

### **(03-024) - Emotional desing of a smart watch applying Kansei Engineering techniques**

Caro-Sánchez, Irene <sup>1</sup>; De Las Heras, Ana <sup>1</sup>; Zamora-Polo, Francisco <sup>1</sup>; Luque-Sendra, Amalia <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Sevilla

Nowadays, the application of Kansei Engineering (KE) is widespread in different areas of design as it analyses the user's feelings and involves the inclusion of the user's own experience in the design and development process of products. Likewise, digital and electronic products are present in a multitude of situations in people's daily lives, so including the possibility that the users of these products can decide which design parameters help to reflect their own feelings in this type of products is a step forward in improving the user-product-designer relationship.

The main objective of this work is to make a product design proposal based on the emotional needs of the consumer. To this end, a case study will be carried out consisting of the design of a SmartWatch. Methodological tools from the field of Design Engineering will be used, in this case IK, and Machine Learning techniques, such as dimensionality reduction (principal component analysis) and multiple linear regression (QT1). The final result is a new proposal in this sector with a more robust and adapted design.

Keywords: Kansei Engineering; emotional design; machine learning; product design

#### **Diseño emocional de un reloj inteligente mediante aplicación de Ingeniería Kansei**

En la actualidad la aplicación de la Ingeniería Kansei (IK) se extiende por diferentes ámbitos del diseño ya que analiza los sentimientos del usuario y supone una inclusión de la propia experiencia dentro del proceso de diseño y desarrollo de productos. Asimismo, los productos digitales y electrónicos se encuentran presentes en multitud de situaciones de la vida diaria de las personas, por lo que incluir la posibilidad de que los usuarios de estos productos puedan decidir qué parámetros de diseño ayudan a reflejar los sentimientos propios en este tipo de productos supone un avance a la mejora de la relación usuario-producto-diseñador.

El objetivo principal de este trabajo es realizar una propuesta de diseño de producto en base a las necesidades emocionales del consumidor. Para ello se llevará a cabo un caso de estudio consistente en el diseño de un SmartWatch. Se utilizarán para ello herramientas metodológicas del ámbito de la Ingeniería del Diseño, en este caso IK, y técnicas de Machine Learning, tales como reducción de dimensionalidad (análisis de componentes principales) y regresión lineal múltiple (QT1). El resultado final supone una nueva propuesta en este sector con un diseño más robusto y adaptado.

Palabras clave: Ingeniería Kansei; diseño emocional; machine learning; diseño de producto

Correspondencia: F. Zamora-Polo (fzpolo@us.es)



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación obtenida por la Cátedra Goya – Antonio Unanue de Ingeniería en la Industria Agroalimentaria y la financiación del VII Plan Propio de la Universidad de Sevilla.

## 1. Introducción

La ingeniería Kansei (IK) se desarrolló como respuesta a la necesidad de crear productos que no solo cumplieran con las necesidades funcionales de los usuarios, sino que también satisficieran sus necesidades emocionales y estéticas. En este sentido, la disciplina de la IK se enfoca en el diseño de productos y servicios que generen una respuesta emocional positiva en el usuario y que sean percibidos como atractivos y deseables (Chen & Cheng, 2021). De esta forma, se pretende mejorar la experiencia del usuario a través del diseño.

Actualmente, para el diseño de productos orientados al usuario existen diferentes metodologías y herramientas que consiguen crear productos adaptados a las necesidades de los usuarios (QFD, Método Kano, etc.). Sin embargo, cuando se trata de medir emociones, impresiones o placer las metodologías son muy dispares y poco consolidadas.

La IK es una de las metodologías más completas en el campo del diseño emocional. Según Schütte (2005) lo que realmente diferencia la IK de otras metodologías es su capacidad para predecir los sentimientos a través de las propiedades del producto (S. Schütte, 2005).

Teniendo de base la experiencia, tal y como desarrolla Nagamachi, aplicar IK supone un avance en el diseño de productos creados para el consumidor y proporciona nuevos enfoques que dan resultados (Nagamachi & Lokman, 2016).

- Consigue una mayor penetración en el mercado, debido a que se diferencia de otros métodos en la manera de priorizar las emociones del consumidor final.
- Ayuda a detectar las necesidades clave para los usuarios lo que facilita priorizar los esfuerzos de diseño.
- Prioriza la comunicación diseñador-usuario-empresa, es decir, el diseñador busca complacer al usuario buscando los parámetros de diseño que lo satisfagan mientras que consigue beneficiar a la empresa a través de buenos resultados de cara al mercado.
- Detecta la percepción del usuario sobre el objeto de estudio, consiguiendo así un ahorro de tiempo ante componentes inadecuados o caros que no son necesarios para la satisfacción final del consumidor.
- Reduce riesgos a la hora de lanzar un producto al mercado ya que éste va a estar diseñado desde y para el cliente final.

Nagamachi desarrolla y clasifica seis tipos en total de procesos o formas de implementación en la IK. Para desarrollar la metodología es necesario aplicar un Sistema de Ingeniería Kansei o KES (Kansei Engineering System) que se resume en obtener una posible solución de las características físicas de un producto al introducir un determinado Kansei. Todos los tipos de KES tienen como objetivo el conseguir un producto que responda a las necesidades y preferencias emocionales de los usuarios. El guion de actuación general de la IK puede resumirse en los siguientes pasos:

- Obtención de la respuesta emocional o Kansei del usuario.
- Identificación de las propiedades y características del producto.
- Uso de una herramienta ingenieril para el tratamiento de los datos anteriores.
- Diseño del producto en base a las preferencias del usuario mediante las propiedades identificadas.

Figura 1: Esquema del modelo propuesto. Elaboración propia basada en (Simon Schütte, 2005).



Desde su surgimiento, la IK ha evolucionado y se ha expandido hacia diferentes áreas de aplicación, como los medios de transporte (Chang & Chen, 2016; Cruz-Rodríguez et al., 2020; Ishihara et al., 1995; Jindo & Hirasago, 1997), la electrónica (Ishihara et al., 2014; Kuang & Jiang, 2009; Wang, 2015) o la moda (Ishihara et al., 1997; Lokman & Aziz, 2010). Su creciente popularidad ha llevado a la creación de nuevas herramientas y metodologías que buscan mejorar la comprensión y la aplicación de los conceptos Kansei en el proceso de diseño.

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es realizar una propuesta de diseño de producto en base a las necesidades emocionales del consumidor. Para ello se llevará a cabo un caso de estudio consistente en el diseño de un SmartWatch. Se utilizarán para ello herramientas metodológicas del ámbito de la Ingeniería del Diseño, en este caso Ingeniería Kansei, y técnicas de Machine Learning, tales como reducción de dimensionalidad (análisis de componentes principales) y regresión lineal múltiple (QT1).

## 2. Materiales y métodos

En este trabajo se han seguido las etapas planteadas en la Figura 1, propuesta por Schütte en base a la original desarrollada por Nagamachi. A continuación, se pasa a describir cada una de ellas para, en la sección de resultados, aplicar dichas fases al caso de estudio.

### 2.1 Selección del dominio.

En esta primera etapa se selecciona el dominio que, según Nagamachi se refiere al grupo de productos a estudiar. Schütte, en cambio, incluye también actividades como definir el tipo de grupo objetivo, segmentos de mercado y producto. En esta fase se definen las bases para comenzar el estudio y será determinante a la hora de identificar tanto la estructura semántica como el espacio de propiedades. Los datos de entrada que se necesitan para obtener un estudio completo del dominio de diseño son muy variados y pueden ser obtenidos por diversas técnicas: Análisis de mercado, entrevistas a expertos, grupos de discusión o análisis de necesidades del usuario son algunos de ellos.

## 2.2 Espacio semántico y espacio de propiedades

El espacio semántico describe el dominio de emociones o Kanseis mediante palabras que apelan a los sentimientos del usuario en relación con el producto. Nagamachi enumera una serie de métodos que se pueden usar para interpretar los Kanseis: Entrevistas directas, Observar el comportamiento de las personas y sus acciones, Análisis de las expresiones faciales y corporales o Análisis de las respuestas fisiológicas (EMG, EGG, etc.) (Nagamachi, 2002). Lo primero que se debe es recolectar el máximo número de Kanseis para después, agruparlos mediante un Análisis de afinidad. Este análisis pretende disminuir el número de Kanseis pero sin perder información necesaria. Esto se consigue dividiendo en categorías las palabras con significados similares o que tienen alguna relación. Después se busca en esos grupos una palabra que los represente.

Una vez recolectados los Kanseis necesarios, el siguiente paso es aplicar el Diferencial semántico de Osgood (Osgood et al., 1957). Se trata de una técnica que mide el significado afectivo o reacciones emocionales de las palabras y que ha funcionado como una herramienta fundamental en Ingeniería Kansei. La encuesta es una jerarquización de estímulos según el objeto que se le presenta ya sea a través de una imagen o físicamente. La escala mide la respuesta subjetiva que tiene el individuo de un diseño a través de la comparación de dos conceptos distintos. Se utilizan escalas de 5 o 7 valores enfrentando el Kansei y la negación de éste (p.e. versátil – no versátil) siendo el 3 o el 4 el nivel neutro (Nagamachi, 2002). La encuesta de diferencial semántico suele ser suministrada a un grupo de experto, consumidor y conocedor del producto, a diseñadores que conocer la metodología y al futuro consumidor al que va dirigido este producto, los resultados de esta encuesta suelen ser tratados mediante Análisis de Componentes Principales (PCA) (Mohamed et al., 2016), una técnica estadística multivariante que tiene como objetivo encontrar las combinaciones lineales de un conjunto de variables que expliquen la mayor cantidad posible de variabilidad en los datos. Es decir, trata de identificar qué características son las más importantes.

Además, la delimitación del espacio de propiedades requiere determinar las propiedades estético-formales del producto que son relevantes a la hora de producir determinados Kanseis en el usuario. No hay un método específico para abordar esta fase, aunque en la mayoría de los casos, siguen el esquema representado por Schütte formado por tres fases: recopilación, selección y compilación (Simon Schütte, 2005). En la fase de recolección aparecen las actividades que recogen todas las propiedades posibles. En la selección se determina la importancia de cada grupo de propiedades y, finalmente, en la fase final se encuentran las propiedades que se utilizarán para la etapa de síntesis.

Es en esta fase cuando se realiza una encuesta a usuarios con un tamaño muestral ajustado a la población que representa y con las características del público objetivo fijado. En la primera fase de esta encuesta se hace el test de usuario que genera datos para poder caracterizar las respuestas en base a la naturaleza del encuestado.

## 2.3 Síntesis

En esta fase se establece y cuantifica directamente las relaciones existentes entre cada una de las propiedades y niveles que poseen los productos analizados y los Kanseis valorados en esta última encuesta. A cada Kansei se le asociará una propiedad o un conjunto de propiedades del producto. La determinación de estas conexiones puede llevarse a cabo mediante varios métodos. En trabajos anteriores el uso de herramientas de Machine Learning en esta fase ha sido realizado.

Nagamachi propone herramientas para llevar a cabo la investigación: Análisis de Regresión Lineal (ISHIHARA et al., 2008), Modelo General Lineal (Arnold, 1981) o Teoría de Cuantificación Tipo I, QT1.

También existen otros métodos para la valoración de las propiedades que usan algoritmos informáticos: Algoritmo Genético (Arakawa et al., n.d.), Teoría Fuzzy Set (Yan et al., 2008) o Teoría Rough Set (Nishino et al., 2005).

Tras obtener los resultados de la fase de síntesis donde se realizará un test de fiabilidad basado en dos técnicas para estar seguros de que la muestra es robusta y, donde se aplicará el método QT1 para los cálculos (el más extendido), es posible diseñar el producto en base a las características estéticas y formales elegidas en el espacio de propiedades para provocar los Kanseis seleccionados en el espacio semántico.

## 2.4 Test de validación y construcción del modelo

Dependiendo del método de síntesis utilizado se realizará la validación conveniente a éste. Una vez validada la información, se puede construir un modelo definitivo del producto.

## 3. Resultados. Caso estudio smartwatch

### 3.1 Selección del dominio

El producto elegido es un smartwatch que se trata de un objeto que tienen las funcionales clásicas de un reloj pero que, gracias a la digitalización, se le incluyen funciones muy variadas: recibir notificaciones, contar pasos, hacer llamadas, enviar mensajes de texto, controlar el ritmo cardíaco y controlar la ubicación. Este tipo de producto, tras un estudio de mercado y teniendo su funcionalidad, va a ir dirigido a un público joven, interesado por la moda, el deporte, viajar, es decir; una persona activa interesada por la tecnología de calidad. El consumidor potencial tiene un conocimiento del mercado en cuestión y no busca lujo ni precios altos, pero sí un producto que se diferencie de los demás en diseño e innovación. En otras palabras, se va a tratar de un mercado demográfico caracterizado por su afán por estar a la vanguardia de las tendencias y las últimas novedades en el campo del diseño y la innovación. Este mercado muestra un gran interés por productos y servicios que presenten una propuesta de valor diferenciada y que estén en línea con sus preferencias estéticas y tecnológicas, de calidad y con aire juvenil.

### 3.2 Espacio semántico y espacio de propiedades

Para el espacio semántico, en la recolección de Kanseis, se llevó a cabo una tormenta de ideas a un grupo de agentes clave (usuarios, diseñadores, expertos en diseño y empresas), se buscaron en webs y revistas de diseño y se añadió una búsqueda por inteligencia artificial (chatGPT) (OpenIA, 2023). De esta recolección salieron 90 términos que, más tarde fueron compilados para poder descartar información no útil, así como palabras repetidas o inadecuadas. En esta primera fase se obtuvieron 28 Kanseis (tabla 1), a los cuales se aplica la encuesta de diferencial semántico para descartar aquellos que no son relevantes y elegir del orden de 5 a 7 Kanseis finales. Para la elección de kanseis finales, se aplica el método PCA mediante programación SPSS. En la figura 2 se pueden ver estos resultados y en la tabla 1 los Kanseis agrupados definitivos.

**Tabla 1. 28 Kanseis seleccionados para el análisis PCA**

Innovador	Bienestar	Sofisticado	Preciso
Funcional	Inteligente	Intuitivo	Lujo
Ligero	Deportivo	Durabilidad	Neutral
Elegante	Calidad	Adaptable	Seguro
Ergonomía	Versatilidad	Minimalista	Práctico
Sostenible	Confianza	Control	Original
Atractivo	Sujeción	Compacto	Personalizable

El resultado de los 6 Kanseis finales: K1: Práctico, K2: Sofisticado, K3: Minimalista, K4: Original, K5: Intuitivo y K6: Agil.

De forma paralela, se realiza la definición del espacio de propiedades donde identificar los atributos de diseño que tienen poder sobre las emociones del usuario. En el caso del smartwatch se limita la búsqueda de estas propiedades a las físicas, dejando el software fuera de los límites. Se exponen a continuación los resultados de las tres fases del modelo de Schüte.

**Figura 2: Matriz resultante PCA programa SPSS**

**Matriz de componente<sup>a</sup>**

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
k1	,401	,604	,437	-,069	,109	,058
k2	,656	,331	,200	,366	-,279	-,004
k3	,483	,421	-,145	,546	-,139	,182
k4	,687	,165	,007	,040	-,163	,325
k5	,418	-,162	,499	-,001	-,008	-,304
k6	,441	,552	,305	-,068	-,211	-,069
k7	,565	,659	,110	,056	,088	,107
k8	,507	,650	-,109	-,217	,131	,150
k9	,694	-,121	,104	-,171	-,327	-,006
k10	,530	-,403	,470	-,250	-,167	,044
k11	,685	-,222	,131	-,322	-,033	,016
k12	,692	-,244	,111	,240	,210	-,030
k13	,735	,023	-,005	,382	,155	,040
k14	,631	-,262	,464	,010	,059	-,085
k15	,772	-,237	-,043	-,070	,003	,004
k16	,522	-,129	-,101	,048	,708	-,038
k17	,698	-,248	-,366	-,022	-,060	,124
k18	,767	-,123	-,015	-,209	,008	,021
k19	,688	,337	-,251	-,100	,115	-,235
k20	,787	,054	-,347	-,123	-,098	-,067
k21	,565	,201	-,410	-,112	,008	-,520
k22	,658	-,122	-,109	,232	,312	-,081
k23	,808	,007	-,199	-,181	-,188	-,234
k24	,549	-,445	,447	,226	,153	,115
k25	,650	-,371	-,192	,053	-,090	-,141
k26	,400	,023	-,111	-,486	,239	,572
k27	,348	-,513	-,400	,257	-,273	,304
k28	,801	-,035	-,054	-,002	-,104	,078

### 3.3 Recolección

Existe una gran variedad de relojes digitales pero las partes comunes entre todos son: Pantalla táctil, carcasa, botones, conectores, sensores, altavoz y correa. Asimismo, dado que es un estudio centrado en la parte estética de producto, se tendrán en cuenta los colores, texturas, dimensiones, simetrías, detalles de ornamentación, cierre de la correa, distribución de los componentes y los elementos extraíbles. Tras esto, de nuevo el grupo de agentes claves que participaron en la primera fase de lluvia de ideas de Kanseis, realizan la selección de los elementos más importantes de todas las propiedades. En la siguiente tabla se ven todas las propiedades, y aunque no constituyen un modelo completo del producto, se consideran suficientes para la definición.

**Tabla 2. Propiedades seleccionadas**

Forma de la Carcasa	Diseño correa	Inclusión/no inclusión correa-carcasa	Textura correa	Colores y Materiales
1. Redonda	1. Diseño de hebilla	1.Si	1. Sin textura	1. Colores cálidos
2. Rectangular	2. Diseño botones	2. No	2. Textura relieve tramas	2. Colores fríos
3. Semi-ovalada	3. Diseño asimétrico		3. Textura perforaciones	
4. Rectangular cóncava				

Por último, en la fase de compilación tiene como objetivo la representación de todas las propiedades seleccionadas, de forma que el encuestado pueda percibir las de manera adecuada y al mismo tiempo, el diseñador pueda clasificarlas debidamente para su posterior análisis. Las combinaciones posibles que surgen al agrupar las propiedades de este caso completo se tratan de 144 opciones distintas. Sin embargo, el número de preguntas al encuestado debe ser moderada y antes de diseñar los diseños definitivos se va a reducir aún más el conjunto de propiedades ya que incluir todas las combinaciones en la encuesta no sería viable en cuanto al grado de saturación al que tendría que someterse el encuestado. Para el estudio de las propiedades en la fase de análisis, se van a diseñar 12 posibles combinaciones presentadas al encuestado, eliminando las opciones de colores ya que es la marca del reloj la que lo delimitará y reduciendo en estas propiedades seleccionadas (ver tablas 3 y 4):

- Forma de la carcasa: (1) Redonda, (2) Rectangular y (3) Rectangular cóncava.
- Diseño de correa: (1) Diseño de botones y (3) Diseño asimétrico.
- Inclusión/no inclusión correa-carcasa: (1) Sí y (2) No.

**Tabla 3. Codificación dummies de cada uno de los diseños que se van a evaluar mediante diferencial semántico**

	PROPIEDAD 1			PROPIEDAD 2		PROPIEDAD 3	
	REDONDA	RECTANGULAR	CONVEXA	BOTONES	ASIMETRICA	INTEGRADO	NO INTEGRADO
D1	1	0	0	1	0	0	1
D2	1	0	1	1	0	1	0
D3	1	0	0	0	1	1	0
D4	1	0	0	0	1	0	1
D5	0	1	1	0	1	0	1
D6	0	1	0	1	0	0	1
D7	0	1	0	0	1	1	0
D8	0	1	0	0	1	0	1
D9	1	0	0	1	0	1	0
D10	0	0	1	1	0	0	1
D11	0	0	1	0	1	1	0
D12	0	1	0	1	0	1	0



**Tabla 4: Diseños seleccionados**

 <p>D1</p>	 <p>D2</p>	 <p>D3</p>
 <p>D4</p>	 <p>D5</p>	 <p>D6</p>
 <p>D7</p>	 <p>D8</p>	 <p>D9</p>
 <p>D10</p>	 <p>D11</p>	 <p>D12</p>

Tras esto, se diseña la encuesta de diferencia semántico con los diseños finales y con una escala de 7 valores. Esta fase de análisis proporciona una comprensión profunda de las expectativas que el usuario tiene de un smartwatch y crear así un producto que satisfaga las demandas del mercado de manera más efectiva.

La encuesta va a ir dirigida a un público interesado por esta tecnología. La encuesta fue suministrada a 60 personas en el periodo del mes de abril de 2023. En la misma encuesta se va a realizar una recogida de datos de test de usuario, con información sociodemográfica de los encuestado. La duración de la encuesta fue de 8 minutos aproximadamente.

### 3.4 Síntesis

La información obtenida en esta última encuesta fue procesada con el objetivo de obtener unos resultados de los que sacar conclusiones robustas sobre el diseño de un smartwatch basado en las emociones del usuario final.

Para definir mejor la muestra, se procede a mostrar los resultados de la primera parte de la encuesta donde se preguntaron cuestiones sociodemográficas: edad, género y el conocimiento y/o posesión del producto smartwatch.

La edad media de los encuestados se sitúa en 32 años y con una mayor participación dentro del rango de 18 a 28 años (38% de la muestra). Respecto al género, un 40% de respuestas eran de público femenino, el 58,3% masculino y un 1,7% de otros, por lo que se debe buscar un resultado válido para todos. Respecto a la familiaridad con el producto, se hace la pregunta “¿Tiene o ha tenido alguna vez un smartwatch? De las 3 respuestas posibles, un 51,7% respondieron “Si”, un 31,7% “No, pero me planteo comprar uno en el futuro cercano” y un 16,7% “No, no tengo interés en este producto”. Hay un porcentaje muy alto de personas que ya lo conocen, pero en torno a un 50% está representado por personas con interés de adquirir uno y el grupo que no lo considera dentro de sus prioridades de compra. Estos dos grupos son muy importantes en el estudio pues representan posibles compradores del producto.

Antes de comenzar a procesar los datos se va a realizar un análisis de fiabilidad a través de dos técnicas: El coeficiente de alfa de Cronbach, que mide la consistencia interna entre los ítems de una escala (George & Mallery, 2003) y el Análisis de fiabilidad por mitades (George & Mallery, 2003) que consistir en dividir los datos, esta vez del conjunto completo, en dos mitades y calcular la correlación entre las dos divisiones.

El alfa de Cronbach oscila entre 0 y 1 y a mayor valor, mayor grado de consistencia. En la siguiente tabla 5 se puede observar cómo en todos los modelos hay una consistencia alta. Es el D1 el que sería menos robusto para poder sacar conclusiones.

**Tabla 5. Resultados del coeficiente alfa de Cronbach**

D1	D2	D3	D4	D5	D6
0.61	0.79	0.75	0.86	0.80	0.77
D7	D8	D9	D10	D11	D12
0.87	0.79	0.81	0.93	0.89	0.85

Así mismo, al sacar los datos para ver la fiabilidad por mitades, el resultado es 0,86, un valor alto, por lo que podemos afirmar que los datos utilizados de las encuestas son una herramienta de medición fiable y consistente que hace posible la toma de decisiones basada en la información obtenida.

### 3.5 Análisis de datos

Se realiza la técnica QT1. En primer lugar, se va a analizar cada diseño individualmente, este estudio va a permitir observar el grado de agrado de cada diseño según cada Kansei y su puntuación promedio para poder comparar entre sí cada uno de ellos. Se pone de ejemplo el diseño 1 con todos los resultados (figura 3).

**Tabla 6. Resultados de análisis estadístico del diseño 1.**

	Práctico	Sofisticado	Minimalista	Original	Intuitivo	Ágil
N Válido	60	60	60	60	60	60
Perdido	0	0	0	0	0	0
Media	4.57	3.88	3.27	3.48	4.22	4.47
Modo	6	4	3	.	5	4
Desv Std	1.29	1.39	1.64	1.97	1.26	1.23
Varianza	1.67	1.94	2.67	3.88	1.60	1.51
Asimetría	-.64	-.10	-.49	-.57	-.42	-.69

Una vez estudiados individualmente y según cada Kansei, a través de la media de la valoración general de cada SmartWatch se pueden analizar en conjunto todos los diseños.

**Tabla 7. Resultados medias valoraciones diseños**

	PRACTICO	SOFISTICADO	MINIMALISTA	ORIGINAL	INTUITIVO	AGIL	PROMEDIO
D1	4,57	3,88	3,27	3,48	4,22	4,47	3,98
D2	4,2	3,45	3,70	3,73	3,97	4,15	3,87
D3	3,73	3,57	3,23	4,50	3,82	3,92	3,80
D4	3,9	4,23	3,67	4,33	4,03	3,95	4,01
D5	3,92	4,40	3,97	4,78	3,98	4,13	4,20
D6	4,78	3,85	3,43	3,23	4,43	4,52	4,04
D7	2,93	3,13	3,03	3,92	3,10	2,97	3,18
D8	4,12	4,12	3,58	4,17	3,97	4,08	4,01
D9	3,58	3,35	2,97	3,10	3,92	4,02	3,49
D10	3,98	3,88	3,58	3,67	3,98	4,17	3,88
D11	3,28	4,13	3,57	4,35	3,27	3,78	3,73
D12	3,58	3,35	2,97	3,10	3,92	4,02	3,49

En la tabla se muestran las medias obtenidas de cada diseño donde se puede apreciar un valor máximo correspondiente al D5 y un valor mínimo correspondiente al D7.

Haciendo referencia a las propiedades físicas en relación con los Kanseis se han obtenido los siguientes resultados:

**Tabla 8. Resultados medias valoraciones propiedades-Kanseis.**

PROPIEDAD 1	PRÁCTICO	REDONDA	<b>3,950</b>
		RECTANGULAR	3,850
		CONVEXA	3,900
	SOFISTICADO	REDONDA	<b>3,800</b>
		RECTANGULAR	3,610
		CONVEXA	3,770
MINIMALISTA	REDONDA	3,360	
	RECTANGULAR	3,253	
		CONVEXA	<b>3,555</b>

		REDONDA	<b>3,965</b>
	ORIGINAL	RECTANGULAR	3,605
		CONVEXA	3,820
		REDONDA	<b>3,985</b>
	INTUITIVO	RECTANGULAR	3,855
		CONVEXA	3,963
		REDONDA	<b>4,135</b>
	ÁGIL	RECTANGULAR	3,898
		CONVEXA	4,118
		BOTONES	<b>4,118</b>
	PRÁCTICO	ASIMÉTRICA	3,638
		BOTONES	3,627
	SOFISTICADO	ASIMÉTRICA	<b>3,930</b>
		BOTONES	3,320
	MINIMALISTA	ASIMÉTRICA	<b>3,508</b>
PROPIEDAD 2		BOTONES	3,385
	ORIGINAL	ASIMÉTRICA	<b>4,342</b>
		BOTONES	<b>4,073</b>
	INTUITIVO	ASIMÉTRICA	3,695
		BOTONES	<b>4,225</b>
	ÁGIL	ASIMÉTRICA	3,805
		INTEGRADO	3,553
	PRÁCTICO	NO INTEGRADO	<b>4,203</b>
		INTEGRADO	3,497
	SOFISTICADO	NO INTEGRADO	<b>4,060</b>
		INTEGRADO	3,245
	MINIMALISTA	NO INTEGRADO	<b>3,583</b>
PROPIEDAD 3		INTEGRADO	3,783
	ORIGINAL	NO INTEGRADO	<b>3,943</b>
		INTEGRADO	3,667
	INTUITIVO	NO INTEGRADO	<b>4,102</b>
		INTEGRADO	3,810
	ÁGIL	NO INTEGRADO	<b>4,220</b>

### 3.6 Test de validación y construcción del modelo

Basado en la consistencia de los datos y los resultados obtenidos, se puede valorar como una muestra válida y robusta. Para llevar a cabo la construcción del producto final con las

propiedades concretas y las decisiones de diseño respecto a los objetivos planteados, se realiza una exposición de resultados en la discusión.

#### 4. Discusión

La satisfacción del usuario es el objetivo principal de este estudio por lo que estas conclusiones van a estar basadas en ese principio. Desde el punto de vista del producto completo, los resultados obtenidos permiten ordenar los diseños de mayor a menor quedando en los primeros puestos los diseños 5, 6, 4 y 8 (ver tabla 4).

Como se puede observar predomina el cierre asimétrico y la no integración de la pantalla-correa. En cuanto a la forma de la carcasa, existe variedad de las 3 alternativas. El D5 se trata de un diseño de carcasa convexa, correa asimétrica y elementos no integrados. Esta combinación ha alcanzado la mayor puntuación por lo que hacen que la combinación de estas propiedades da lugar a un diseño que complace al usuario en todos los Kanseis evaluados de la manera óptima. El Kansei Original posee la puntuación más alta ya que se aleja de los diseños más habituales del mercado. Este Kansei provoca un poder de diferenciación en el mercado y va a atraer a un consumidor que esté interesado tanto como por la estética como por la eficiencia del dispositivo. Sofisticado es el segundo Kansei con más puntuación en el D5, este Kansei también está muy relacionado con la estética del producto. En el lado opuesto, el Kansei más débil de este diseño es Práctico. Observando la tabla de medias, el diseño 6 es el más práctico según los resultados, y, además, observando la tabla de propiedades podemos ver que una correa de botones es la propiedad más fuerte a la hora de crear un diseño práctico. Sin embargo, cambiar esa propiedad hace que el diseño pierda los poderes de diferenciación en el mercado, muy importantes a la hora de lanzar un nuevo producto.

En cuanto a los diseños menos puntuados, predominan diseños con pantalla integrada y, se repite, la predominancia de cierre asimétrico y la multiparidad en cuanto a la forma de la carcasa.

El D7 en este caso es el menos puntuado. Se trata de un diseño con correa asimétrica, carcasa rectangular e integrada. El Kansei más débil es Minimalista. Este diseño se aleja del diseño final en todos los Kanseis excepto en el Kansei Original, que, en este caso, dado que no se complementa con los demás, no tiene valor de interés.

En general, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Los diseños de carcasa y correa no integradas obtienen mejores puntuaciones frente a los integrados.
- Los diseños con correa asimétrica se encuentran más presentes en los diseños de puntuaciones más altas.
- Observando las puntuaciones promedio de los diseños no podemos obtener conclusiones sobre las carcasas ya que las tres alternativas no muestran ningún patrón visible en cuanto al grado de satisfacción del usuario.

Respecto a la tabla de propiedades, en la P1 obtiene el mayor resultado Redonda con 3,866, en la P2 Botones con 3,846 y en la P3 No Integrado con 4,01. Por tanto, un conjunto con buena calificación sería: Redonda + Correa de botones + Integrado. Esta combinación corresponde con el diseño 1, un diseño que no se encuentra entre los mejores puntuados y que por tanto demuestra que la combinación de propiedades también influye.

Desde este estudio se puede sacar una conclusión firme sobre la opinión con respecto a la propiedad 3 ya que en todos los casos es más favorable una estructura no integrada.

Aun así, sigue resultando más interesante observar cada Kansei y la propiedad con una mejor puntuación ya que sirve de explicación más detallada de la satisfacción de los diseños según

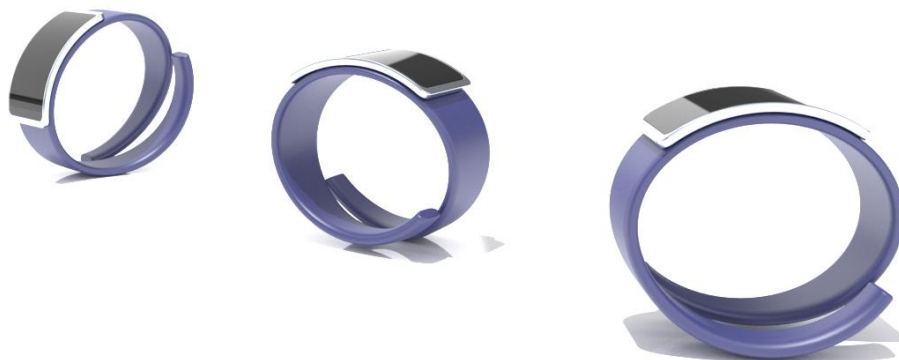
cada emoción, y además ayuda a identificar cuáles son los Kanseis más importantes para satisfacer al usuario. El D5 es convexo, con correa asimétrica y estructura no integrada. Observando la tabla, puede llegarse a la conclusión de que las propiedades sofisticado, original y ágil destacan por encima de las demás. En el segundo producto más puntuado, las propiedades de práctico, intuitivo y ágil son las más destacadas. La decisión de los Kanseis más interesantes a la hora de diseñar va a tomarse con respecto a las siguientes conclusiones:

- La no integración de la carcasa con la correa es la propiedad más adecuada a la hora de diseñar este producto.
- La combinación de una carcasa convexa con una correa asimétrica es más fuerte que la de una carcasa redonda con correa de botones.
- Las propiedades mejor valoradas son: carcasa redonda, correa de botones y estructura no integrada.
- Los Kanseis sofisticado, original, práctico, intuitivo y ágil son los más destacables de los diseños más puntuados.

Además, teniendo en cuenta los valores de mercado para un nuevo producto, se han seleccionado 2 diseños que cumplen con la mayoría de las conclusiones: D4 y D10.

La combinación de ambos puede resultar en un diseño muy similar al D5 o al D1. Dado que se trata de un diseño más original y mejor puntuado por los usuarios, podemos afirmar tal y como ha resultado en la encuesta, que el D5 es el diseño final.

**Figura 3. Diseño final.**



## 5. Conclusiones

Se ha obtenido un diseño final diferenciado y adaptado al usuario eligiendo los parámetros de diseño adaptado a la valoración de las emociones de los encuestados y, por tanto, surge un diseño que satisface al usuario. En la actualidad, el uso de la IK para el desarrollo de productos y el fortalecimiento de las empresas se ha extendido a muchos mercados porque, como en el caso de estudio desarrollado, supone una inclusión de la comunicación entre el diseñador-usuario que mejora el propio diseño.

Uno de los puntos fuertes de la investigación es el desarrollo de un espacio de propiedades amplio y unos diseños que forman parte de la segunda encuesta donde los usuarios valoran los Kanseis finales suficientemente extenso pero que no suponga un esfuerzo extra para los encuestados por la extensión. Para la propuesta de producto, se proponen diseños muy específicos que ayudan al encuestado a mejorar su atención y a imaginar de una mejor forma cómo las emociones influyen en los parámetros de las propuestas. Asimismo, el uso de las técnicas de cálculo, ayudan a respaldar los resultados y son robustas para el diseño final fruto de los cálculos realizados.

## 6. Referencias

- Arakawa, M., Shiraki, W., & Ishikawa, H. (n.d.). Kansei design using genetic algorithms. *IEEE SMC'99 Conference Proceedings. 1999 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (Cat. No.99CH37028)*, 6, 284–289. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.1999.816565>
- Arnold, S. F. (1981). *The Theory of Linear Models and Multivariate Observations*. Wiley.
- Chang, Y.-M., & Chen, C.-W. (2016). Kansei assessment of the constituent elements and the overall interrelations in car steering wheel design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 56, 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.010>
- Chen, D., & Cheng, P. (2021). Development of design system for product pattern design based on Kansei engineering and BP neural network. *International Journal of Clothing Science and Technology*. <https://doi.org/10.1108/IJCST-04-2021-0044>
- Cruz-Rodríguez, J., Luque-Sendra, A., Heras, A. de las, & Zamora-Polo, F. (2020). Analysis of Interurban Mobility in University Students: Motivation and Ecological Impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9348. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249348>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Allyn & Bacon.
- Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M., & Matsubara, Y. (1995). An automatic builder for a Kansei Engineering expert system using self-organizing neural networks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(1), 13–24. [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(94\)15053-8](https://doi.org/10.1016/0169-8141(94)15053-8)
- Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M., & Matsubara, Y. (1997). An analysis of Kansei structure on shoes using self-organizing neural networks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 93–104. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(96\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00006-6)
- Ishihara, S., Nagamachi, M., Schütte, S., & Eklund, J. (2008). *Affective meaning: the kansei engineering approach*. In *Product Experience* (pp. 477–496). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045089-6.50023-X>
- Ishihara, S., Nagamachi, M., & Ishihara, K. (2014). Electronic Product Development with Kansei Engineering / Kansei Ergonomics. *International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research*, 1385–1395.
- Jindo, T., & Hirasago, K. (1997). Application studies to car interior of Kansei engineering. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 105–114. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(96\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00007-8)
- Kuang, J., & Jiang, P. (2009). Product platform design for a product family based on Kansei engineering. *Journal of Engineering Design*, 20(6), 589–607. <https://doi.org/10.1080/09544820802132410>
- Lokman, A. M., & Aziz, A. A. (2010). A Kansei system to support children's clothing design in Malaysia. *2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 3669–3676. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2010.5641868>
- Mohamed, M. S. ., Shamsul, B. M. T., Rahman, R., Aini, M. S., & Jalil, N. A. A. (2016). Integrating Usability in Automotive Navigation User Interface Design via Kansei Engineering. *Modern Applied Science*, 10(7), 208. <https://doi.org/10.5539/mas.v10n7p208>
- Nagamachi, M. (2002). Kansei engineering as a powerful consumer-oriented technology for

product development. *Applied Ergonomics*, 33(3), 289–294.  
[https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(02\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(02)00019-4)

Nagamachi, M., & Lokman, A. M. (2016). *Innovations of Kansei Engineering*. CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/EBK1439818664>

Nishino, T., Nagamachi, M., & Tanaka, H. (2005). *Variable Precision Bayesian Rough Sets Model and Its Application to Human Evaluation Data*. Springer.

OpenAI. (2023). *ChatGPT*. <https://openai.com/chatgpt>

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

Schütte, S. (2005). *Engineering emotional values in product design* Linköpings Universitet.. Linköping Studies in Science and Technology.

Schütte, Simon. (2005). *Engineering emotional values in product design*. Linköpings Universitet.

Wang, C.-H. (2015). Integrating Kansei engineering with conjoint analysis to fulfil market segmentation and product customisation for digital cameras. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2427–2438. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.974840>

Yan, H.-B., Huynh, V.-N., Murai, T., & Nakamori, Y. (2008). Kansei evaluation based on prioritized multi-attribute fuzzy target-oriented decision analysis. *Information Sciences*, 178(21), 4080–4093. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.06.023>

Comunicación alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible

