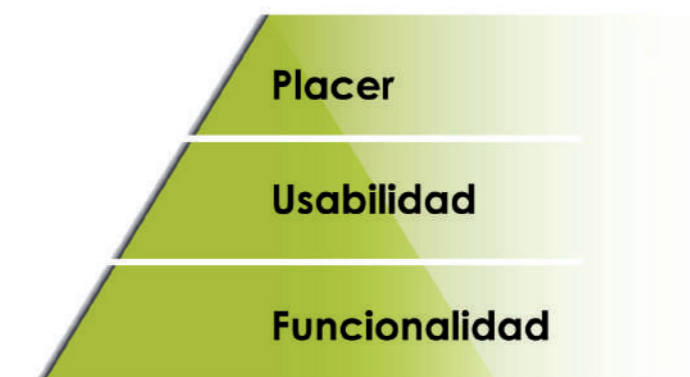


Figura 3. Jerarquía de las necesidades de los consumidores. Adaptado de Jordan (2000)

Nivel 1. Funcionalidad: El producto o servicio cumple con una finalidad o función, es decir, soluciona un problema concreto.

Nivel 2. Usabilidad: El producto o servicio en cuestión es además fácil de usar, cómodo y seguro.

Nivel 3. Placer: El producto además de cumplir con las necesidades funcionales y de usabilidad, proporciona beneficios emocionales al consumidor.



Los productos deben satisfacer estas tres necesidades y necesariamente en ese orden, ya que un producto que no es funcional difícilmente será fácil de usar, y si no es fácil de usar parece complicado que agrade al consumidor y mucho menos que alcance aspectos emocionales.

La silla Barcelona diseñada por el arquitecto y diseñador alemán Mies Van Der Rohe, cumple, como cualquier otra silla, con la necesidad funcional que de ella se requiere y que es servir de asiento. Analizando la usabilidad, podemos decir que es cómoda y ergonómica y que además su uso resulta seguro.

Su uso puede producir así mismo beneficios emocionales derivados de su uso o propiedad a un tercer nivel si se valora que la silla Barcelona es un clásico del diseño industrial, así como aquellos relacionados con la pertenencia a un determinado status social que se pueda permitir adquirir un producto de precio elevado como este.

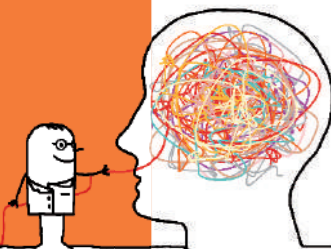
#### Donald A. Norman: Respuestas esperadas en el Diseño Emocional

Según el psicólogo Donald Norman el objetivo principal del diseño emocional consiste principalmente en pasar de diseñar cosas prácticas, que funcionen y se entiendan bien, a productos y servicios que se disfruten, que reporten placer y hasta diversión, es decir, “hacer que nuestras vidas sean mucho más placenteras”.

El objetivo del diseño emocional, de la forma en que lo plantea Norman, se logra durante la experiencia de uso, en otras palabras, en la práctica, en el momento en que las personas interactúan con sus objetos y se llevan una impresión de éste.

Este nuevo enfoque debe ser considerado, a través de un buen análisis del usuario. En donde se tomen en consideración todos los factores que tiene relación con la tríada el Objeto-Hombre-Entorno. En este sentido el diseñador deberá plantearse ciertas cuestiones que tienen relación directa con la experiencia del uso y desuso de los productos, como por ejemplo: ¿Cómo percibe el usuario el objeto?, ¿Cuál es su actitud ante él?, ¿Qué siente al utilizarlo?, ¿Qué piensa al interactuar con el objeto?, ¿Repetiría la experiencia?, ¿Trataría de evitarla?, ¿Se siente especial al utilizar el producto?, ¿Qué piensa del producto después de una semana?, ¿Qué siente después de un año utilizándolo?.

Podemos concluir que todas estas cuestiones obtienen respuestas de marcado carácter subjetivo y que todas ellas están ligadas con el concepto de la emoción.



el diseño afectivo

Para alcanzar este objetivo resultará de vital interés entregar experiencias de uso placenteras, gratas, con lo cuales se contribuya a mejorar la calidad de vida de las personas.

En su libro “*Emotional Design; why we love (or hate) everyday things*”, Norman expone que no basta con que los objetos sean funcionales para que funcionen, porque “las cosas atractivas funcionan mejor”.

En este sentido, Norman propone un ejemplo para apoyar esta declaración de principios. En un experimento llevado a cabo por investigadores israelíes y japoneses se comprobó que la apariencia estética nos hace creer que los objetos funcionan mejor. Dichos investigadores evaluaron diferentes diseños de cajero automático con usuarios reales. Todos los cajeros tenían los mismos botones y las mismas funciones, pero algunos de ellos tenían diseños más cuidados en la estructura mediante una diferente ordenación de los botones y el aspecto de la pantalla. La mayoría de los usuarios participantes en el experimento consideraron que los cajeros más atractivos funcionaban mejor que los menos atractivos. Norman explica este fenómeno de la siguiente forma: “las cosas atractivas hacen que las personas nos sintamos mejor, lo que nos lleva a pensar de forma más creativa. ¿Cómo se traduce eso en mejor usabilidad? Muy simple, haciendo que las personas puedan encontrar soluciones a sus problemas más fácilmente”.

Norman explica además cómo el proceso por el que odiamos o deseamos objetos se ajusta a tres funciones cognitivas: la visceral, la conductiva y la reflexiva.

Nuestra respuesta visceral a los objetos es la primera reacción instintiva que mostramos ante su apariencia.

La respuesta cognitiva es la que se produce por efecto del placer de usar un objeto de forma eficiente.

Por último las respuestas reflexivas son las que se producen a largo plazo. Son aquellas sensaciones y evocaciones que puede despertar en nosotros el uso de ciertos objetos, como orgullo cuando el objeto denota status social, nostalgia cuando nos recuerda otros tiempos, etc.

En el caso del modelo Mini de BMW la *respuesta visceral* es la primera impresión positiva que produce en la gente. La *respuesta cognitiva* se produce inmediatamente después, cuando comprobamos que el Mini se conduce con facilidad, generando en nuestro cerebro una respuesta cognitiva. La *respuesta reflexiva* finalmente, tiene lugar un tiempo después, y se refiere al orgullo producido por conducir un Mini o a la nostalgia en el caso de que por ejemplo nos recuerde otros tiempos.

### 2.3 METODOS Y HERRAMIENTAS RELACIONADAS CON EL DISEÑO AFECTIVO

Como se ha señalado en las páginas anteriores, el objetivo del diseño afectivo, es crear productos o servicios que se disfruten, que generen placer, durante la experiencia de uso.

Para lograr dicho objetivo se utilizan distintas metodologías y técnicas que permiten orientar de forma fiable el diseño de un producto de acuerdo a las percepciones, nivel de satisfacción y necesidades del consumidor garantizando el éxito del producto.

Pero la integración de los valores afectivos no es nueva. Ya en el siglo XVIII filósofos como Baumgarten y Kant establecieron el área de la “estética”.

A mediados del siglo XIX, la idea de la estética se desarrolló en contextos científicos. Charles E. Osgood desarrolló en 1957 su “Método de Diferencial Semántico” en el cual se cuantificaba las percepciones de los objetos. Algunos años después, en la década de los 60, los profesores Shigeru Mizuno y Yoji Akao desarrollaron un enfoque de ingeniería con el fin de conectar las necesidades de los pueblos a las propiedades del producto. Este método se denominó Despliegue de la Función de Calidad (Quality Function Deployment -QFD-). Otro método, el modelo Kano, cuyo objetivo es establecer la importancia de las características del producto orientadas a la satisfacción del consumidor, fue desarrollado en el campo de la calidad a principios de los años 80 por el profesor Noriaki Kano de la Universidad de Tokio.

Por otro lado, en el campo del marketing surgió el Análisis conjunto (Conjoint Analysis), que estima la importancia relativa de los atributos de un producto mediante el análisis de juicio global del consumidor de un producto o servicio.

Un método más “artístico” lo constituye la Descripción Semántica de Ambientes, una herramienta para examinar cómo una sola persona o un grupo de personas experimentan un cierto ambiente arquitectónico.

La versión más actual de los métodos aplicados al diseño emocional lo constituye la herramienta digital PrEmo desarrollada por Pieter Desmet en 2002, y cuyo objetivo es medir la respuesta emocional no verbal frente a los productos mediante figuras animadas.

A continuación se hace una breve reseña de los principales métodos y herramientas relacionadas con el diseño afectivo apuntadas en este apartado:

- Método de diferencial semántico
- Descripción semántica de ambientes
- Análisis conjunto
- Despliegue de la función de Calidad (QFD)
- Modelo Kano
- Herramienta PrEmo

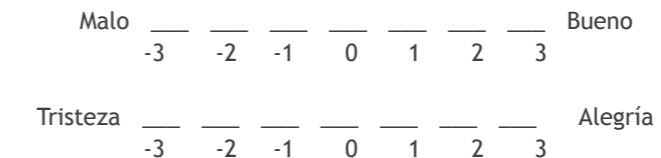
#### 2.3.1 MÉTODO DE DIFERENCIAL SEMÁNTICO

El diferencial semántico fue desarrollado a mediados de los años 50 por el político social y psicólogo Charles Osgood.

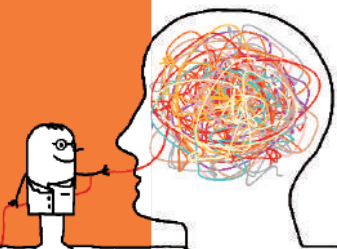
El diferencial semántico es una herramienta que ha permitido a los investigadores conocer los diferentes matices del significado, basándose en la premisa de que cuando se expresan palabras que pretenden comunicar cierto significado, este adquiere dos dimensiones de valor conceptual. El primero es denotativo y corresponde al que se encuentra en los diccionarios, y el segundo es connotativo y se refiere a la percepción personal de dicho concepto.

El significado connotativo puede variar en su intensidad, particularmente cuando se aplica a adjetivos que con su significado llevan a sentir mayor o menor grado de emoción. Es en este punto donde se encuentra la aplicación a la interpretación del contenido emocional que tienen ciertas palabras o conceptos, ya que al seleccionar adjetivos que permitan calificar diferentes atributos de los productos, se puede inferir las emociones correspondientes y su grado de intensidad.

El grado de intensidad se puede visualizar al enfrentar adjetivos o conceptos opuestos, cada uno de los cuales se coloca al extremo de una escala y el entrevistado coloca su calificación de acuerdo con la percepción que tiene o la intensidad de emoción que le trasmite el significado de cada propuesta.



Otra manera de presentar el diferencial semántico, es dejar la escala sin números, para de esta forma no sesgar la opinión de quien marca la respuesta, presentándole números negativos.



ambientes presentados. En el diseño del segundo experimento solo se presentó un ambiente a diferentes grupos y fue evaluado en las mismas escalas. El resultado de esta parte presenta variación dentro del grupo, pero como al menos algunos de los factores eran parecidos, Küller asumió que los factores eran válidos. Finalmente se identificaron 8 factores que son los siguientes:

- Agrado
- Complejidad
- Unidad
- Cerrazón
- Omnipotencia
- Estatus social
- Afecto
- Originalidad

### 2.3.3 ANÁLISIS CONJUNTO

El análisis conjunto es un método que permite ponderar diferentes productos con respecto a otros con el objetivo de identificar qué atributos de los productos son preferidos por un cierto grupo de consumidores, así como el precio que están dispuestos a pagar.

La mayor suposición en el análisis conjunto es que las opiniones sobre los atributos pueden ser divididas en atributos separados o características de los productos (Green y Srinivasan 1978). Esto significa que la combinación de los diferentes atributos como precio, color, marca, etc., tienen una influencia conjunta en la decisión del consumidor a la hora de comprar el producto o no. El análisis conjunto está basado por tanto en las habilidades humanas para clasificar conceptos con diferentes contenidos con el objetivo de clarificar la toma de decisiones.

Las ideas básicas del análisis conjunto se publicaron por primera vez en 1964 por Luce y Tukey, que llamaron a su método "medición conjunta simultánea" y la introdujeron como una nueva medida psicológica matemática. Más tarde, a principios de los

Presentando imágenes, modelos o películas a participantes voluntarios, la impresión emocional de los diferentes ambientes elegidos se pueden medir gracias a la descripción semántica de ambientes y los resultados pueden ser utilizados como apoyo a la planificación de espacios arquitectónicos (Küller, 1975).

La descripción semántica de ambientes se basa en las teorías de Osgood, Suci y Tannenbaum sobre los diferenciales semánticos. Como la descripción semántica de ambientes está especialmente adaptada al entorno de la arquitectura, Küller usó dos fuentes adicionales que trataran el área interdisciplinaria entre la arquitectura y la psicología (Honikman 1970) y (Cass y R.G. 1973).

Con el objetivo de obtener palabras representativas que describieran la arquitectura, se recogieron más de 1000 palabras del Diccionario Nacional Sueco. Posteriormente estas palabras fueron evaluadas en escalas semánticas y tratadas con análisis factorial. En un primer paso el número de palabras se redujo a aproximadamente 200 basándose en los resultados del análisis factorial de datos. Estudios posteriores derivaron en la selección de 36 palabras que se consideraron suficientes para describir el ambiente arquitectónico después de nuevos análisis factoriales.

Küller usó dos diseños experimentales diferentes. En el primer caso dejó que un grupo de participantes evaluara diferentes ambientes en 78 escalas distintas, se calculó el valor medio para todos los ambientes y estos datos fueron sometidos a cálculos de correlación y a un análisis factorial. Los factores y dimensiones definidos reflejaron la variación entre los

Para analizar las características de una almohada se pueden por ejemplo emplear criterios como el tamaño, el peso, la naturalidad y la complejidad. En una escala de 7 puntos se podrán evaluar cada uno los criterios mencionados en función de la intensidad de cada uno.

Pequeña	___	___	___	___	___	___	___	Grande
Pesada	___	___	___	___	___	___	___	Liviana
Artificial	___	___	___	___	___	___	___	Natural
Compleja	___	___	___	___	___	___	___	Sencilla

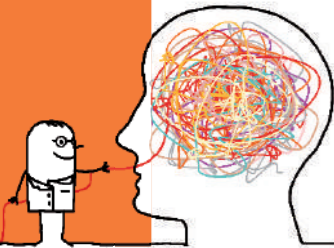
Osgood propuso así mismo categorizar en tres dimensiones a los adjetivos, donde cada dimensión tiene su grupo de palabras que permiten valorar y contrastar cada una de las dimensiones. Estas dimensiones son:

- Evaluación: permiten conocer las actitudes hacia el concepto en estudio. Ejemplo: Correcto - incorrecto.
- Potencia: la fuerza intrínseca de los adjetivos. Ejemplo: Fuerte - débil.
- Actividad: permite conocer las dinámicas de los adjetivos.

Esta herramienta obliga a generar una base de datos alimentada con una serie de adjetivos bipolares, haciendo evidente que cuanto mayor sea la cantidad de adjetivos mejor se podrán hacer diferentes aplicativos.

### 2.3.2 DESCRIPCIÓN SEMÁNTICA DE AMBIENTES

La descripción semántica de ambientes fue desarrollada por Rikard Küller en la Lund University en Suecia, a principios de los años 70. Es una herramienta que permite examinar como una persona o un grupo de personas experimentan cierto ambiente arquitectónico. Puede aplicarse desde ambientes interiores como pisos u oficinas, a exteriores como casas o paisajes.



el diseño afectivo

años 70 las ideas fueron recogidas por el sector del marketing y el Análisis Conjunto se convirtió en una herramienta para análisis de mercados (Green and Rao, 1971).

Existen tres métodos posibles para la aplicación del Análisis Conjunto:

- Comparaciones simples. Requiere a los encuestados determinar si un par de atributos/conceptos excede al otro con respecto a un determinado criterio. Se emplea en productos complejos cuando es complicado o consume mucho tiempo que los entrevistados evalúen los conceptos de forma independiente.
- Procedimientos de intercambio. Se comparan dos atributos y sus niveles (valores que puede tomar un atributo) entre sí. Los encuestados deben indicar su preferencia para combinaciones de niveles de dos atributos al mismo tiempo. Este método es económico y sencillo pero el número de aplicaciones es cada vez menor debido a que las situaciones planteadas no son realistas.
- Perfil completo. En este método se introducen más atributos en la evaluación. El objetivo es tener tantos conceptos completos como sea posible para mostrar a los encuestados. Los conceptos se construyen empleando diseños ortogonales (cada atributo puede estudiarse de manera independiente al resto), formados por conceptos diferentes. No se suele utilizar un diseño factorial completo sino que suelen utilizarse diseños fraccionados o incompletos para limitar el número de conceptos a evaluar. Es el procedimiento más usado. La ventaja de este método es que todos los atributos se muestran al mismo tiempo, lo que añade realismo a la encuesta, aunque también convierte en más compleja la evaluación.

#### 2.3.4 DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

QFD son las siglas del término inglés Quality Function Deployment cuya traducción al castellano se corresponde con Despliegue de la Función de la Calidad.

QFD es un método para la planificación y desarrollo estructurado de productos que posibilita al equipo de desarrollo especificar los anhelos y necesidades, y después evaluar la capacidad de cada producto o servicio propuesto en términos de impacto de alcanzar esas necesidades.

La primera aplicación documentada del QFD en los procesos de diseño fue llevada a cabo en Japón por Yoji Akao entre finales de los años 60 y principios de los 70. Ya en este trabajo se introdujo la matriz de correlaciones, hoy conocida como Casa de la Calidad. Una aplicación muy conocida de



el diseño afectivo

la Casa de la Calidad fue la llevada a cabo en Toyota en 1975 en la que prácticamente se eliminaron los costes de garantía debido a los problemas de corrosión.

En la actualidad el QFD es un método de desarrollo de producto de gran aplicación en muchos países, aunque debido a las diferentes culturas la forma de aplicación varía. Según Mizuno y Akao (1994), el QFD cumple con dos tareas principalmente:

- Despliegue de la calidad  
Centrándose en el producto, despliega los anhelos y requerimientos del consumidor así como otras áreas de importancia para el producto como la tecnología, los costes, fiabilidad, etc.
- Despliegue de la función de calidad en el sentido estricto  
Centrándose en el proceso, despliegue de las actividades en organizaciones funcionales que se centran en la calidad del producto.

En contraste con el modo en que emplean el QFD en Japón, las empresas occidentales lo usan más como un apoyo a la toma de decisiones durante el proceso de diseño y desarrollo de producto que como una herramienta para el aseguramiento de la calidad. La parte más famosa del QFD es la ya mencionada Casa de la Calidad.

En líneas generales, la casa de la calidad consiste en la obtención de los requisitos que desean los clientes de un producto y en la traducción en cascada de dichos requisitos a especificaciones de diseño cada vez más deta-

lladas, llegando incluso a la definición del control del proceso de producción.

#### 2.3.5 MODELO KANO

El modelo Kano es una teoría de desarrollo de producto y satisfacción del cliente desarrollada en los años 80 por el profesor Noriaki Kano, que permite extraer aquellas características que no se mencionan, pero que sin embargo son de gran importancia para que el nuevo producto se introduzca con éxito en el mercado.

El modelo Kano de satisfacción del cliente establece tres tipos de requisitos o necesidades que subyacen en el mercado, diferenciados por el tipo de respuesta que inducen en el usuario, con respecto a un determinado producto:

- Requisitos de calidad básica
- Requisitos de calidad mejorable
- Requisitos de sobre-calidad

Consta de las siguientes fases:

1. Definición de las características o prestaciones del producto, sin obviar las más básicas (requisitos legales, de funcionalidad, de durabilidad, etc.) y junto con todas aquellas a tener en cuenta en el nuevo diseño.
2. Diseño de un cuestionario que contenga una pareja de preguntas por cada una de las características o prestaciones del producto.
3. Selección de una muestra representativa del segmento de mercado objetivo.
4. Tratamiento de los resultados de la encuesta, obteniendo una clasificación de las características o prestaciones del producto en los tres niveles (requisitos de calidad básica, de sobre calidad y de calidad mejorable).

El modelo Kano permite detectar las innovaciones demandadas implícitamente por el mercado y define por tanto la base sobre la que innovar, es decir, aquellos elementos o prestaciones bá-

sicas del producto desde el punto de vista del cliente. Aporta además un criterio para la valoración justificada del producto final desde el punto de vista del nivel de calidad percibido por el cliente.

Como principal limitación destacar que debe combinarse con tantos criterios de valoración como se crea oportuno, en función de las necesidades concretas (limitaciones tecnológicas, diseño del proceso de producción, etc.).

### 2.3.6 HERRAMIENTA PrEmo

Un autor destacado en el panorama internacional del diseño emocional es Pieter Desmet, quien en 2002 desarrolló la herramienta PrEmo, cuyo objetivo es medir la respuesta emocional no verbal frente a los productos.

PrEmo es una herramienta digital no verbal para medir emociones que ha sido científicamente testada y validada a nivel mundial. La relevancia de esta herramienta reside en el uso de un método basado en imágenes que puede ser usado por personas de diferentes culturas y que permite identificar varias emociones experimentadas de forma simultánea.

Algunas culturas como las asiáticas son reacias a expresar sus emociones en público, mientras que las latinas por otro lado son mucho más expresivas. Por este motivo, las evaluaciones verbales de las emociones pueden no ser válidas en muchos casos. Las expresiones faciales sin embargo, implican movimientos musculares que son comunes a todas las culturas.

PrEmo consiste en catorce figuras animadas con expresión dinámica facial, corporal y vocal que fueron desarrollados en colaboración con la Universidad de Delft, en Holanda.



Figura 4. Herramienta PrEmo. Pieter Desmet.

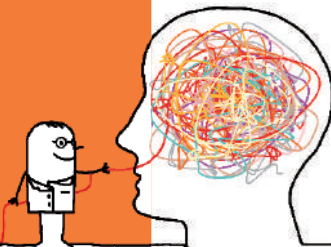
El personaje en cuestión expresa las siguientes emociones:

Emociones Positivas	Emociones negativas
Inspiración	Repugnancia
Deseo	Indignación
Satisfacción	Desprecio
Sorpresa placentera	Desilusión
Fascinación	Insatisfacción
Diversión	Aburrimiento
Admiración	Sorpresa desagradable

Mediante el uso de estas catorce figuras el usuario puede expresar sus emociones frente a un producto concreto.

Para evaluar una caja de galletas se les presenta el producto a los participantes en el estudio y se les pide a continuación que usen las animaciones para expresar las emociones evocadas por el envase en primer lugar y seguidamente por las galletas que contiene. De este modo se podrá comprobar si las emociones generadas por las galletas en sí (textura, apariencia, sabor) coinciden con las que se pretendía evocar mediante el envase.

Aunque todos estos métodos tienen que ver con el impacto subjetivo, ninguno de ellos puede traducir este impacto a parámetros de diseño de un modo preciso. Esto puede, sin embargo, llevarse a cabo mediante la Ingeniería Kansei, que hoy por hoy puede considerarse la metodología más importante dentro del campo de investigación del diseño afectivo. El siguiente apartado de esta guía se centrará justamente en esta metodología.





# 03

la ingeniería  
kansei



### 3. LA INGENIERÍA KANSEI

#### 3.1 ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA KANSEI?

La Ingeniería Kansei es una metodología de desarrollo de nuevos productos orientada al consumidor que tiene su origen en el país nipón donde fue desarrollada desde los años 70 por el Profesor Mitsuo Nagamachi, de la Universidad de Hiroshima. Su objetivo es facilitar la traducción de las expectativas emocionales de los clientes en especificaciones técnicas de diseño.

El término Kansei, usado en la Ingeniería Kansei, es una palabra japonesa cuyo significado es muy parecido a las palabras “sensación”, “emoción” o “sentimiento”.

感= KAN = Sensación, Sentimiento, Impresión  
性= SEI = Características, Naturaleza, Cualidad

感性 KAN SEI

= Sentimiento (imagen mental) + Características o Cualidades

Puesto que no existe una traducción exacta al español o inglés, tiende a traducirse como “sentimiento psicológico”. Sin embargo, debido a que el término provoca mucha confusión, se suelen usar los términos japoneses “Kansei”, “palabras Kansei” y del mismo modo “Ingeniería Kansei”. Por esta razón, usaremos estos términos a lo largo de todos los contenidos de la guía con el ánimo de no generar confusión.

El Kansei es la impresión o estímulo que una persona puede tener ante un determinado producto, ambiente o situación, cuando emplea plenamente sus sentidos. Por ejemplo, conceptos como lujoso, elegante, llamativo, natural o joven, son todas expresiones Kansei sobre productos. Los Kansei usados en la Ingeniería Kansei son en la mayoría de los casos adjetivos, pero también pueden ser palabras en otros idiomas, expresiones faciales o dibujos.



la ingeniería kansei

Es complicado saber si las expresiones en sí mismas encajan con las imágenes en la mente de las otras personas, por lo que es algo que ha de ser considerado. Desde su origen las dificultades para medir los Kansei han sido evidentes, teniendo en cuenta que tienen que ver con los atributos mentales de cada persona.

La Ingeniería Kansei es una tecnología que une los Kansei (los sentimientos y las emociones) con la disciplina de la ingeniería. Bajo este enfoque, el fabricante recoge sus necesidades emocionales y estas son transferidas al producto desarrollado a través de la función de diseño. Con esta metodología se pretende mejorar los atributos de diseño estudiando el modo en que el consumidor los percibe.

Como se ha comentado anteriormente, Kansei es una palabra japonesa que se refiere a la imagen mental y percepción emocional que un consumidor tiene frente a un producto. La Ingeniería Kansei permite diseñar productos que se correspondan con esa imagen y percepción emocional, de manera que se satisfaga plenamente las expectativas del consumidor.

La Ingeniería Kansei provee la metodología que permite integrar el espacio semántico (valoraciones Kansei) y el espacio de propiedades (características de producto), analizarlas empleando métodos estadísticos y obtener así información útil para la toma de decisiones de diseño y desarrollo de productos. Esta integración se hace a través de la estimación de un modelo matemático que permite establecer:

- si el espacio de propiedades global aporta significativamente a cada Kansei
- si cada propiedad aporta significativamente a cada Kansei
- qué categoría de las propiedades aporta positivamente a cada Kansei

En la práctica, la Ingeniería Kansei plantea la necesidad de presentar a los consumidores los productos o estímulos para que ellos los evalúen. El propósito de la evaluación es conocer la forma en que los productos presentados estimulan emociones (Kansei) en el consumidor. Este conocimiento se logra valorando los Kansei a través de los métodos conocidos con el nombre de Diferencial Semántico. A estas valoraciones se les denominan “Valoraciones Kansei”.

Para lograr que estas valoraciones tengan la menor variabilidad posible, se busca que los consumidores pertenezcan al mismo segmento de mercado, pero existen consumidores que hacen valoraciones sesgadas con respecto a los demás a los que se denominan “valoraciones atípicas”.

La toma de decisiones del diseño del producto emocional se ve afectada por la presencia de dichas valoraciones atípicas, por lo que se hace necesario disponer de una metodología que permita detectar dichas valoraciones atípicas y establecer los efectos que pueden generar sobre la toma de decisiones finales.

Probablemente el más famoso de los casos de la Ingeniería Kansei desarrollados por el profesor Mitsuo Nagamachi sea el descapotable Mazda MX5, que se convirtió en el descapotable más vendido de la historia gracias a la aplicación de esta metodología.

En 1987, el Sr. Yamamoto, gerente de la empresa Mazda, invitó a Nagamachi a implementar la Ingeniería Kansei en uno de sus vehículos. El objetivo del proyecto era fabricar un deportivo de bajo precio para hombres jóvenes que debía encajar no solo en el mercado japonés sino también en el americano y el europeo.



Figura 5. Mazda, 1987. Rediseño del Mazda MX5

En primer lugar se tuvo que enseñar el concepto Kansei a los ingenieros de la empresa. Se investigaron las sensaciones y emociones que experimentaban los conductores filmándolos mientras conducían para posteriormente analizar los datos.

Los conductores jóvenes buscaban sobre todo que el coche acelerara rápido por lo que se cambió la ingeniería del motor, pero también se centraron en el rediseño de la carrocería, los asientos, el salpicadero, el volante, el tubo de escape y el sonido del motor, puesto que era algo muy valorado.

Mediante la aplicación de la Ingeniería Kansei en combinación con experimentos y el tratamiento estadístico de los datos obtenidos se obtuvo como resultado un deportivo biplaza de aproximadamente 4 metros de longitud. Más de 20 años después el Mazda MX5 sigue siendo un coche muy popular y continúa vendiéndose en todo el mundo.



la ingeniería kansei

En 1992 el fabricante japonés de ropa íntima Wacoal le pidió a Nagamachi introducir la Ingeniería Kansei en el diseño de un sujetador. Para ello se entrevistaron a 200 personas sobre sus sentimientos frente a este producto, de cuyo estudio se extrajo que lo que las mujeres buscaban era un sujetador bonito y sobre todo muy cómodo que levantara el pecho y lo dejara simétrico.

Este es el resultado de la investigación que se llevó a cabo en el que se observa que con el nuevo modelo el pecho está centrado y mirando un poco hacia arriba. El sujetador desarrollado, denominado Good-up ha tenido un gran éxito en la población japonesa. Sus modelos de 1992 y 1993 fueron precedentes del famoso Wonderbra de 1994.

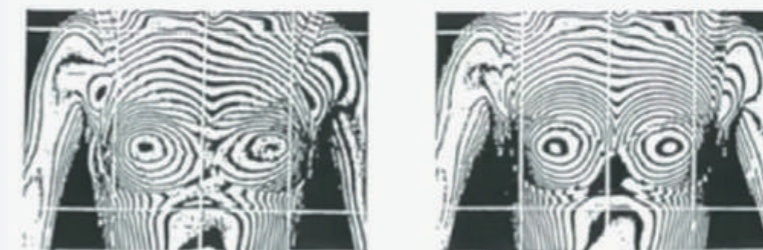


Figura 6. Análisis de un sujetador común (izquierda) y el sujetador Good-up de Wacoal (derecha)



Figura 7. Sujetador Good-up Brassiere, 1992 y 1993

### 3.2 TIPOS DE INGENIERÍA KANSEI

Desde el desarrollo de la Ingeniería Kansei a principios de los años 70, un gran número de universidades y empresas han adoptado e implementado en sus desarrollos esta metodología.

La Ingeniería Kansei puede ser aplicada de diferentes modos usando diferentes aproximaciones (tipos). Hasta el momento se han desarrollado, probado y testado seis tipos que se resumen a continuación:

#### 1. Ingeniería Kansei Tipo I - Clasificación por categorías

En el tipo I se identifica y desarrolla una estrategia de producto y una segmentación de mercado, que trasladadas a una estructura de árbol permiten identificar las necesidades afectivas de los consumidores. A continuación estas necesidades afectivas o Kansei se conectan manualmente con las propiedades del producto.

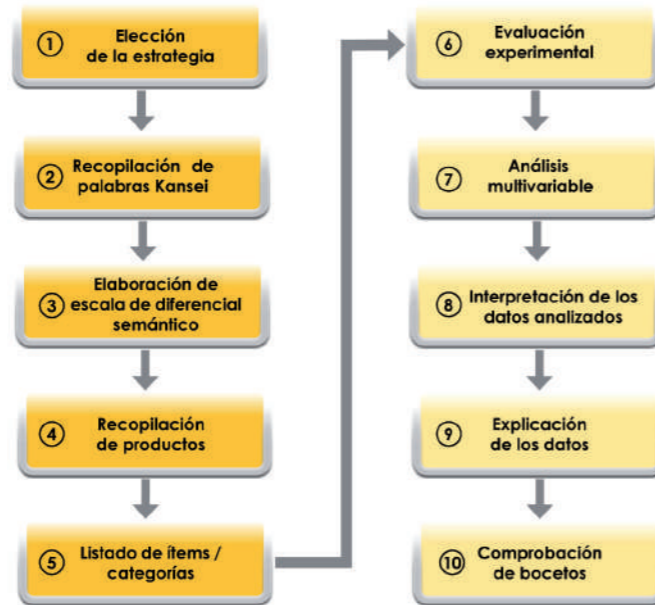


Figura 8. El proceso de la Ingeniería Kansei tipo I



la ingeniería kansei

#### 2. Ingeniería Kansei Tipo II - KES (Kansei Engineering System)

La Ingeniería Kansei tipo II es normalmente un sistema asistido por ordenador que utiliza motores de interferencia y bases de datos Kansei. Las conexiones entre los Kansei y las propiedades del producto se realizan usando herramientas matemáticas estadísticas.

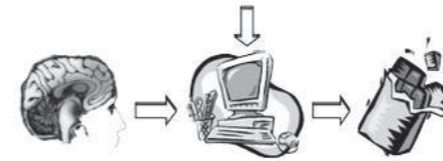


Figura 9. Principio básico de la Ingeniería Kansei (Nagamachi, 1989)

El KES es el tipo de Kansei más utilizado actualmente por la bondad de los resultados que ofrece y por el hecho de abandonar los criterios de los expertos y centrarse en las apreciaciones subjetivas del usuario.

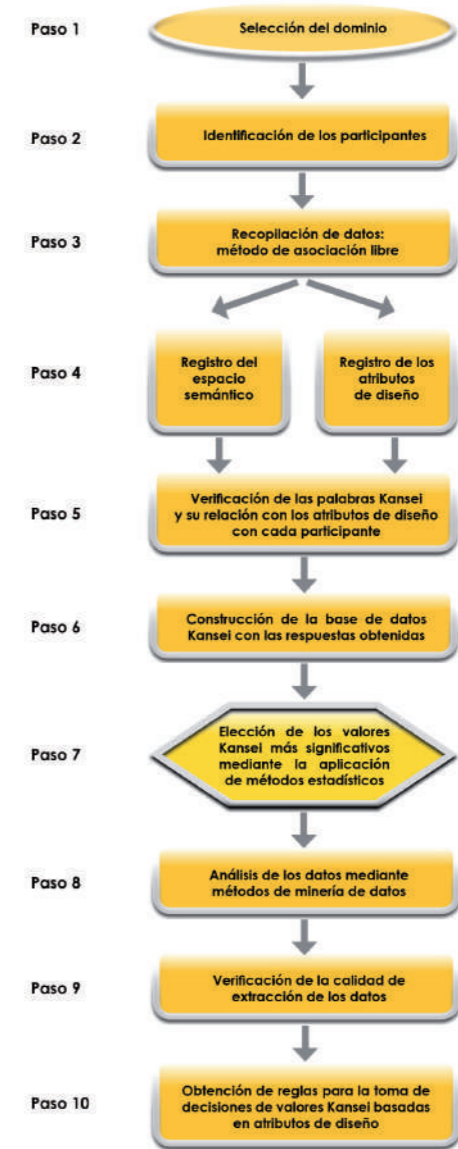


Figura 9. Pasos para la aplicación de la Ingeniería Kansei tipo II (KES)



### 3. Ingeniería Kansei Tipo III - Sistema de IK Híbrido

El tipo III es también un sistema de base de datos informático similar al tipo II. El sistema híbrido de Ingeniería Kansei sin embargo, no solo puede sugerir las propiedades adecuadas o convenientes de un producto desde los Kansei seleccionados, sino que también puede predecir los Kansei que las propiedades del producto provocan, por ejemplo, usando un prototipo o maqueta.

### 4. Ingeniería Kansei Tipo IV - IK mediante modelización

El cuarto tipo de Ingeniería Kansei se centra en la construcción de modelos matemáticos predictivos. Estos modelos son también validados como ocurre en los tipos II y III.

### 5. Ingeniería Kansei Tipo V - IK virtual

La Ingeniería Kansei tipo V integra técnicas de realidad virtual con sistemas de recolección de datos estándar. Este tipo reemplaza la presentación de productos reales con representaciones de realidad virtual.

### 6. Ingeniería Kansei Tipo VI -Diseño colaborativo con IK

En este sexto tipo, la base de datos Kansei es accesible vía internet. El diseño se apoya en el trabajo en grupo y la ingeniería concurrente, utilizando herramientas tipo QFD que se apoyan en las preferencias del consumidor.



la ingeniería kansei

Uno de los últimos proyectos en los que ha colaborado Nagamachi ha sido el inodoro ergonómico TRES. En 2007 la empresa Matsushita Electric Works, Ltd y Nagamachi afrontaron la aplicación de la Ingeniería Kansei en el diseño de un inodoro. En el proyecto se tuvieron en consideración tres aspectos:

1. Las mujeres japonesas tienen una gran conciencia ambiental por lo que decidieron reducir el consumo de agua a la cuarta o quinta parte. El nuevo inodoro gasta 1/5 parte comparado con los convencionales.
2. Un factor de gran importancia a tener en cuenta por los fabricantes es que Japón es la sociedad más envejecida del mundo. Para que los ancianos se pudieran sentar y levantar con mayor facilidad, equiparon el nuevo inodoro con dos brazos de apoyo e inclinaron la superficie 5 grados hacia adelante.
3. Se prepararon 8 inodoros de distintos fabricantes y los sometieron a prueba con sujetos cuyas edades estaban comprendidas entre los 23 y los 65 años para su evaluación según la escala del Diferencial Semántico.

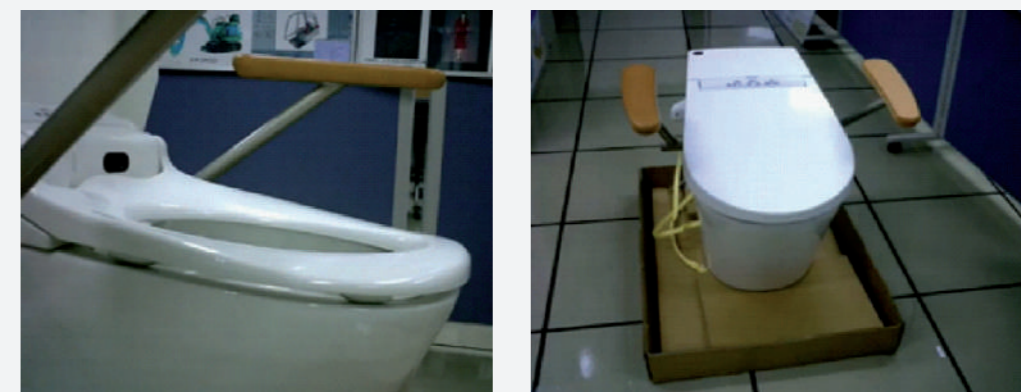


Figura 10. Inodoro ergonómico TRES. Matsushita Electric Works, Ltd, 2007

Para analizar las presiones se usaron hojas de presión. El gráfico de la derecha corresponde a un inodoro común muestra zonas de fuerte presión a lo largo de ambos muslos, mientras que en el de la izquierda, correspondiente al inodoro Matsushita TRES, los muslos reciben presión en un área limitada, solo en la parte central.

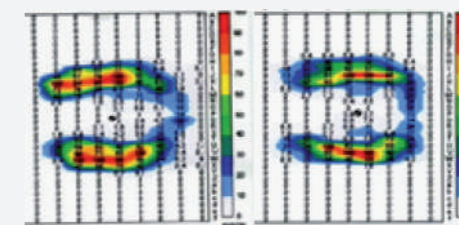


Figura 11. Gráficas de presiones de inodoro común (izquierda) e inodoro TRES (derecha)

Las prolongadas estancias en cama a las que se ven sometidas muchas personas suponen una problemática de bienestar a nivel mundial.

Durante estas estancias la piel está sometida a presiones que provocan llagas, problemática que se agrava si la zona está húmeda o la persona está malnutrida. En la búsqueda de una solución se analizó la presión del cuerpo y la fricción entre el cuerpo y el colchón, ya que éste último inhibe el flujo sanguíneo, lo que lleva a la necrosis.

Mediante el uso de colchones de poliuretano se reduce la presión corporal pero el material envuelve el cuerpo y crea humedad, lo que restringe igualmente el flujo sanguíneo.

Para la prevención de escaras mediante la aplicación de la Ingeniería Kansei el equipo de Nagamachi trabajó a partir de las siguientes premisas:

1. Distribuir las presiones sobre el cuerpo
2. Mantener un buen flujo sanguíneo
3. Mantener la piel seca
4. Material antibacteriano

Esto llevó a la obtención del material poliéster en 3 dimensiones llamado "Breathair" y al colchón en forma de sandwich llamado "Luckmatair".

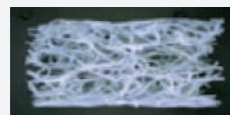


Figura 12. Material Breathair



Figura 13. Colchón Luchmatair

En la gráfica de la izquierda vemos los resultados de un colchón de poliuretano común donde se aprecia un nivel de flujo sanguíneo muy reducido, y en la gráfica la derecha vemos los resultados del nuevo colchón Breathair hecho de poliéster que evita el problema de las llagas.

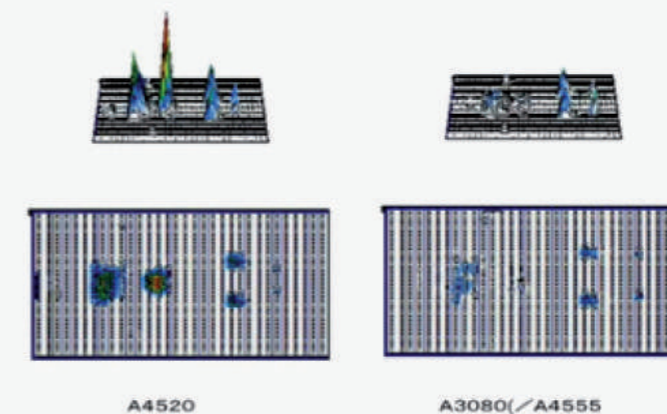


Figura 14. Gráfica de nivel de flujo sanguíneo en colchón de poliuretano común (izquierda) y colchón Breathair (derecha)

### 3.3 METODOLOGÍA GENERAL DE LA INGENIERÍA KANSEI

Como se ha comentado anteriormente, existen al menos seis tipos de Ingeniería Kansei. Sin embargo, el procedimiento de la Ingeniería Kansei raramente se encuentra descrito en la literatura disponible en inglés y mucho menos en castellano, por lo que para esta guía se ha adoptado el modelo general sobre la metodología de trabajo propuesta por Schütte et al. (2005) basado en los trabajos previos en diferentes áreas de la Ingeniería Kansei. En la figura siguiente se muestra dicho modelo.



Figura 15. Modelo de Ingeniería Kansei propuesto por Schütte, 2005.

Basándose en la elección inicial del dominio, la idea de producto puede ser descrita desde dos perspectivas diferentes: La descripción semántica y la descripción de las propiedades del producto.



la ingeniería kansei

A lo largo de esta sección presentaremos el caso práctico “First Impressions Last. A Kansei Engineering Study on Laminate Flooring at Pergo”, que ejemplificará cada uno de los pasos del modelo de Ingeniería Kansei propuesto por Schütte. Dicho estudio fue realizado por Anna Lindberg y supervisado por Simon Schütte de la Universidad de Linköping (Suecia) y la empresa Pergo, fabricante de suelos laminados, en noviembre de 2004.



Figura 16. Página web de la empresa Pergo

#### 3.3.1 ELECCIÓN DEL DOMINIO DEL PRODUCTO

El dominio Kansei puede entenderse como el concepto ideal de un cierto producto. La selección del dominio incluye la definición del tipo de mercado y del público objetivo, el nicho de mercado así como las especificaciones del nuevo producto.

Basándose en esa información se recolectan muestras de productos que representen el dominio. Como resultado, el dominio incluirá productos existentes, conceptos, e incluso soluciones de diseño desconocidas.

Esta tarea es el primer paso para definir el dominio y encontrar productos, dibujos, muestras, etc. que representen el objeto y que cubran tanto como sea posible una parte del dominio.



**Producto principal:** Suelo laminado

**Mercado:** Nuevas construcciones y modernización de las existentes  
Consumidores y mercado de contratas (empresarios y arquitectos)

**Problemática:**

En el mercado de las contratas el suelo laminado de Pergo es comparado con imitaciones de madera, cuando debería ser equiparado a otros laminados, por lo que de cara al mercado de las contratas (empresarios y arquitectos), da sensación de inferioridad.

Por otro lado el Departamento de Desarrollo de Producto desconoce los deseos del cliente.

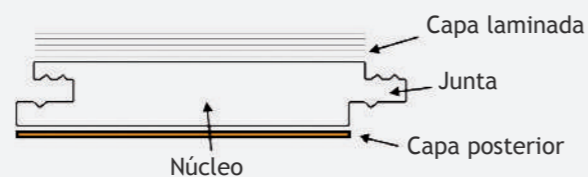


Figura 17. Las tres capas del suelo laminado

**Objetivo:**

Proporcionar al Departamento de Desarrollo de Producto información sobre el grupo de compradores. Conocer las expectativas y deseos del cliente y traducirlas en atributos físicos en el producto. El objetivo a largo plazo del proyecto es fortalecer el enfoque hacia el cliente en el Departamento de Desarrollo de Producto de Pergo.

**Limitaciones:**

Solo se considera un tipo de clientes: el mercado de las contratas, formado por arquitectos y empresarios del sector de revestimiento de suelos.

El caso de estudio solo incluye muestras de las colecciones de Pergo (no incluye competidores). No todos los rasgos del pavimento pueden ser representados en un muestrario portátil.



la ingeniería kansei

### 3.3.2 GENERACIÓN DEL ESPACIO SEMÁNTICO

La expresión “Espacio semántico” fue acuñada por Osgood et al. (1957), quien expuso que todos los productos pueden ser descritos en un espacio vectorial definido por expresiones semánticas o palabras. Desde entonces sin embargo, se han desarrollado otros métodos además de las Escalas de Diferencial Semántico propuestas por Osgood.

Los atributos Kansei son jerárquicos. Esto significa que un Kansei de nivel superior va unido a varios Kansei de nivel inferior o más específicos que representan los valores afectivos de los consumidores. Por ejemplo los Kansei de nivel inferior como “lento”, “rápido”, “indolente”, “ágil” y “veloz” pueden ser resumidos en un Kansei de nivel superior: “cinético”.

En la Ingeniería Kansei solo los Kansei de nivel superior están conectados a las propiedades de los productos en la fase de síntesis para lograr una mejor generalización de los resultados. La generación del espacio semántico identifica esos Kansei de nivel superior entre un elevado número de palabras o expresiones semánticas.

#### Medir los Kansei

Teniendo en cuenta que los Kansei son una sensación interna, el problema que se plantea es cómo pueden ser aprovechados y medidos. En este sentido, todos los métodos de medida disponibles hasta el momento son externos e interpretan diferentes expresiones del cuerpo (Nagamachi, 2001). Los métodos de medida desarrollados interpretan:

1. Respuestas psicológicas (por ejemplo la frecuencia cardiaca, electromiogramas -EMG: recoge la actividad eléctrica de los músculos, electroencefalografía -EEG: registra la actividad bioeléctrica cerebral-)
2. Las acciones y comportamientos de la gente
3. Expresiones corporales
4. Palabras

Teniendo en cuenta que los Kansei son un fenómeno multifaceta, la Ingeniería Kansei usa principalmente la evaluación de palabras y sus impactos emocionales en la mente humana. Esto garantiza descripciones detalladas de los Kansei, pero como resultado esas partes de los Kansei que no pueden ser expresados explícitamente en palabras quedan latentes o en el peor de los casos son excluidos. Además existe el riesgo de que aquellas palabras que no pertenecen al dominio sean también recogidas. Estas “impurezas” no podrán ser detectadas hasta que se lleve a cabo un test posterior, desarrollando una gran cantidad de trabajo extra.

La Ingeniería Kansei se basa pues en estimaciones subjetivas de productos y propiedades conceptuales, y ayuda a los usuarios a expresar sus demandas sobre los productos, incluso aquellas de las que nos son conscientes. Para ello se usan herramientas semánticas como el Método del Diferencial Semántico desarrollado por Osgood, Suci, et al. (1969). De esta manera es posible cuantificar emociones complejas como la percepción espacial o la impresión del sonido de los vehículos (Rydman and Sandin 2000).

### Procedimiento para la generación del espacio semántico

En la práctica, la generación del espacio semántico se lleva a cabo en 3 pasos tal y como se detalla en el siguiente esquema:

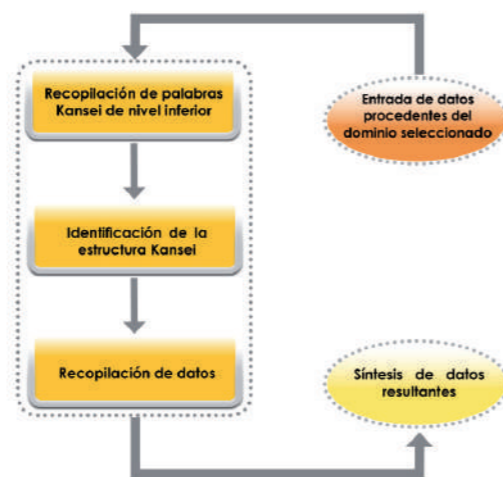


Figura 17. Procedimiento para la generación del espacio semántico (Schütte, 2005)

Usando el dominio deseado como punto de partida, se recopilan los Kansei de niveles inferiores o “palabras Kansei”, que generalmente son adjetivos y que describen semánticamente el producto en cuestión.

En la identificación de la estructura Kansei se identifican los Kansei de niveles superiores empleando diferentes herramientas, entre las que destacan el Diferencial Semántico de Osgood incluido en el punto 1 del Anexo. En el material publicado sobre Ingeniería Kansei, se refieren a menudo a estos Kansei de nivel superior como “palabras de Ingeniería Kansei”.

Finalmente, se recopilan los datos de una forma estándar para facilitar la siguiente fase de síntesis. Si faltaran importantes palabras Kansei en este paso, el resultado puede tener una validez limitada, por lo que es recomendable seleccionar algunas palabras más de las necesarias.



la ingeniería kansei

### Recopilación de palabras Kansei

Una palabra Kansei es una palabra que describe el dominio del producto. Por lo general estas palabras son adjetivos, aunque también es posible seleccionar otras formas gramaticales. Por ejemplo, cuando se describe el dominio “carretilla elevadora de horquilla”, se pueden emplear adjetivos como efectivo, robusto, rápido, etc., pero también se pueden seleccionar verbos y nombres como “acelerar/aceleración” (Schütte and Eklund, 2001). Para conseguir una selección completa de palabras, se deberán usar todos los medios disponibles, incluso aunque las palabras que surjan parezcan ser similares o iguales. Algunas fuentes pueden ser:

- Revistas
- Bibliografía de referencia
- Manuales
- Expertos
- Usuarios experimentados
- Estudios sobre Ingeniería Kansei
- Ideas y “visiones”

Un punto importante es traducir las ideas y visiones en palabras Kansei porque las soluciones inexistentes deberían ser consideradas también. En este sentido la Ingeniería Kansei puede ser usada como una herramienta creativa de desarrollo de producto que genera soluciones innovadoras. La tarea consiste en describir el dominio, no los productos existentes.

Dependiendo del dominio considerado, el número de palabras Kansei puede variar entre 50 y 600 palabras (Nagamachi, 1997a.). Teniendo en cuenta la gran importancia de cubrir el conjunto de Kansei, la recopilación de

palabras continuará hasta que no se ocurran nuevas palabras. Los datos reunidos influenciarán de manera crítica la validez de los resultados si faltaran palabras.

El primer paso fue recopilar un conjunto de palabras Kansei que describieran el dominio elegido, el suelo laminado. Para ello se usaron diferentes fuentes como:

- Revistas de decoración
- Anuncios
- La página web de Pergo
- Sondeos a clientes

Estas fuentes se completaron con una sesión de brainstorming, en la que participó gente de los departamentos de diseño marketing y desarrollo de producto a fin de crear un grupo multidisciplinar.

### Selección de palabras Kansei usando métodos de reducción de datos

Generalmente se considera ventajoso usar el número original de palabras debido a que la selección podría implicar pérdida de información. Por otro lado, si el número de palabras recopiladas excede una cantidad crítica puede ser difícil encontrar voluntarios para rellenar los cuestionarios, debido a la cantidad de tiempo necesaria.

Esto significa que la capacidad estadística puede sufrir debido a un bajo número de participantes (Körner and Wahlgren. L. 2000), y la calidad de los datos puede ser relativamente pobre debido a los efectos del cansancio de los participantes (SCB 2001), de ahí que la calidad de los datos se vea considerablemente afectada por el número de palabras Kansei, por lo que se debe llevar a cabo una reducción de datos previa.

Una de las posibilidades existentes testada empíricamente es el Diferencial Semántico de Osgood junto con un Análisis Factorial. Consiste en hacer a los participantes pensar sobre el dominio en cuestión y responder a la pregunta: ¿Crees que las

palabras Kansei se corresponden con el dominio? A continuación se aplica el análisis factorial con el fin de revelar las conexiones entre las palabras así como para permitir la elección de representantes para cada factor o grupo que se convertirán en el nuevo set de palabras Kansei.

Otra posibilidad es usar un “focus group” y/o grupo de expertos para agrupar las palabras de acuerdo a su afinidad y elegir representantes o Kansei de nivel superior para cada grupo. El resultado de esto será un muy reducido número de palabras, cuya validez debe ser probada. Esto se debe hacer en dos pasos:

- Inspección para comprobar si las palabras seleccionadas representan el espacio semántico suficientemente después de la agrupación
- Llevar a cabo un análisis factorial una vez que se ha terminado el estudio principal. Los factores resultantes deberán generar un vector de 3 dimensiones: el espacio semántico (Weinreich 1959)

El método a emplear depende del contexto, aunque no se han llevado a cabo estudios por el momento que comparen los dos métodos.

Usando el método “análisis de afinidad” que consiste en formar grupos y elegir una palabra Kansei representativa de cada grupo se redujo el número de palabras. Idealmente debían quedar de 15 y 20 palabras Kansei entre las que debía estar incluida la palabra “calidad” por considerarse relevante. Las 17 palabras Kansei resultantes constituyeron la base del sondeo que constó de dos partes, la primera de las cuales consultaba sobre la experiencia del entrevistado y la segunda sobre las palabras Kansei.

Las preguntas sobre la experiencia del entrevistado pretendían conocer el tipo de trabajo desempeñado por el encuestado, durante cuánto tiempo había estado trabajando con revestimientos de suelo, cuánto tiempo le llevaba colocarlo y con qué frecuencia había trabajado con suelo laminado.

La segunda parte del sondeo consistía en preguntas en las que se le pedía al entrevistado que puntuara muestras de producto de acuerdo a una escala de diferencial semántico de 7 pasos de palabras Kansei elegidas.



¿En qué medida describe cada palabra la muestra de suelo nº 1?

	Completamente	Muy bien	Bien	NI bien ni mal	Poco	Muy poco	Nada
<b>Moderno</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Expresivo</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 18. Sondeo con escala de Diferencial Semántico

#### Herramientas para la identificación de la estructura semántica

Para la identificación de la estructura Kansei, se han desarrollado y testado diferentes métodos que han sido validados. Estos métodos se pueden dividir en dos grupos diferentes:

1. Métodos manuales
2. Métodos estadísticos

#### Métodos manuales

Son normalmente los preferidos por los expertos y grupos de usuarios con experiencia en Ingeniería Kansei. Los Kansei se agrupan y resumen de acuerdo a las preferencias y necesidades de los grupos de participantes. Las herramientas de apoyo son:

- Diagramas de afinidad (Bergman and Klefsjö, 1994)
- Elección de los diseñadores
- Técnicas de entrevista

Métodos estadísticos

La mayor desventaja de los métodos manuales es que los clientes pueden tener diferentes opiniones a los expertos. Una alternativa o complemento consiste en preguntar a los usuarios de los productos sobre sus Kansei y cuáles consideran importantes. Esto se hace normalmente a través de cuestionarios o entrevistas que se le pasan a un grupo de clientes, lo que requiere otro tipo de herramientas, como son las estadísticas.

Usando métodos estadísticos para evaluar el material recopilado se cuantifica la afinidad entre los diferentes Kansei. Los métodos estadísticos de los que se disponen actualmente son los siguientes:

- Análisis de los componentes principales (Osgood and Suci, 1969)
- Análisis factorial (Osgood and Suci, 1969)
- Análisis de grupos (Hair et al., 1995)
- Teoría de la cuantificación tipos II, III y IV (Tsuchiya, 2004)
- Redes neuronales (Ishihara, Ishihara and Nagamachi, 1996)
- Análisis "Rough Set" (Tsuchiya, 2004)

### 3.3.3 GENERACIÓN DEL ESPACIO DE PROPIEDADES

#### El espacio de propiedades como contraparte del espacio semántico

Tal y como se ha descrito al inicio, el dominio de producto se describe desde una perspectiva semántica y física, ambas presentadas en forma de espacios vectoriales.

Sin embargo, hay diferencias significativas en la procedencia de los dos espacios. Mientras que las descripciones semánticas poseen un origen teórico de investigación basada por ejemplo en la técnica del Diferencial Semántico de Osgood (Osgood y Suci, 1969), no hay teorías similares para el espacio de propiedades. Sin embargo, algunos estudios realizados evalúan el impacto afectivo y la importancia de las propiedades de los productos en el usuario.

¿Cómo se puede medir que las propiedades elegidas son realmente relevantes para el usuario o cliente en el contexto evaluado? ¿Qué ocurre si las características/rasgos elegidas para la selección no son importantes para el usuario?



Para ilustrarlo, utilizaremos el ejemplo de un estudio en el que se les pide a los participantes que expongan sus impresiones sobre la calidad de un servicio postal. Las muestras difieren en muchas de las propiedades y especialmente en los "tiempos de entrega" y "habilidad para rastrear el paquete" que pueden ser de gran importancia. Si estas propiedades no se eligen para ser evaluadas, el resultado final no será correcto, y no se podrá determinar si faltan propiedades. En consecuencia, es necesario establecer la importancia de las diferentes propiedades de producto y hacer de esto un criterio para la selección.

Existen algunos métodos capaces de realizar una adecuada selección de propiedades de productos para la Ingeniería Kansei, pero el problema es que no están estructuradas, ni generalmente testadas para esta tarea.

En esta sección se tratará de recopilar métodos para diferentes estudios, así como métodos de otras áreas usadas con propósitos similares.

#### Modelo para la generación del espacio de propiedades

La recolección sistemática de propiedades de la Ingeniería Kansei, esto es, propiedades usables para un estudio, sigue el modelo de la recolección y selección de palabras de Ingeniería Kansei. En términos generales esto puede ser dividido en tres pasos tal y como se muestra en la siguiente figura.

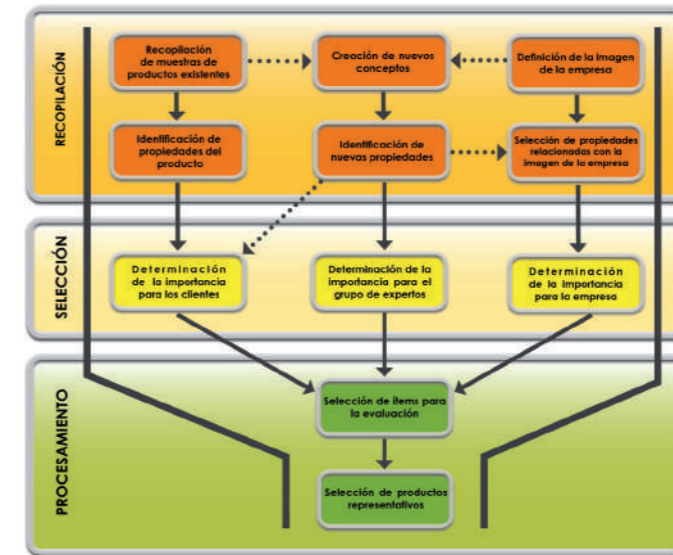


Figura 19. Generación del espacio de propiedades (Shutte, 2005)



En el primer paso de recolección se recopila material inspirador en relación al dominio del producto de entre una variedad de fuentes identificando potenciales propiedades. En un segundo paso estas propiedades se clasifican de acuerdo a ciertas reglas y se reducen seleccionando las más importantes. Solo aquellas propiedades que posean el mayor impacto afectivo continúan a las evaluaciones posteriores. Finalmente se eligen muestras de productos que posean las propiedades elegidas y que representen en este sentido el espacio de propiedades.

Generalmente, los productos existentes proporcionan una amplia variedad de propiedades potenciales que pueden ser integradas en los nuevos productos. Inspirarse en los productos existentes es una de las formas más comunes de identificar propiedades relevantes. Como se puede apreciar en la columna de la izquierda, las fuentes para la recolección se encuentran normalmente en el material publicado, artículos técnicos, revistas, etc.

Para la identificación de propiedades normalmente basta con una lista. La determinación de la importancia y selección de las propiedades con mayor importancia y valor afectivo debe hacerse por representantes de los consumidores. Para facilitar el trabajo de reunir los datos sin tratar se pueden usar herramientas como los "Focus groups" o las entrevistas de uno a uno. Para determinar la importancia pueden ser útiles los Diagramas de Pareto (Berman and Klefsjö, 1994).

En casi todos los estudios de Ingeniería Kansei llevados a cabo dentro de proyectos de desarrollo de productos industriales, la especificación central debe encajar con la imagen de la empresa. Las compañías por lo tanto tienden a integrar sus rasgos característicos en sus productos. La columna de la derecha de la figura identifica las propiedades de los productos que son únicos dentro de la empresa. Junto con los expertos de marketing de la empresa, se determina la importancia relativa de esas propiedades. Normalmente el número de propiedades de la imagen (de la empresa) es tan pequeño que no se necesita usar herramientas especiales.

La columna central sin embargo es la integración de conceptos de los nuevos productos. La Ingeniería Kansei ha sido criticada por no ser innovadora. Esta parte muestra cómo se pueden integrar el pensamiento creativo y las nuevas ideas en la Ingeniería Kansei como un método. Como fuente principal se emplea la creatividad de los diseñadores, ya que pueden hacer bocetos, maquetas o prototipos de todo el producto o de partes del mismo. De ese modo se crean potencialmente nuevas propiedades, que son conocidas y seleccionadas por un grupo experto.



Tal y como se muestra en la figura, estos procesos no necesariamente tendrán lugar de forma separada y aislada, muy al contrario, se verán influenciados entre ellos tal y como indican las flechas. El diseñador podrá inspirarse en ambos, los productos existentes y la imagen de la empresa, y el nuevo concepto a su vez podrá influenciar la toma de decisión de la empresa sobre qué propiedades de producto seleccionar como imagen relevante. Además, las nuevas tendencias identificadas por los diseñadores pueden influenciar la elección de propiedades de los productos a partir de los productos existentes.

El siguiente paso fue la selección de las propiedades relevantes. Para adquirir conocimientos sobre los diferentes aspectos del suelo laminado se estudió información interna y externa como material educativo, folletos promocionales así como la información contenida en la página web de Pergo.

Los datos obtenidos fueron estructurados en un diagrama de afinidad en el que se mostraban los componentes básicos y factores que podrían variar entre las diferentes colecciones de pavimentos. Dicho diagrama se muestra a continuación:

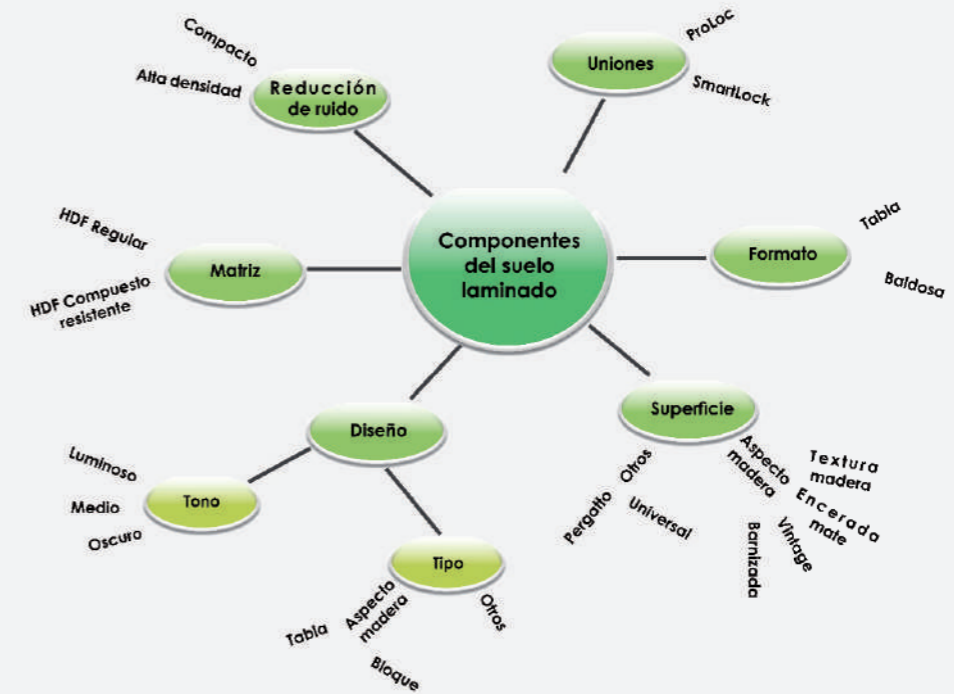


Figura 20. Propiedades del suelo laminado

Para elegir los diferentes rasgos para el diseño de experimentos se usó como base el diagrama de afinidad. Se valoraron las diferentes propiedades dentro del departamento de producto para encontrar las más relevantes para el estudio. Algunas de las combinaciones se eliminaron por incompatibilidades o por cuestiones de mercado.

Para el diseño de experimentos se comenzó con 4 factores:

- Tipo de decoración
- Formato
- Superficie
- Grosor

Teniendo en cuenta que el cuestionario incluiría 17 palabras Kansei que debían ser evaluadas en relación a cada muestra, esto implicaba que el encuestado debía realizar 255 elecciones, por lo que el valor de las respuestas podría verse afectado por el cansancio producido en los encuestados. Por esta razón se decidió eliminar algunas de las propiedades que se consideró no eran relevantes.

Una vez decidido el diseño de experimentos el siguiente paso fue elaborar un portafolio con muestras de cada uno.

Finalmente todas las propiedades seleccionadas se llevarán en conjunto a un set de propiedades de producto, de entre los que se definirán o simularán productos representativos para ser usados en la siguiente fase de síntesis.

La recopilación de datos consistió en visitar a los encuestados en sus lugares de trabajo mostrándoles el portafolio con las muestras y solicitándoles que rellenaran el cuestionario.

Se entrevistaron dos grupos de personas:

- Personas que de algún modo habían trabajado con los suelos laminados de Pergo, pero que no pertenecían a la empresa
  - Personas relacionadas con gente que trabajaba en el centro de diseño de Pergo
- Todos ellos eran arquitectos y la mayoría tenía experiencia previa en trabajos con suelos laminados.



la ingeniería kansei

En total se entrevistaron a 20 personas de 15 empresas diferentes. La duración de las encuestas fue de 30-45min.

Se les pidió a los encuestados que observaran y tocaran las muestras (en diferente orden cada uno), y que se formaran su opinión antes de rellenar el cuestionario centrándose en impresiones y sensaciones más que en aspectos técnicos.

### 3.3.4 SÍNTESIS

En este paso de síntesis el Espacio Semántico y el Espacio de Propiedades se relacionan tal y como se muestra en la siguiente figura. Por cada palabra Kansei se encontrará un número de propiedades que afectará a la palabra Kansei. También se cuantificará el tamaño del impacto afectivo de las propiedades de los productos en cada Kansei.

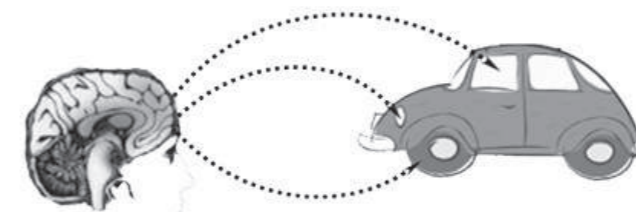


Figura 21. Fase de síntesis

La investigación para establecer este tipo de relaciones ha sido una de las partes principales del trabajo de Nagamachi en relación con la Ingeniería Kansei en los últimos años. Hoy en día se dispone de un gran número de herramientas cuantitativas y cualitativas.

#### Identificación de las relaciones

Esta identificación de la relación llevada a cabo en la fase de síntesis es el núcleo de la Ingeniería Kansei. Mientras que la identificación de la estructura semántica y física se lleva a cabo de diferentes formas en otros contextos como la Descripción Semántica de Entornos (SMB) Küller, 1975) o el Método del Diferencial Semántico (Osgood et al., 1975), la traducción de los Kansei seleccionados se lleva a cabo en exclusiva en la Ingeniería Kansei. Debido a este hecho, esta parte de la Ingeniería Kansei ha sido el centro de las investigaciones desde el principio de su existencia.

Para esta fase se han desarrollado y usado un gran número de herramientas. También aquí se puede hacer la misma categorización en tres áreas diferentes: Métodos manuales, Métodos estadísticos y otros métodos.



Los métodos manuales para conectar los Kansei y las diferentes propiedades de productos son sencillos de usar y requieren comparativamente menos recursos. Estas son las herramientas más antiguas y son las preferidas por los profesionales. Destaca la herramienta:

- Categoría de identificación (Nagamachi, 1997)

Como en la identificación de la estructura semántica, se usan métodos estadísticos para tratar grandes cantidades de datos procedentes de los cuestionarios. Las herramientas usadas aquí tendrán que ser modificadas para encajar con los requerimientos de la Ingeniería Kansei. Algunas herramientas para el tratamiento estadístico son:

- Análisis de Regresión (Shütte, 2005)
- Modelo Lineal General (Arnold, 2002)
- Teoría de la Cuantificación Tipo I (Komazawa and Hayashi, 1976)

Otras herramientas usan clasificaciones y métodos de valoración. Estos métodos se basan principalmente en sistemas informáticos inteligentes, y son capaces de clasificar y encontrar similitudes en los datos. Estos métodos son:

- Algoritmo Genético (Nishino et al., 1999)
- Teoría Fuzzy Set (Shimixzu and Jindo, 1995)
- Teoría Rough Set (Mori, 2002; Nishino, Nagamachi and Ishihara, 2001)

Los datos recogidos fueron analizados usando el software estadístico SPSS para los que previamente fueron organizados en una hoja de cálculo con el ánimo de no perder datos relevantes. El hecho de que la encuesta tuviera 3 dimensiones (muestras, palabras Kansei y encuestados), complicó ese paso teniendo en cuenta que las hojas de cálculo solo manipulan dos dimensiones al mismo tiempo.



Figura 22. Las tres dimensiones en los datos



Retomando nuestro caso práctico, antes de hacer el análisis de regresión lineal usando la QT1 (Teoría de la Cuantificación Tipo 1), se usaron test ANOVA (análisis de variaciones) y análisis de grupo en las variables preliminares para ver si había patrones o grupos entre los encuestados.

Tal y como muestra la imagen los datos extraídos muestran grandes diferencias. En la escala del 1 al 7, donde 1 es lo más positivo y 7 lo más negativo, el resultado medio para el grupo 1 es de 3.53 y de 4.56 para el grupo 2. Pergo era consciente de que el grupo de los arquitectos eran escépticos sobre el suelo laminado pero el análisis mostró una gran diferencia.

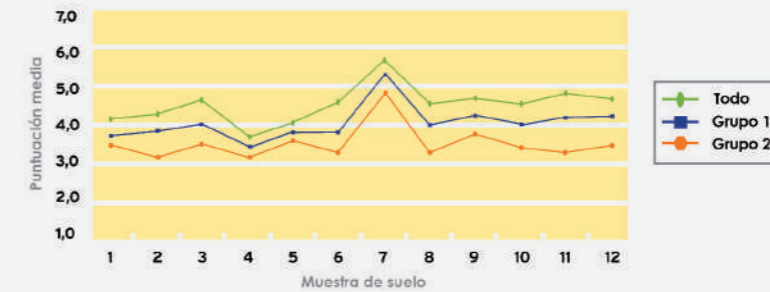


Figura 23. Diferencias entre los grupos respecto a las muestras

La diferencia se puede ver también en la puntuación de las muestras. La muestra 4 por ejemplo parece la más popular mientras que la 7 tiene la puntuación más negativa.

El análisis estadístico de grupos mostró claras diferencias entre los dos grupos consultados. El grupo de los empresarios de revestimientos de suelos fueron por tanto mucho más positivos en sus calificaciones que el segundo, compuesto principalmente por arquitectos.

El objetivo de la Ingeniería Kansei es encontrar relaciones entre las propiedades del producto y las reacciones o sentimientos que evocan en el consumidor. Esto se consiguió mediante la regresión lineal múltiple llamada Teoría de la Cuantificación tipo I o QT.

- El análisis de regresión fue realizado con los 17 Kansei y los 4 factores obteniéndose los siguientes resultados:
- El “tipo de decoración” y la “superficie” fueron los factores que tuvieron una mayor influencia en las impresiones de los clientes
  - El “tono” resultó ser más importante para el grupo de los arquitectos mientras que el “material interno” lo fue para el de los empresarios
  - La imitación de madera y la superficie mate tuvieron la mayor correlación positiva con 3 de los 4 factores
  - En general, el formato baldosa tuvo mejores calificaciones que el formato tabla

### 3.3.5 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO Y TEST DE VALIDEZ

Finalmente se construye un modelo matemático o no matemático dependiendo del método de síntesis elegido. Antes de usar el modelo como predictivo para futuros productos, éste tiene que ser validado.

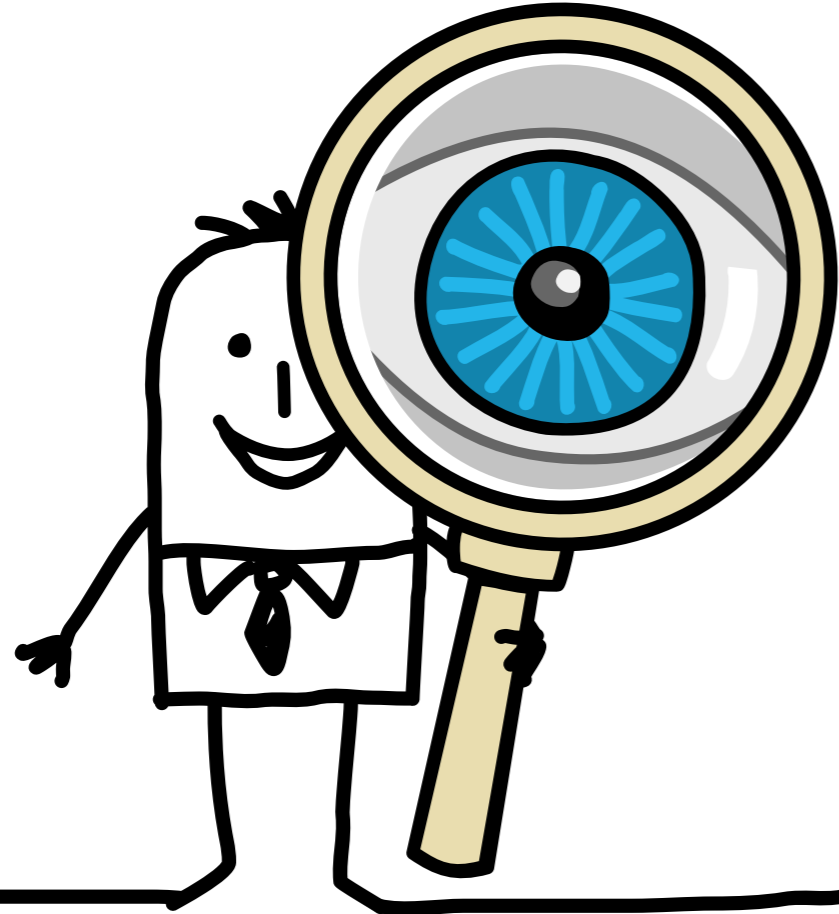
Una persona de pie frente a una tienda mirando diferentes tipos de suelo laminado probablemente evaluaría los suelos de acuerdo a diferentes parámetros, por ejemplo si son bonitos o parecen resistentes. En el sondeo Kansei se le pidió a los encuestados que clasificaran las muestras de acuerdo a 17 Kansei. Esto es probablemente más de lo que podrían pensar espontáneamente, por lo que si el número de palabras pudiera ser reducido, los resultados serían más fáciles de interpretar y más próximos a una evaluación intuitiva.

La reducción de datos se realizó usando la función de análisis factorial del SPSS. Dicho análisis factorial basado en los 17 Kansei mostró 4 factores importantes para los clientes:

- Fiable y práctico
- Diseño moderno
- Estilo clásico
- Bonito y macizo

Para información detallada sobre el caso práctico consultar el estudio “First Impressions Last. A Kansei Engineering Study on Laminate Flooring at Pergo” de Anna Lindberg, cuya referencia se encuentra en el apartado 5 “Referencias”.





# 04

conclusiones

#### 4. CONCLUSIONES

El diseño afectivo y la Ingeniería Kansei como su principal exponente metodológico son de aplicación a cualquier producto o servicio, estando especialmente indicados en aquellos en los que los aspectos de percepción cobran mayor importancia.

Lo que se pretende con la Ingeniería Kansei es diseñar más allá de lo que los ojos pueden ver, para cubrir las expectativas del consumidor y que éstas superen las exigencias básicas de calidad y funcionalidad.

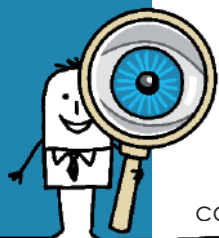
La implementación de la metodología Kansei es, sin embargo, una tarea compleja que exige un esfuerzo considerable. Como herramienta avanzada, requiere tiempo y recursos para su implantación y posterior uso.

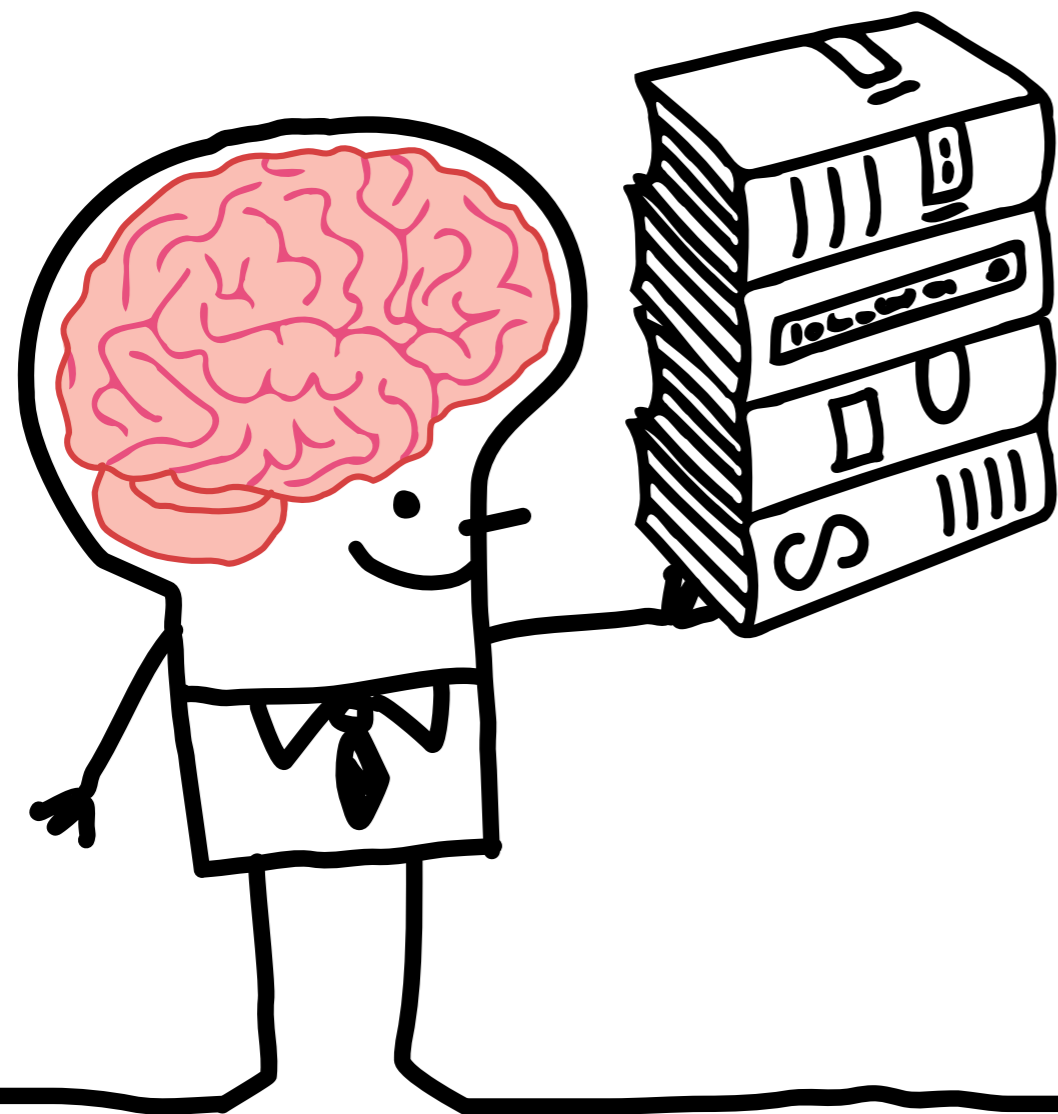
Además, se trata de una tecnología nueva de la que existen escasos referentes en nuestro entorno. Por todo ello, una línea de trabajo en Ingeniería Kansei es una apuesta que exige importantes recursos humanos y materiales por parte de las empresas.

Algunas de las fases implican la colaboración de expertos en marketing con un conocimiento profundo del mercado, de las preferencias y criterios de los usuarios y de las soluciones existentes en términos de marketing para determinarlas. Además, se hace necesaria la participación de expertos en desarrollo y producción en la fase de identificación de los elementos de diseño, así como la colaboración de especialistas provenientes del campo del diseño industrial, la ingeniería y la psicología para la correcta implementación de esta técnica multidisciplinar.

Por tratarse de una de las más recientes y novedosas metodologías de desarrollo de productos orientadas al consumidor, la Ingeniería Kansei presenta múltiples posibilidades de mejora, entre las que figura la consolidación del uso de la inteligencia artificial y de la realidad virtual. Ésta última permite al usuario hacer una primera toma de contacto con el producto e incluso realizar los cambios que se estimen oportunos para adecuarlos a lo que realmente se busca (Nagamachi et al., 1995).

En cualquier caso, la competitividad del mercado actual hace de la Ingeniería Kansei una herramienta imprescindible para lograr la diferenciación, y en definitiva la preferencia de los consumidores, ya que permite orientar de forma fiable el diseño de un producto de acuerdo a las necesidades emocionales del mercado garantizando el éxito del producto.





# 05  
referencias

## 8. REFERENCIAS

Affective Design  
[www.affectivedesign.org](http://www.affectivedesign.org)

Centro Europeo de Excelencia en Ingeniería Kansei  
<http://www.i2bc.es/kansei>

Córdoba A., Aguayo F., Lama J.R., (2010) *Ingeniería Kansei: Diseño estético de productos*. Revista Dyna Vol.85 n°6, p.489-503.

Design & Emotion - Marco Van Hout  
[www.design-emotion.com](http://www.design-emotion.com)

Design & Emotion Society  
[www.designandemotion.org](http://www.designandemotion.org)

Desmet, P., (2002) *Designing Emotions*. Delft University of Technology. Faz. Revista de diseño de interacción.  
[www.revistafaz.org](http://www.revistafaz.org)

Fundación PRODINTEC, (2011) *HAGEDI. Herramientas de apoyo a la gestión del diseño*. Fundación PRODINTEC.  
[www.prodintec.com](http://www.prodintec.com)

Güiza Caicedo, D., (2009) *Designing the new Pr Emo. An empirical research on how to improve the emotion measuring tool*. Delft University of Technology.

Hayashi, C., (1976) *Method of Quantification*. Toyokeizai. Tokyo.

Henson, B., Barnes, C. J., Livesey, R., Childs, T. H. C., Ewart, K., (2006) *Affective Consumer Requirements: a case study of moisturizer packaging*. Concurrent Engineering Research and Applications.

Institute of Engineering Systems and Design. University of Leeds.  
[www.engineering.leeds.ac.uk/iesd/](http://www.engineering.leeds.ac.uk/iesd/)  
Instituto de Biomecánica de Valencia  
<http://portaldisseny.ibv.org/kansei/es/presentacion.asp>

International Conference on Design & Emotion 2010  
[www.id.iit.edu/de2010](http://www.id.iit.edu/de2010)

International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research (KEER 2010)  
[www.keer2010.eu](http://www.keer2010.eu)

Japan Society of Kansei Engineering  
[www.jske.org](http://www.jske.org)

Jordan, P. W., (2000) *Designing pleasurable products: An introduction to the new human factors*. Taylor & Francis.

Kansei Engineering Group at Linköpings University Sweden  
[www.kansei.eu](http://www.kansei.eu)

Lindberg A., (2004) *First Impressions Last. A Kansei Engineering Study on Laminate Flooring at Pergo*. Linköping's Universitet Institute of Technology.

Nagamachi, M. and Lokman, A.M., (2011) *Innovations of Kansei Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group.

Nagamachi, M., (2011) *Kansei/Affective Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group.

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

Norman, D. A., (2002) *The design of everyday things*. Basic Books.

Norman, D.A., (2004) *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books.

Osgood, C.E., Suci, G.J., & Tannenbaum, P.H., (1957) *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.

Page A., Porcar R., Such M<sup>a</sup> J., Solaz J., Blasco V., (2001) *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*. Instituto de Biomecánica de Valencia.

Proyecto AFTEX: Surface Textures for Affective Communication.  
[www.mech-eng.leeds.ac.uk/aftex/index.htm](http://www.mech-eng.leeds.ac.uk/aftex/index.htm)

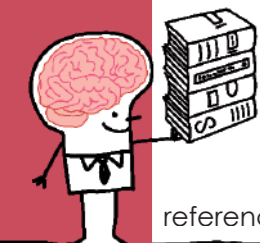
Proyecto europeo ENGAGE:Engineering Emotional Design.  
[www.engage-design.org](http://www.engage-design.org)

Proyecto europeo FP6 SYNTEX: Measuring feelings and expectations associated with texture.  
[www.synTEX.or.at/7.0.html](http://www.synTEX.or.at/7.0.html)

PrEmo: Product Emotion Measurement Instrument  
<http://studiolab.io.tudelft.nl/desmet/PrEmo>

Schifferstein, H. N. J., Hekkert, P., (2007) *Product Experience*. Elsevier Science Publishers.

Shütte S., (2002) *Design Feelings into Products. Integrating Kansei Engineering. Methodology in Product Development*. Linköpings Universitet Institute of Technology.





Shütte S., Eklund J., (2003) *Product Design for heart and soul. An introduction to Kansei Engineering Methodology*. Linköpings Universitet Institute of Technology.

Shütte S., (2005) *Engineering Emotional Values in Product Design. Kansei Engineering in Development*. Linköpings Universitet Institute of Technology.

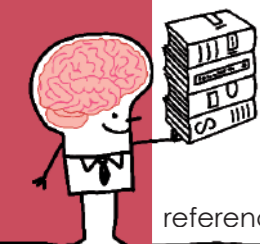
Susa Group. Tools to measure emotions.  
[www.susagroup.com/en/our-tools/scientifically-validated.html](http://www.susagroup.com/en/our-tools/scientifically-validated.html)

Terninko, J., (1997) *Step by Step QFD. Customer-Driven Product Design*. CRC Press.

Tiger, L., (1992) *The pursuit of pleasure*. Transaction Publishers.

Vergara M., Mondragón S., (2008) *Ingeniería Kansei. Una metodología aplicada al diseño emocional*. Revista Faz N°2, p. 46-59.

Van Hout, M., (2008) *Comprendiendo, midiendo, diseñando emoción*. Revista Faz N°2, p. 88-97.



**# 05**

**anexo**

## MÉTODOS Y HERRAMIENTAS EMPLEADOS EN LA INGENIERÍA KANSEI

A continuación se recoge una breve referencia de los principales métodos que pueden ser empleados a lo largo de la metodología de la Ingeniería Kansei:

Método del Diferencial Semántico modificado para su aplicación a la Ingeniería Kansei  
Diagramas de afinidad  
Análisis factorial  
Redes neuronales  
Diagrama de Pareto  
Análisis de regresión lineal  
Teoría de la cuantificación Tipo I - QT1-  
Teoría de conjuntos difusos (Teoría Fuzzy Set)  
Teoría de conjuntos aproximativos (Teoría Rough Set)

### 1. MÉTODO DEL DIFERENCIAL SEMÁNTICO MODIFICADO PARA SU APLICACIÓN A LA INGENIERÍA KANSEI

Osgood usaba antónimos polarizados como bonito-feo. En la Ingeniería Kansei se recomienda usar palabras de negación como bonito-no bonito en lugar de antónimos por dos razones:

En el sentido estadístico, cuando se mide por ejemplo en una escala de bonito-feo, la distribución de frecuencia estadística se distorsiona hacia el lado de “bonito”. Teniendo en cuenta que los fabricantes no pretenden crear productos feos, solo unos pocos en el mercado son considerados “feos”, y por lo tanto la mayoría de las distribuciones se sitúan en lado “bonito” y pocos en lado “feo”. Este tipo de distribuciones sesgadas previenen la aplicación de la mayoría de técnicas de análisis estadístico. En un “bonito-no bonito” la distribución es simétrica y próxima a la distribución normal (Gausiana).

Algunos antónimos no tienen significados opuestos, por lo que decidir la palabra opuesta es complicado.

El objetivo de la investigación de Osgood era extraer la estructura semántica. El usaba el análisis factorial para extraer la estructura y discutir la “Evaluación, Potencia y Actividad” (EPA), en las estructuras generales para todos los significados.

La evaluación contiene: bueno-malo, estable-inestable, feliz-triste, bonito-feo. Potencia contiene grande-pequeño, fuerte-débil, claro-impresiso. Actividad contiene: dinámico-estático, excitado-calmado. Después de su publicación en 1957, muchos psicólogos examinaron su modelo y demostraron que el modelo EPA (evaluación, potencia y actividad) no era tan universal como Osgood sugería. En muchos casos los EPA no están claramente definidos y se extrajeron más de 4 factores. Osgood retiró a principios de los años 60 la universalidad de los EPA.

En la Ingeniería Kansei se usan adjetivos, nombres, términos técnicos y jerga para la evaluación mediante diferencial semántico, a los que se denominan “palabras Kansei”.

### 2. DIAGRAMA DE AFINIDADES

El diagrama de afinidades es también conocido como la técnica KJ, creado por el japonés Jiro Kawakita, para generar pro-actividad en el grupo encargado de realizar tareas de planificación. Es una herramienta que unifica un proceso creativo y uno lógico, empleada para estratificar información (hechos, opiniones e ideas), que se encuentra en estado de desorganización y que se vincula con un problema concreto. Esta herramienta forma parte de un conjunto de nuevos instrumentos conocidos como las “siete herramientas básicas para el control de calidad”.

Este diagrama permite organizar información recopilada tras aplicar sesiones de lluvia de ideas. El diagrama de afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos en función de la relación que tienen entre sí; se basa por lo tanto, en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas.

En general, esta herramienta se aplica a la organización de datos verbales como ideas, opiniones, pensamientos, etc., provenientes de una situación confusa, compleja o desordenada, para su posterior análisis en función de su afinidad. Permitiendo clarificar el grado de complejidad del problema, su naturaleza, forma y extensión, y facilitando al mismo tiempo la elaboración de las diferentes relaciones existentes entre las variables que lo configuran.

El diagrama de afinidad no resuelve el problema, pero permite identificar las estructuras básicas de problemas o situaciones complejas.

Las fases para su aplicación pasan por:

- Definir el tema a estudiar, el comportamiento del problema, el flujo del proceso y la información de los equipos
- Acumular gran cantidad de información verbal entremezclada (ideas, opiniones y temas)
- Organizar conjuntos amplios de datos en grupos basados en relaciones naturales
- Por último, efectuar un análisis de los conjuntos de datos para encontrar posibles soluciones

Los beneficios de utilizar el diagrama de afinidad son:

- Facilitar el pensamiento analítico y estimular nuevas ideas a lo largo de todo el proceso
- Permitir que el problema sea definido con exactitud
- Asegurar que todos los participantes reconozcan claramente el problema
- Incorporar las opiniones de todo el grupo, eliminando barreras comunicativas
- Fortalecer el espíritu de grupo, potenciando el consenso
- Aumentar el nivel de atención de los integrantes
- Motivar al grupo a la acción

### 3. ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial es el nombre genérico que se da a una clase de métodos estadísticos multivariantes cuyo propósito principal es sacar a la luz la estructura subyacente en una matriz de datos. Dichos métodos analizan la estructura de las interrelaciones entre un gran número de variables sin exigir ninguna distinción entre variables dependientes e independientes. Utilizando esta información calcula un conjunto de dimensiones latentes, conocidas como factores, que buscan explicar dichas interrelaciones. Es, por lo tanto, una técnica de reducción de datos dado que si se cumplen sus hipótesis, la información contenida en la matriz de datos puede expresarse, sin mucha distorsión, en un número menor de dimensiones representadas por dichos factores.

Históricamente tiene sus orígenes en los trabajos iniciados por Charles Spearman en 1.904, en los que trataba de analizar la causa de que las puntuaciones obtenidas por un grupo de alumnos en distintas materias presentaran altas correlaciones. Los estudios de Spearman, pusieron de manifiesto la existencia de un factor común en todas las calificaciones, que da una medida de la inteligencia de los alumnos, y que explicaría las altas correlaciones existentes, y, otro factor, específico de cada alumno, que sería el responsable de la parte residual de las calificaciones.

Existen dos tipos de análisis factorial:

- El análisis factorial exploratorio (AFE); se caracteriza porque no se conocen a priori el número de factores y es en la aplicación empírica donde se determina este número. Se usa para tratar de descubrir la estructura interna de un número relativamente grande de variables. La hipótesis a priori del investigador es que puede existir una serie de factores asociados a grupos de variables. Las cargas de los distintos factores se utilizan para intuir la relación de éstos con las distintas variables. Es el tipo de análisis factorial más común.
- El análisis factorial confirmatorio (AFC): Trata de determinar si el número de factores obtenidos y sus cargas se corresponden con los que cabría esperar a la luz de una teoría previa acerca de los datos. La hipótesis a priori es que existen unos determinados factores preestablecidos y que cada uno de ellos está asociado con un determinado subconjunto de las variables. El análisis factorial confirmatorio entonces arroja un nivel de confianza para poder aceptar o rechazar dicha hipótesis.

Respecto a las aplicaciones el análisis factorial se utiliza para identificar factores que expliquen una variedad de resultados en diferentes pruebas. En el campo de la psicología se aplica en estudios sobre la inteligencia, la personalidad, las creencias,... Debido a que permite evaluar la validez de un instrumento estableciendo si el instrumento de verdad mide los factores postulados encuentra aplicaciones dentro de la psicometría.

Actualmente, se utiliza para obtener medidas de variables tales como aptitud para las ventas, resistencia a la innovación, aceptación de nuevos productos,... Así por ejemplo, una empresa que desea lanzar un nuevo artículo al mercado, y quiere realizar un estudio acerca de la aceptación de dicho artículo, puede, a través de una encuesta con cuestiones que midan una serie de variables, obtener una medida de la "variable no observable" que pretende analizar.

### 4. REDES NEURONALES

Las redes neuronales artificiales, denominadas en inglés Artificial Neural Network (ANN), responden a modelos matemáticos o computacionales cuyo origen proviene de la mimesis de estructuras formadas por redes neuronales de origen biológico, sistema nervioso integrado por neuronas que a su vez presentan axones y dendritas, y las sinapsis que se producen entre ellas.

En el caso de las redes artificiales, están formadas por un grupo de neuronas artificiales interconectadas y los procesos de transmisión de información entre ellas. En la mayoría de los casos estas redes responden a sistemas adaptativos que modifican su estructura base en función de estímulos internos o externos, procedentes de un proceso de aprendizaje. Habitualmente se emplean para modelar relaciones entre datos de entrada y de salida, o en la definición de patrones de comportamiento. Cada neurona recibe una serie de entradas y genera una salida que viene dada por tres funciones:

- Función de propagación o función de excitación, consistente en el sumatorio de cada entrada multiplicada por el peso de su interconexión (valor neto). Si el peso es positivo, la conexión se denomina excitatoria y si es negativo, se denomina inhibitoria.
- Función de activación, que modifica a la anterior. Puede no existir, siendo en este caso la salida la misma función de propagación.
- Función de transferencia, que se aplica al valor devuelto por la función de activación. Se utiliza para acotar la salida de la neurona y generalmente viene dada por la interpretación que se quiera dar a dichas salidas. Algunas de las más utilizadas son la función sigmoidea (para obtener valores en el intervalo  $[0,1]$ ) y la tangente hiperbólica (para obtener valores en el intervalo  $[-1,1]$ ).

La finalidad del proceso es que la red aprenda de forma automatizada mediante un entrenamiento denominado neuronal, basado en un conjunto de variables significativas, la selección de un modelo y el pre procesamiento de la información. El proceso de entrenamiento viene definido por las conexiones sinápticas, mediante la aplicación de un mecanismo de pesos ajustado en la fase de aprendizaje. Ese conjunto de pesos determina el conocimiento y la capacidad resolutoria que posee la red neuronal.

Las redes neuronales presentan una serie de ventajas respecto a tareas de:

- Aprendizaje: las redes neuronales tienen la habilidad de aprender, partiendo de un conjunto de datos de entrada al tiempo que se indica cuál es la respuesta esperada.
- Auto organización: las redes neuronales elaboran su propia representación de la información.
- Tolerancia a fallos: como consecuencia del sistema de almacenamiento redundante la red neuronal puede seguir respondiendo aún habiéndose dañado parcialmente.
- Flexibilidad: estas redes pueden gestionar cambios no trascendentales en la información de entrada, como pueden ser señales con ruido u otros cambios en la entrada.
- Tiempo real: las redes neuronales poseen una estructura paralela, por lo que si la información es implementada con ordenadores la obtención de respuestas es en tiempo real.

Las características de las redes neuronales las hacen bastante apropiadas para aplicaciones en las que no se dispone a priori de un modelo identificable que pueda ser programado, pero se dispone de un conjunto básico de ejemplos de entrada (previamente clasificados o no). Estas redes son altamente robustas tanto al ruido como a la disfunción de elementos concretos y son fácilmente paralelizables. Esto incluye problemas de clasificación y reconocimiento de patrones de voz, de imágenes, de señales, etc. Asimismo se han utilizado para hacer predicciones en el mercado financiero, climatológicos, etc.

## 5. DIAGRAMA DE PARETO

Es una herramienta que debe su nombre al economista de origen italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), que analizó la distribución de la riqueza y descubrió, basándose en el método empírico, que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Surgen de esta forma dos grupos, de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, posee el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo. Estas cifras son arbitrarias; no son exactas y pueden variar. Su aplicación reside en la descripción de un fenómeno y, como tal, es aproximada y adaptable a cada caso particular.

Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar. Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre él.

El diagrama de Pareto facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales. Existen dos tipos de diagramas de Pareto:

- Diagramas de fenómenos, que se utilizan para determinar cuál es el principal problema que origina el resultado no deseado
- Diagramas de causas, que se emplean para identificar cuáles son las causas más relevantes que producen los problemas tras la localización de los mismos

Se recomienda su uso en las siguientes situaciones:

- Para identificar oportunidades de mejora
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad
- Cuando es necesario centrar la atención en los problemas o causas de forma sistemática
- Para analizar diferentes agrupaciones de datos
- En la búsqueda de las causas de un problema y establecer la prioridad de las soluciones
- Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes, antes y después de aplicar dichos cambios
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías
- Cuando el rango de cada categoría es importante

Los pasos para realizar un diagrama de Pareto son:

1. Determinar el problema o efecto a estudiar.
2. Investigar tanto los factores o causas que provocan ese problema como la recopilación de los datos referentes a ellos.
3. Anotar la magnitud (por ejemplo: euros, número de defectos,...) de cada factor. En el caso de factores cuya magnitud es muy pequeña comparada con la de los otros factores será necesario incluirlos dentro de la categoría “otros”.

Las aplicaciones de los diagramas de Pareto son múltiples, desde el análisis de ventas o comercial, la logística, el control de calidad, las aplicaciones informáticas (validación de software, redes, etc.).

## 6. ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL

La regresión es un método de análisis estadístico de datos empleado para el estudio de las relaciones que existen entre dos variables, se obtiene una recta de regresión lineal. A partir del coeficiente de correlación lineal se puede saber el grado de relación que existe entre ella. Cuanto más próximo esté a 1 ó -1, mejor será la relación entre ambas variables.

Tanto en el caso de estudio de dos variables (regresión simple) como en el caso en el que intervengan más de dos variables (regresión múltiple), la finalidad que persigue el análisis es la elaboración con fines predictivos de una ecuación lineal. Al mismo tiempo, este análisis conlleva una serie de procedimientos de diagnóstico como análisis de los residuos, puntos de influencia, etc., que proporcionan información sobre la idoneidad del mismo y aportan datos para su perfeccionamiento en etapas posteriores. Por lo tanto, el análisis de regresión lineal sirve tanto para explorar datos como para confirmar teorías.

El modelo de regresión lineal se formula bajo un conjunto de supuestos:

- Tamaño adecuado de la muestra; se recomienda  $n = 20 \times n^\circ$  de variables predictivas.
- Las variables  $x_1, x_2, \dots, x_k$  son deterministas (no son variables aleatorias) ya que sus valores proceden de la muestra tomada.
- Se supone que todas las variables  $x$  relevantes para la explicación de  $y$  están incluidas en la definición del modelo lineal.
- Las variables  $x_1, x_2, \dots, x_k$  son linealmente independientes (no se puede poner a una de ellas como combinación lineal de las otras). Esta es la hipótesis de independencia y cuando no se cumple se dice que el modelo presenta multicolinealidad. Es decir, ninguna variable independiente da un  $R^2 = 1$  con las otras variables independientes.
- Linealidad de las relaciones: la variable independiente presenta relación lineal con cada una de las dependientes. Se comprueba con los gráficos de regresión parcial. Su incumplimiento se arregla mediante transformaciones de los datos.
- Los residuos siguen una distribución normal  $N(0, \sigma^2)$ , no están correlacionados con ninguna de las variables independientes, ni están autocorrelacionados. Hay homocedasticidad, la varianza del error es constante para los distintos valores de las variables independientes.

El primer objetivo es el de obtener estimaciones, es decir, valores numéricos de los coeficientes  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$  (coeficientes de regresión parcial) en función de la información muestral. Las estimaciones de los parámetros se suelen hacer por el método de los mínimos cuadrados o suma residual.

En la aplicación de la regresión lineal se incluye la elaboración de gráficos, diagramas de dispersión, gráficos parciales, gráficos de residuos tipificados, etc., todos ellos permiten validar los supuestos de normalidad, linealidad e igualdad de las varianzas. También son útiles para detectar valores atípicos, observaciones poco usuales y casos de influencia.



Como aplicaciones más comunes de la regresión lineal, se presenta el estudio de líneas de tendencia que representan la tendencia de una serie de datos obtenidos durante un largo período, sobre todo en el sector de las finanzas, economía, medicina, etc.

## 7. TEORÍA DE LA CUANTIFICACIÓN TIPO I - QT1

La teoría de cuantificación tipo I, conocida bajo las siglas en inglés QT1, fue desarrollada por el profesor Chikio Hayashi en los años 50, como un método para la cuantificación de datos cualitativos. Este método permite cuantificar las relaciones existentes en un conjunto de variables cualitativas, en una respuesta única también como una variable expresada en valores numéricos. El método de cuantificación propuesto por Hayashi se divide en; QT1, QT2, QT3 y QT4. Estos métodos han sido ampliamente utilizados en multitud de aplicaciones.

La aplicación de la teoría de cuantificación tipo I pasa por la elaboración de una tabla, previa identificación del conjunto de variables cualitativas y cuantitativas, donde se sitúan dichas variables en filas para su posterior evaluación. Existen diversas versiones de algoritmos para la estimación de las categorías de puntuación. El modelo, según Schütte, puede expresarse como un modelo de regresión lineal. Otros autores, como Hayashi y Tanaka, realizan la estimación de los coeficientes mediante la maximización entre las valoraciones de los estímulos y sus propiedades. Por su parte, Murai emplea el método de mínimos cuadrados.

En la década de los 70 se comenzó a desarrollar la regresión de mínimos cuadrados parciales (RPLS) como un método alternativo, que puede ofrecer resultados más robustos que la teoría de cuantificación de tipo I con valores de entrada similares. Este método es el menos restrictivo de los diversos modelos de regresión lineal múltiple, permitiendo su uso en situaciones donde el uso de métodos tradicionales de múltiples variables es muy limitado. También se emplea esta herramienta en fases de análisis exploratorio para seleccionar las variables más adecuadas.

La aplicación más extendida de esta teoría está íntimamente relacionada con la Ingeniería Kansei de Tipo I, aplicada al desarrollo de una gran diversidad de productos desde la automoción, el diseño de ropa, sanitarios, etc.

## 8. TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS (TEORÍA FUZZY SET)

La teoría de conjuntos difusos, Fuzzy Set Theory bajo denominación inglesa, se encuadra dentro de la lógica difusa o lógica heurística y tiene su origen en el carácter relativo del objeto de estudio. Este tipo de lógica se adapta al mundo real con mayor fidelidad, empleando para ello cuantificadores del lenguaje aplicados a expresiones del tipo: “no es muy alto”, “hace mucho frío”, etc.

En una primera aproximación se toman dos valores aleatorios que deben estar referidos entre sí y formar parte de un contexto común. Estos valores configuran conjuntos difusos, que responden a las operaciones de unión, intersección, diferencia, negación, etc. propias de la lógica de conjuntos.

Al mismo tiempo, para cada conjunto difuso existe asociada una función de pertenencia para los elementos que lo integran y que permite identificar dicho grado de pertenencia. Las formas de las funciones de pertenencia más típicas son la lineal, la curva y la trapezoidal.

En esta teoría se emplean reglas heurísticas de la forma “si..., entonces...” (antecedente y consecuente), que también forman parte de conjuntos difusos. Los métodos de inferencia para este conjunto de reglas deben ser simples, directos y eficaces. Los resultados de dichos métodos son un área final, fruto de un conjunto de áreas solapadas entre sí (cada área es resultado de una regla de inferencia). Para escoger una salida concreta el método más usado es el del centroide, en el que la salida final será el centro de gravedad del área total resultante. Las reglas de las que dispone el motor de inferencia de un sistema difuso pueden ser formuladas por expertos, o bien aprendidas por el propio sistema, haciendo uso en este caso de redes neuronales para fortalecer las futuras tomas de decisiones.

La lógica difusa se utiliza cuando la complejidad del proceso en cuestión es muy alta y no existen modelos matemáticos precisos, para procesos no lineales y cuando implican definiciones y conocimientos imprecisos o subjetivos, cuando se introduce la experiencia de un operador experto que se basa en conceptos imprecisos, cuando ciertas partes del sistema que se quiere controlar son desconocidas y no pueden medirse de forma fiable, ya que pueden presentar errores, o cuando el ajuste de una variable concreta pueda provocar el desajuste de otras.

En cambio, su aplicación no es recomendable cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución.

Algunas aplicaciones importantes de la lógica difusa son:

- Control de sistemas: control de tráfico, control de vehículos, control de compuertas en plantas hidroeléctricas, centrales térmicas, control en máquinas lavadoras, de metros (mejora de su conducción, precisión en las paradas y ahorro de energía), ascensores, etc.
- Predicción y optimización: predicción de terremotos, optimización de horarios, etc.
- Reconocimiento de patrones y visión por ordenador: seguimiento de objetos con cámara, reconocimiento de escritura manuscrita, reconocimiento de objetos, compensación de vibraciones en cámaras, sistemas de enfoque automático, etc.
- Sistemas de información o conocimiento: bases de datos, sistemas expertos, etc.

## 9. TEORÍA DE CONJUNTOS APROXIMATIVOS (TEORÍA ROUGH SET)

La teoría de conjuntos aproximativos, originariamente en inglés denominada Rough Set Theory, fue desarrollada por el Dr. Zdzislaw Pawlak desde los años 80. Esta teoría tiene aplicaciones en multitud de campos en los que intervengan conceptos difusos a la hora de tomar decisiones, y se engloba dentro de las herramientas denominadas minería de datos (Data Mining) o de extracción de datos, con las que se pretende extraer patrones dentro de un amplio conjunto de datos. Con posterioridad Šlezak y Ziarko (2003) ampliaron el modelo inicial incorporando parámetros probabilísticos que permiten una mayor capacidad discriminativa de clasificación y extracción de reglas de decisión. La aplicación de estas metodologías en la Ingeniería Kansei ha sido desarrollada por los investigadores japoneses Nagamachi, Nishino y Mori.

Un claro ejemplo de estas tipologías de datos son aquellos conceptos que se identifican mediante palabras Kansei como; usabilidad, belleza, buena compra, buen diseño, etc. todas estas palabras Kansei no se pueden definir con pre-

cisión únicamente con sus atributos. Las palabras Kansei seleccionadas configuran un conjunto que representa la motivación del usuario ante el producto. Unido a este hecho se encuentra la diversidad de los Kansei, que pueden tener características lineales o no, en esta última situación no sería adecuado aplicar análisis estadísticos clásicos.

Esta teoría divide los atributos en: atributos de condición (criterios, pruebas, síntomas,...) y atributos de decisión (decisiones, clasificaciones, taxonomías,...). Se usa la noción de atributo, en lugar de criterio, debido a que el dominio (escala) de un criterio tiene que estar ordenado de acuerdo a las preferencias, sean estas crecientes o decrecientes; en cuanto que, el dominio de un atributo no necesita ser ordenado. De esa forma, la noción de criterio puede ser usada cuando el orden de la preferencia del dominio del atributo es importante en algún determinado contexto (Zopounidis y Dimitras, 1998).

La teoría de conjuntos aproximativos se desarrolla en diferentes etapas:

- El primer paso consiste en establecer una tabla de información en la que se disponen en columnas los atributos y en filas los diferentes productos, los datos de entrada corresponden a la valoración de cada objeto para cada atributo.
- Posteriormente se establecen relaciones de indiscernibilidad para cada subconjunto de atributos, que facilitan la elaboración de tablas de decisión. Estas tablas de decisión en su aplicación a la Ingeniería Kansei se caracterizan por ser no deterministas como consecuencia del grado de imprecisión de la información aportada por las valoraciones realizadas por los consumidores.
- En una última fase se define el espacio de aproximación que establece un par de conjuntos, aproximación inferior y superior del conjunto. Este procedimiento permite elaborar y aplicar de la forma más adecuada reglas de decisión, al tiempo que facilita implementaciones de tipo práctico.





UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo  
de Desarrollo  
Regional



Asturias  
Reflejo de Europa



GOBIERNO DEL  
PRINCIPADO DE ASTURIAS



IDEPA

Instituto de Desarrollo Económico  
del Principado de Asturias



FUNDACIÓN  
**PRODINTEC**

Centro Tecnológico para el Diseño y  
la Producción Industrial de Asturias