

03-028

### **KANSEI EVALUATION OF VARIOUS MEANS OF TRANSPORTATION BY STUDENTS OF THE POLYTECHNIC SCHOOL (UNIVERSITY OF SEVILLE).**

Zamora-Polo, Francisco <sup>(1)</sup>; de las Heras, Ana <sup>(1)</sup>; Luque-Sendra, Amalia <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Sevilla

The management of cities is a major challenge for mankind. Kansei Engineering tries to relate the feelings and impressions of future users to the characteristics of products. In this paper, a questionnaire developed in the context of Kansei Engineering for the evaluation of various means of transportation is presented and validated. The questionnaire is applied to a sample of students of the Polytechnic School of the University of Seville. The results of the survey, given to 131 students of the Polytechnic School of the University of Seville, provide information about the students' preferences for the 7 means of transport analyzed. Among the most valued means of transport are the electric car and walking. At the other extreme are the collective means of transport. The principal component analysis allows the grouping of constructs and the validation of the analyzed questionnaire. Among the limitations of the work is the origin of the sample; in future works we intend to use a larger sample.

Keywords: Kansei engineering; intelligent product; smart city, sustainability.

### **EVALUACIÓN KANSEI DE DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR (UNIVERSIDAD DE SEVILLA).**

La gestión de las ciudades constituye un reto de primer nivel para la humanidad. La Ingeniería Kansei trata de relacionar los sentimientos e impresiones de los futuros usuarios con las características de los productos. En este trabajo, se presenta y valida un cuestionario desarrollado en el contexto de la ingeniería kansei para la evaluación de diversos medios de transporte. El cuestionario es aplicado en una muestra de estudiantes de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla. Los resultados de la encuesta suministrada a 131 estudiantes de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla permiten conocer las preferencias de los estudiantes ante los 7 medios de transportes analizados. Entre los medios de transporte más valorados se encuentran el coche eléctrico y el transporte a pie. En el otro extremo los medios de transporte colectivos. El análisis de componentes principales permite la agrupación de constructos y la validación del cuestionario analizado. Entre las limitaciones del trabajo se encuentra la procedencia de la muestra, en futuros trabajos se pretende utilizar una muestra más amplia.

Palabras claves: Ingeniería kansei; producto inteligente; ciudad inteligente, sostenibilidad.

Correspondencia: Francisco Zamora-Polo fzpolo@us.es



## 1. Introducción

Existe un creciente interés en el desarrollo y gestión de las ciudades. Se estima que en el año 2050 dos tercios de la humanidad vivirán en ciudades (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2019). La concentración urbana y los problemas medioambientales que de ello derivan suponen un reto para la comunidad investigadora. El estudio de la gestión de las ciudades en el siglo XXI sólo puede realizarse desde la perspectiva del desarrollo sostenible, entendido este como la satisfacción de las necesidades del presente sin poner en riesgo el desarrollo de las generaciones futuras (WCED, 1987). Por otro lado, el momento histórico que estamos viviendo está caracterizado por la aplicación sistemática y extensiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. No es de extrañar, que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) creara en el año 2001 un comité de Ciudades Inteligentes y Sostenibles.

El término de ciudad inteligente es el utilizado para definir la gestión de las ciudades mediante la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación orientada a la mejora de la competitividad y de la calidad de vida de las personas, entendidas estas desde un paradigma amplio del desarrollo sostenible (Chin, Callaghan y Lam, 2017; Su, Li y Fu, 2011).

Uno de los retos principales a los que se enfrentan la gestión de las grandes ciudades es el transporte de las personas y mercancías (Neirotti et al., 2014; Xiong et al., 2012).

Las Naciones Unidas han definido una agenda de desarrollo conocida como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se pretenden conseguir en el intervalo temporal comprendido entre los años 2015 y 2030 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). El ODS 11 está dedicado a la construcción de ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles.

La humanidad se está enfrentando a la gestión de una pandemia provocada por la COVID 19. La gestión de la pandemia tiene una clara repercusión en la gestión de las ciudades inteligentes (Sonn y Lee, 2020) y la gestión de los transportes (Cruz-Rodríguez et al., 2020).

Sin duda la presencia de la pandemia está afectando tanto al cumplimiento de la agenda de desarrollo sostenible de los ODS (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2020) como en la frecuencia y uso de los medios de transporte (Bao y Zhang, 2020; De Las Heras, Luque-Sendra y Zamora-Polo, 2020). La situación sanitaria pone en riesgo la apuesta que muchas de las ciudades habían realizado de disminuir la contaminación en las mismas mediante la potenciación de este tipo de medios colectivos (Yi y Nie, 2017).

El diseño de productos para las ciudades inteligentes supone un ámbito de trabajo profundamente motivador que está recabando el interés cada vez más elevado de la comunidad científica y que ocupa un eje fundamental dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la fabricación de productos para las industrias. De esta forma, Stilo et al. (2021) realizaron el análisis de las características deseadas por futuros usuarios de bicicletas eléctricas a partir de una encuesta realizada a 638 usuarios potenciales de este medio de transporte. En este trabajo se analizan las diferencias existentes entre los grupos a través de los resultados cuantitativos y los datos cualitativos fueron utilizados para la determinación de los diagramas de afinidad, los árboles de requerimientos y la casa de la calidad. El despliegue de la función de la calidad fue utilizado para determinar los requerimientos claves necesarios para satisfacer las demandas de los usuarios.

### 1.1. La ingeniería Kansei como metodología para el diseño de productos

Un desarrollo de productos basado en el conocimiento de las expectativas o los deseos del cliente permite a la empresa conseguir la conexión emocional que se produce entre producto y usuario se traduzca en una conexión emocional con la marca o empresa que los desarrolla, asegurando así la confianza y fiabilidad del consumidor hacia la marca, capitalizando el branding, más allá de un producto o servicio concreto (Hartono, 2020). Bajo este supuesto, se desarrolló el concepto de Ingeniería Kansei, como metodología cuantitativa que ayuda a los ingenieros diseñadores a incorporar la emoción, afecto y sentimientos como requerimiento en los productos y entornos industriales (Aguayo-González, Córdoba-Roldán y Lama-Ruiz, 2010). Este será el punto de partida para el desarrollo de la validación del cuestionario planteado.

El término kansei no tiene una traducción directa en el vocabulario occidental. El término procede del japonés. Kansei se compone del kanji “kan”, que significa sensibilidad y “sei”, que significa características, naturaleza, cualidad. Kansei, en general, se refiere a la sensibilidad, al afecto y a la emoción (M Nagamachi, 1992). Nagamachi da varias traducciones para tratar de explicar el término, definiendo Kansei como "la impresión que alguien obtiene de un determinado artefacto, medio ambiente o situación mediante todos sus sentidos, vista, olfato, gusto, audio, tacto, así como su propio reconocimiento" o "sentimiento psicológico" (Mitsuo Nagamachi, 2010; Mitsuo Nagamachi y Lokman, 2010).

Los usuarios tienen ahora una gran variedad de productos semejantes, y por tanto la toma de decisiones sobre la elección del producto se hace cada vez más complicada (Norman, 2005). Este hecho desencadena que el usuario no valore únicamente la funcionalidad, utilidad, seguridad y adecuado precio de los productos (conceptos satisfechos gracias a la evolución técnica), sino también las emociones y los sentimientos que le proporcionan. Esto ha provocado que en el ámbito del diseño y desarrollo de productos industriales sea cada vez más común el desarrollo de técnicas novedosas de diseño y desarrollo que se centran en investigar las necesidades del usuario para trasladarlas a los atributos del objeto de diseño. Con este enfoque se busca satisfacer al usuario cumpliendo con sus expectativas y deseos esperados (González-Cano et al., 2009).

En la actualidad, son muchas las investigaciones que aplican esta técnica para desarrollar productos relacionados con las ciudades inteligentes y que proporcionan un marco de trabajo de diseño sostenible (Guo, Qu, Nagamachi y Duffy, 2020; Hartono, 2020; Li y Zhu, 2020; Sutono et al., 2016).

Como se ha señalado anteriormente, la gestión del transporte en las grandes ciudades supone un reto de primer nivel. También lo es para las instituciones que en ellas se encuentran, entre ellas la universidad. Las universidades en el ejercicio de sus políticas de sostenibilidad deben potenciar el uso de medios de transporte menos contaminantes (Azzali y Sabour, 2018; Mateo-Babiano et al., 2020). De hecho, una parte importante de la huella ecológica de las universidades se debe al uso de los medios de transporte (Genta et al., 2019). Las universidades, de esta forma pueden convertirse de esta forma en laboratorios donde se pueden experimentar los cambios futuros que posteriormente serán aplicados a la ciudad en su conjunta. En este sentido, existen experiencias encaminadas a mejorar la gestión de la movilidad de los centros universitarios como pueden ser: la promoción de bicicletas compartidas, (Mateo-Babiano et al., 2020; Yi y Nie, 2017), la elaboración de planes de movilidad (Azzali y Sabour, 2018). Conocer las motivaciones de los estudiantes para usar uno u otro medio de transporte resulta crucial para ofrecer alternativas y para garantizar la adherencia a nuevas propuestas (Cattaneo et al., 2018).

## 2. Objetivos

Este trabajo forma parte de una línea de trabajo más amplia de diseño de productos para la ciudad inteligente. En una primera fase, queremos centrarnos en el diseño y valoración de medios de transporte para la población universitaria utilizando la Ingeniería Kansei. En este trabajo se pretenden explorar distintos kanseis para la elaboración de un modelo de encuesta que será aplicado en futuros trabajos. Por lo tanto, los objetivos que pretenden abordar la presente comunicación son:

1. Conocer los sentimientos que provoca el uso de 7 medios de transporte en una población de estudiantes universitarios
2. Evaluar las distintas correlaciones entre los sentimientos abordados para ver si es posible agruparlos en un mismo constructo.
3. Conocer y explorar la valoración de los diversos medios de transporte por parte de los estudiantes universitarios.

## 3. Metodología

### 3.1 Encuesta

Para el desarrollo del trabajo se utilizó una encuesta elaborada a partir de un trabajo previamente publicado por parte de los autores (Cruz-Rodríguez et al., 2020). La encuesta tiene dos grandes bloques, en el primero de ellos con carácter demográfico se pregunta por el género, edad, titulación. En un segundo bloque fueron analizados 7 formas de transporte: coche de combustión propio, autobús, metro, bicicleta convencional propia, bicicleta convencional de alquiler, caminar y coche eléctrico.

Figura 1: Medios de transporte analizados en la encuesta



El criterio para la elección de los medios de transporte es el siguiente. Los seis primeros, son los más utilizados por los estudiantes según trabajos anteriormente realizados (Cruz-Rodríguez et al., 2020). A estos se ha unido el coche eléctrico. A pesar de no estar entre los medios de transporte más utilizados, supone una alternativa al uso del coche de combustión (Simsekoglu, 2018). En trabajos anteriores, los usuarios de los medios de transporte (Cruz-Rodríguez et al., 2020) señalaron este medio de transporte como el preferido para sustituir su medio de transporte más habitual actual.

Para cada uno de estos medios de transporte los estudiantes tuvieron que valorar los siguientes atributos: rapidez, comodidad, libertad, felicidad, facilidad de acceso,

sostenibilidad, precio, eficiencia, identificación con el medio de transporte, seguridad frente a la COVID 19 y el grado de satisfacción con el medio de transporte utilizado. Como se señala en estudios previos, para el análisis de la percepción de los usuarios se suele utilizar una escala Likert con una escala 5, 7 ó 9 (Zuo y Wang, 2020). En este caso se ha considerado conveniente el uso de una escala Likert 1-7. El texto utilizado de la encuesta puede consultarse en las tablas 1-2.

**Tabla 1: Bloque I del cuestionario (variables socio-demográficas)**

Preg.	Texto	Tipología de la variable	Opciones
		Categoría	Masculino Femenino Prefiero no decirlo
Q1	Genero		Otro
Q2	Edad	Cuantitativo	Grado en Ingeniería Eléctrica Grado en Ingeniería Electrónica Industrial Grado en Ingeniería Mecánica Grado en Ingeniería Química Industrial Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica Industrial Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y Mecánica Doble Grado en Ing. Diseño Industrial y Desarrollo de Producto e Ing. Mecánica Máster Universitario en Diseño e Ingeniería de Productos e Instalaciones Industriales en entornos PLM y BIM Máster Universitario en Seguridad Integral en la Industria y Prevención de Riesgos Laborales
Q3	Titulación	Categoría	Otro

**Tabla 2: Bloque II del cuestionario (particularizado para todos los medios de transporte)**

Preg.	Texto	Tipología de la variable	Opciones
Q4 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es...	Ordinal	Likert 1-7 (Lento-rápido)
Q5 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es...	Ordinal	Likert 1-7 (Incómodo-cómodo)
Q6 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> me hace sentir	Ordinal	Likert 1-7 (Constreñido-Libre)
Q7 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> me hace sentir	Ordinal	Likert 1-7 (Infeliz-Feliz)
Q8 <sub>i</sub>	El <i>uso del medio de transporte i</i> es	Ordinal	Likert 1-7 (De difícil acceso-de fácil acceso)
Q9 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es	Ordinal	Likert 1-7 (Insostenible-sostenible)
Q10 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es	Ordinal	Likert 1-7 (Caro-barato)
Q11 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es	Ordinal	Likert 1-7 (Contaminante-no contaminante)
Q12 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es	Ordinal	Likert 1-7 (Inseguro-seguro)
Q13 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> es	Ordinal	Likert 1-7 (Ineficiente-eficiente)
Q14 <sub>i</sub>	Sobre el uso del <i>medio de transporte i</i>	Ordinal	Likert 1-7 (No me siento identificado-me siento identificado)
Q15 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> me hace sentir	Ordinal	Likert 1-7 (Inseguro frente a la COVID 19-seguro frente a la COVID 19)
Q16 <sub>i</sub>	El <i>medio de transporte i</i> me hace sentir	Ordinal	Likert 1-7 (Completamente insatisfecho-completamente satisfecho)

i=1 coche de combustión, i=2 coche eléctrico, i=3 autobús, i=4 metro, i=5 bicicleta convencional propia i=6 bicicleta de alquiler i=7 andar.

### 3.2 Muestra utilizada en el estudio

El desarrollo del cuestionario se realizó de forma virtual mediante la utilización de Google Forms de forma similar a otros trabajos previamente publicados (Zamora-Polo et al., 2019). La utilización de encuestas electrónicas tiene la ventaja de que garantiza el anonimato y la facilidad de tratamiento de los datos, pero tiene el inconveniente de que suele tener una menor tasa de respuestas (Ortega-Sánchez y Gómez-Trigueros, 2019; Sánchez-Martín et al., 2020).

Participaron en el estudio 131 estudiantes de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Sevilla con una edad promedio de 22,98 años. La distribución por género fue bastante equitativa estando constituida por un 54,2% de los participantes de género masculino

y un 45,8 de género femenino. Los estudiantes pertenecían a los diversos grados y máster universitarios que se imparten en el centro.

Los estudiantes fueron informados de la naturaleza del estudio, se consiguió el consentimiento informado de todos los participantes en el estudio. .

### 3.3. Tratamiento de los resultados

Para el análisis de los resultados la herramienta informática SPSS v26 fue utilizada (IBM, 2019).

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis descriptivo de los resultados obtenidos de cara a conocer cuál es la valoración que los distintos estudiantes dan a cada uno de los medios de transporte.

Para la determinación de la consistencia entre los distintos ítems de la encuesta el método alfa de Cronbach fue determinado (Cronbach, 1951). Este procedimiento permite comprobar si existe relación entre distintos ítems de una misma encuesta para intentar identificar diversos constructos. Para profundizar en este análisis, fue utilizado el análisis de componentes principales seleccionando los autovalores mayores que 1 y determinando el coeficiente de Bartlett y la métrica Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Kaiser, 1974).

## 4. Resultados y discusión

La tabla 3 muestra los valores medios de la valoración que realizaron los estudiantes a los diversos medios de transporte para las preguntas Q4-Q13 y Q15.

**Tabla 3: Valores medios para las preguntas Q4-Q13 y Q15**

Medio de transporte	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q15
Coche de Combustión	5,70	6,15	5,76	5,64	3,79	3,02	2,93	2,01	5,39	4,58	6,60
Coche eléctrico	5,72	6,06	5,83	5,84	3,03	5,60	2,30	5,75	5,90	5,63	6,63
Autobús	2,73	2,66	2,43	3,07	4,88	4,54	4,70	3,34	4,25	4,23	1,83
Metro	5,63	4,44	3,46	3,97	4,53	5,20	3,68	4,84	5,01	5,22	2,19
Bicicleta convencional propia	4,13	4,26	5,84	5,40	5,28	6,59	5,67	6,83	4,46	5,48	6,12
Bicicleta convencional de alquiler	3,97	3,51	4,78	4,29	4,77	6,19	5,32	6,66	4,47	5,24	4,91
Andar	2,76	5,06	6,41	6,02	4,67	6,74	6,83	6,90	6,00	5,36	5,90

Como se puede inferir de la tabla 1, en lo referente a la velocidad (Q4) los estudiantes valoran como los medios de transporte más lentos el autobús y caminar. En el lado opuesto se encuentra el coche de combustión, el coche eléctrico y el metro. Con respecto a la comodidad (Q5) los estudiantes valoran muy positivamente el coche de combustión y el coche eléctrico, estando en el extremo opuesto el autobús y la bicicleta convencional de alquiler. Si se valoran las formas de transporte con respecto a la libertad que sienten los estudiantes (Q6), la opción que aparece como mejor valorada es la de caminar, seguida por el uso del coche eléctrico y de combustión. El medio de transporte que aparece como mejor valorado en lo referente a la

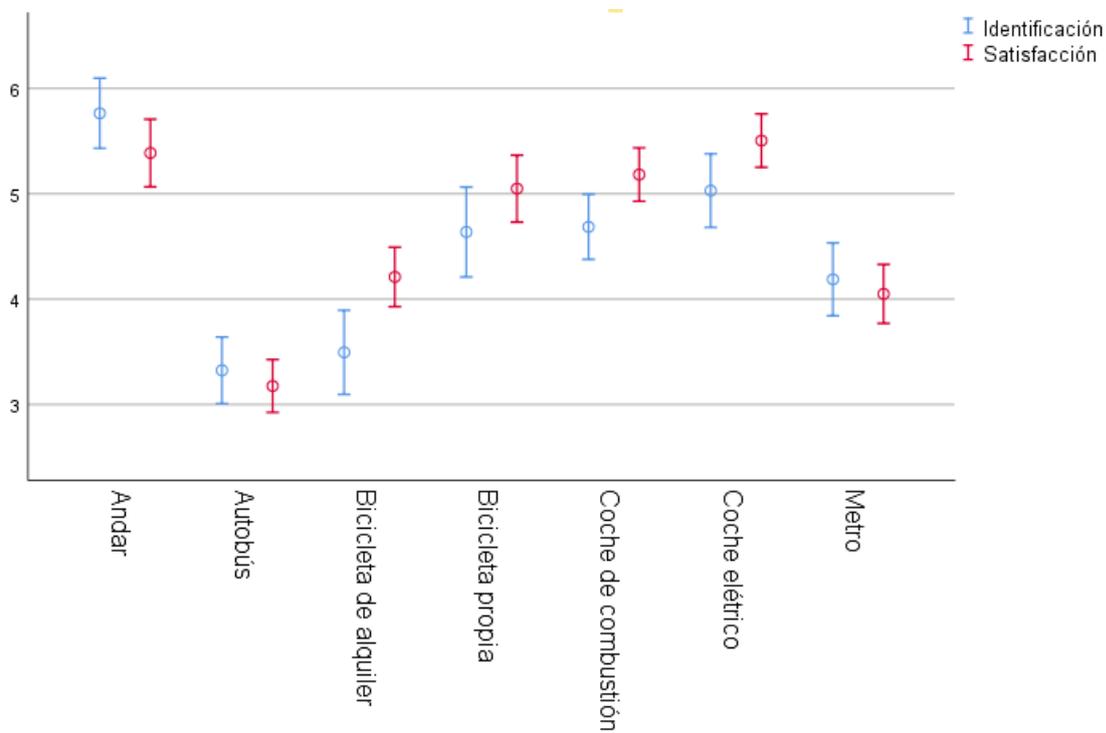
felicidad (Q7) vuelve a ser andar, seguido por el uso del coche. Son los medios de transporte colectivos los que alcanzan una menor puntuación en este ámbito. Con respecto a la facilidad de acceso (Q8), es la bicicleta convencional propia la que obtiene una mayor puntuación. La pregunta Q9 hace referencia a la sostenibilidad, siendo los medios de transporte más valorados caminar, la bicicleta convencional propia y la bicicleta convencional de alquiler. En lo referente al precio (Q10), estos tres medios de transporte vuelven a ser los más valorados, siendo los coches (eléctrico y de combustión) los que presentan una menor valoración. Cuando los estudiantes valoran los distintos medios de transporte en función de la contaminación que generan, los más valorados vuelven a ser las bicicletas, caminar y en este caso está entre los más valorados el coche eléctrico. La pregunta Q12 versa acerca de la seguridad, en líneas generales los estudiantes consideran que los distintos medios de transporte que se valoran son bastante seguros, si bien es cierto que el que obtiene una mejor puntuación es el transporte a pie, siendo el peor valorado el autobús. En lo referente a la eficiencia (Q13) no existen grandes diferencias entre las puntuaciones otorgadas por los estudiantes a los distintos medios de transporte. Un dato que puede ser interesante en la actual situación de pandemia es el grado de seguridad con respecto a la COVID 19 manifiestan los estudiantes (Q15). En este sentido, los estudiantes valoran como más seguros la utilización del coche eléctrico y de combustión, seguido de la bicicleta propia convencional. En el otro extremo se encuentran los medios de transporte colectivos (autobús y metro) que son valorados negativamente en este aspecto.

El estudio realizado permite conocer las emociones que cada uno de los medios de transporte genera en los usuarios. El análisis de estas emociones tiene un gran valor para la promoción y diseño medios de transporte que sean más sostenibles (Fürst, 2014). Así lo atestiguan trabajos previos. Por ejemplo, Páez y Whalen (2010) analizaron entre otras variables las actitudes hacia los viajes con el objetivo de estimar el deseo de viajar más o menos. En este trabajo. Fürst (2014) analizó las respuestas de más de 28000 estudiantes de Alemania, Austria y Suiza con el objetivo de establecer estrategias segmentadas para promover el transporte sostenible hacia la universidad.

La figura 2 muestra los valores promedios y los intervalos de confianza al 95% para las respuestas a las preguntas acerca de la identificación con el medio de transporte (Q14) y grado de satisfacción (Q16). Como se puede observar, el medio de transporte con una mayor valoración en el nivel de satisfacción es el coche eléctrico con una puntuación de 5,50 sobre 7 seguido por el transporte a pie. En el otro extremo se encontrarían los medios de transporte colectivos, obteniendo la menor puntuación el autobús, seguido por el metro.

Se puede inferir de los resultados del trabajo que el coche de combustión presenta una buena valoración por parte de los estudiantes, por lo que hay que establecer estrategias, políticas y acciones encaminadas a la promoción de los medios de transporte más sostenibles (Limanond, Butsingkorn y Chermkhunthod, 2011). Estas políticas estarían en consonancia con los objetivos de la Comisión Europea de reducir la dependencia de los vehículos de combustión (Pitsiava-Latinopoulou, Basbas y Gavanas, 2013). En el ámbito universitario esto podría contribuir a la reducción de la huella de carbono que está íntimamente relacionada con la movilidad (Genta et al., 2019).

**Figura 2: Valores promedios del nivel de identificación con el medio de transporte (Q14) y satisfacción (Q16)**



En lo referente al análisis factorial, un coeficiente KMO de 0,800 fue obtenido, lo cual indica que el análisis factorial es notable (Kaiser, 1974), la prueba de esfericidad de Bartlett arrojó un nivel de significatividad inferior a 0,05 por lo que puede ser aceptado.

La tabla 2 recoge la matriz de componentes rotadas para cada una de las variables obtenidas mediante el método de rotación Varimax con normalización Kaiser. Se han señalado en negrita los valores superiores a 0,5. De dicha tabla se puede inferir que la primera componente principal está asociada fundamentalmente a la rapidez, comodidad, libertad, felicidad, a la seguridad y a la seguridad frente a la COVID. La segunda componente incluye

fundamentalmente la contaminación, el precio y la contaminación. La tercera componente se corresponde a la facilidad de acceso y la eficiencia.

**Tabla 4: Análisis de componentes principales de las respuestas de los estudiantes**

Pregunta	Componentes		
	1	2	3
Q4	<b>,543</b>	-,445	,476
Q5	<b>,823</b>	-,231	,286
Q6	<b>,867</b>	,260	,000
Q7	<b>,867</b>	,142	,142
Q8	-,052	,303	<b>,739</b>
Q9	,182	<b>,841</b>	,223
Q10	-,088	<b>,764</b>	,174
Q11	,177	<b>,855</b>	,041
Q12	<b>,596</b>	,040	,348
Q13	,416	,324	<b>,558</b>
Q15	<b>,797</b>	,118	-,319

Para corroborar los resultados anteriores, un análisis de fiabilidad mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach fue realizado. En la tabla 3 se muestran los resultados de dicho análisis.

**Tabla 5: Resultados del análisis de fiabilidad de Cronbach**

Constructo	Preguntas incluidas	$\alpha$ Cronbach
1	Q4-Q7, Q12 y Q15	0,808
2	Q9-Q11	0,809
3	Q8 y Q13	0,422

De los resultados obtenidos en la tabla anterior se puede inferir que, según el procedimiento establecido por Cronbach, los constructos 1 y 2 están presentan un valor mayor que 0,7, límite establecido por algunos estudios como adecuado (Gong et al., 2019; Lai, Hsiao y Hsieh, 2018; Peterson, 1994), siendo inferior a esta cifra la agrupación de las preguntas 8 y 13.

Otra cuestión que se debería evaluar es hasta qué punto las preguntas 12 y 15 y las preguntas 9 y 11 están asociadas entre sí. Para ello se realizó un análisis de fiabilidad de las preguntas 12 y 15, obteniendo un coeficiente alfa de Cronbach igual a 0,466 y de las preguntas 9 y 11 obteniendo un coeficiente de 0,880. De esta forma, se puede concluir que los usuarios de la encuesta distinguen la seguridad del medio de transporte de la seguridad frente a la COVID 19. Este resultado invita a mantener ambas preguntas. Por el contrario, las preguntas 9 y 11 presentan una alta relación por lo tanto se podría eliminar una de ellas.

## 5. Conclusiones

De las respuestas de valoración emocional de los estudiantes a cada uno de los medios de transporte se pueden inferir diferencias entre los distintos medios de transporte. En cada uno de los ítems valorados los estudiantes muestran su preferencia. Resulta interesante y novedoso la valoración que los estudiantes hacen de los medios de transporte respecto a la seguridad por COVID 19, valorando en este ámbito de forma negativa los medios de transporte colectivos.

De estudio de las respuestas de los estudiantes, se puede inferir que las preguntas podrían ser asociadas a tres constructos mediante la utilización del análisis por componentes principales. El primero de ellos está relacionado con la experiencia del usuario con el medio de transporte, el segundo con los factores de carácter medio ambiental y el precio. Incluyendo el tercero la eficiencia y la facilidad de acceso. Los agrupamientos de los dos primeros constructos han sido confirmados mediante el cálculo del alfa de Cronbach sin que los resultados de esta prueba recomienden la agrupación del tercer clúster.

Del análisis de los resultados del cuestionario, se puede afirmar que existe una elevada correlación entre las variables Q9 y Q11, por lo que se podrían agrupar en una sola. No se ha encontrado esta relación para las variables

Los resultados obtenidos en el estudio permiten analizar el grado de satisfacción ante diversos medios de transporte de una muestra de 131 estudiantes. Se puede observar que los medios de transporte que se valoran con una menor puntuación se corresponden con los medios de transporte colectivos (metro y autobús) y la bicicleta de alquiler. Los medios de transporte más valorados son el coche eléctrico y el transporte a pie.

### 5.1. Limitaciones y líneas de trabajo futuras

La principal limitación del trabajo es la composición de la muestra utilizada. Los estudiantes proceden de un centro universitario. En el futuro se pretende ampliar el campo de estudio en otros centros de la Universidad de Sevilla y de otras universidades tanto nacionales como extranjeras. Por otro lado, sería interesante analizar en el futuro si los resultados obtenidos en la comunidad universitaria pueden ser extrapolados a la población adulta. Estos estudios serán objeto de futuras investigaciones.

Los resultados del presente trabajo constituyen la base para la realización de futuros trabajos encaminados al diseño de medios de transporte más sostenibles que vayan dirigidos a estudiantes universitarios. Conocer cuál es la opinión de cada uno de los medios de transporte en el momento actual, puede llevar a proponer mejoras a los ya existentes o bien alternativas hasta ahora no exploradas como la bicicleta eléctrica de alquiler o bien sistemas de economía colaborativa. En este sentido, el cuestionario aquí desarrollado puede ser una herramienta interesante para la realización de estos análisis agrupando las preguntas Q9 y Q11 en una única pregunta.

## 5. Referencias

- Aguayo-González, F., Córdoba-Roldán, A., & Lama-Ruiz, J. R. (2010). Ingeniería Kansei for aesthetics. *Dyna Ingeniería e Industria*, 85(3), 489–503. <https://doi.org/10.6036/3844>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Obtenido el 16 de abril 2021 desde [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)
- Azzali, S., & Sabour, E. A. (2018). A framework for improving sustainable mobility in higher education campuses: The case study of Qatar University. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 603–612. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.07.010>
- Bao, R., & Zhang, A. (2020). Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in

- northern China. *Science of The Total Environment*, 731, 139052.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139052>
- Cattaneo, M., Malighetti, P., Morlotti, C., & Paleari, S. (2018). Students' mobility attitudes and sustainable transport mode choice. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(5), 942–962. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2017-0134>
- Chin, J., Callaghan, V., & Lam, I. (2017). Understanding and personalising smart city services using machine learning, The Internet-of-Things and Big Data. *2017 IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, 2050–2055.  
<https://doi.org/10.1109/ISIE.2017.8001570>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- 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>
- De Las Heras, A., Luque-Sendra, A., & Zamora-Polo, F. (2020). Machine Learning Technologies for Sustainability in Smart Cities in the Post-COVID Era. *Sustainability*, 12(22), 9320. <https://doi.org/10.3390/su12229320>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (2019). *World Urbanization Prospects. The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. Obtenido el 16 de abril 2021 desde: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (2020). *The Sustainable Development Goals Report*. Obtenido el 16 de abril 2021 desde: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>
- Fürst, E. (2014). Making the way to the university environmentally sustainable: A segmentation approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 31, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.017>
- Genta, C., Favaro, S., Sonetti, G., Barioglio, C., & Lombardi, P. (2019). Envisioning green solutions for reducing the ecological footprint of a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 20(3), 423–440.  
<https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2019-0039>
- Gong, Z., Li, X., Liu, J., & Gong, Y. (2019). Machine learning in explaining nonprofit organizations' participation: a driving factors analysis approach. *Neural Computing and Applications*, 31(12), 8267–8277. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3858-6>
- González-Cano, M., Aguayo-González, F., Lama, J. R., & Pérez-Gutiérrez, J. R. (2009). Ingeniería Kansei para un diseño de productos centrado en los usuario. *Técnica Industrial*, 280, 68–74.
- Guo, F., Qu, Q.-X., Nagamachi, M., & Duffy, V. G. (2020). A proposal of the event-related potential method to effectively identify kansei words for assessing product design features in kansei engineering research. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 76, 102940. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102940>
- Hartono, M. (2020). The modified Kansei Engineering-based application for sustainable service design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 79, 102985.  
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102985>
- IBM. (2019). *SPSS 26.0. Developer's guide*. Chicago, Illinois (USA).
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31–36.  
<https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- Lai, H.-M., Hsiao, Y.-L., & Hsieh, P.-J. (2018). The role of motivation, ability, and opportunity in university teachers' continuance use intention for flipped teaching. *Computers & Education*, 124, 37–50. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2018.05.013>
- Li, Y., & Zhu, L. (2020). Extracting knowledge for product form design by using multiobjective optimisation and rough sets. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and*

- Manufacturing*, 14(1). <https://doi.org/10.1299/jamdsm.2020jamdsm0009>
- Limanond, T., Butsingkorn, T., & Chermkhunthod, C. (2011). Travel behavior of university students who live on campus: A case study of a rural university in Asia. *Transport Policy*, 18(1), 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.07.006>
- Mateo-Babiano, I., Tiglao, N. M. C., Mayuga, K. A., Mercado, M. A., & Abis, R. C. (2020). How can universities in emerging economies support a more thriving cycling culture? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86, 102444. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102444>
- Nagamachi, M. (1992). Kansei engineering and its method. *Management System*, 2(2), 97–105.
- Nagamachi, Mitsuo. (2010). *Kansei/Affective Engineering* (Mitsuo Nagamachi, Ed.). <https://doi.org/10.1201/EBK1439821336>
- Nagamachi, Mitsuo, & Lokman, A. M. (2010). *Innovations of Kansei Engineering*. <https://doi.org/10.1201/EBK1439818664>
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
- Norman, D. (2005). *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. Basic Books.
- Ortega-Sánchez, D., & Gómez-Trigueros, I. (2019). Massive Open Online Courses in the Initial Training of Social Science Teachers: Experiences, Methodological Conceptions, and Technological Use for Sustainable Development. *Sustainability*, 11(3), 578. <https://doi.org/10.3390/su11030578>
- Páez, A., & Whalen, K. (2010). Enjoyment of commute: A comparison of different transportation modes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(7), 537–549. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.04.003>
- Peterson, R. A. (1994). A Meta-Analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. *Journal of Consumer Research*. <https://doi.org/10.1086/209405>
- Pitsiava-Latinopoulou, M., Basbas, S., & Gavanas, N. (2013). Implementation of alternative transport networks in university campuses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 14(3), 310–323. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2011-0084>
- Sánchez-Martín, J., Corrales-Serrano, M., Luque-Sendra, A., & Zamora-Polo, F. (2020). Exit for success. Gamifying science and technology for university students using escape-room. A preliminary approach. *Heliyon*, 6(7), e04340. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04340>
- Simsekoglu, Ö. (2018). Socio-demographic characteristics, psychological factors and knowledge related to electric car use: A comparison between electric and conventional car drivers. *Transport Policy*, 72, 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.03.009>
- Sonn, J. W., & Lee, J. K. (2020). The smart city as time-space cartographer in COVID-19 control: the South Korean strategy and democratic control of surveillance technology. *Eurasian Geography and Economics*, 61(4–5), 482–492. <https://doi.org/10.1080/15387216.2020.1768423>
- Stilo, L., Segura-Velandia, D., Lugo, H., Conway, P. P., & West, A. A. (2021). Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100347>
- Su, K., Li, J., & Fu, H. (2011). Smart city and the applications. *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC)*, 1028–1031. <https://doi.org/10.1109/ICECC.2011.6066743>
- Sutono, S. B., Abdul-Rashid, S. H., Aoyama, H., & Taha, Z. (2016). Fuzzy-based Taguchi method for multi-response optimization of product form design in Kansei engineering: a case study on car form design. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 10(9), JAMDSM0108–JAMDSM0108.

<https://doi.org/10.1299/jamdsm.2016jamdsm0108>

WCED. (1987). *Our Common future - The Brundland Report*.

Xiong, Z., Sheng, H., Rong, W., & Cooper, D. E. (2012). Intelligent transportation systems for smart cities: a progress review. *Science China Information Sciences*, 55(12), 2908–2914. <https://doi.org/10.1007/s11432-012-4725-1>

Yi, H.-B., & Nie, Z. (2017). Mobility Innovation through an Efficient Mobile System for Bike Sharing on Campus. *2017 International Conference on Network and Information Systems for Computers (ICNISC)*, 153–157. <https://doi.org/10.1109/ICNISC.2017.00040>

Zamora-Polo, F., Corrales-Serrano, M., Sánchez-Martín, J., & Espejo-Antúnez, L. (2019). Nonscientific University Students Training in General Science Using an Active-Learning Merged Pedagogy: Gamification in a Flipped Classroom. *Education Sciences*, 9(4), 297. <https://doi.org/10.3390/educsci9040297>

Zuo, Y., & Wang, Z. (2020). Subjective Product Evaluation System Based on Kansei Engineering and Analytic Hierarchy Process. *Symmetry*, 12(8), 1340. <https://doi.org/10.3390/sym12081340>

### Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

