

04-031

ENVIRONMENTAL IMPACT OF SEMI-PRESENCE IN THE UNIVERSITY CAUSED BY THE COVID 19.

Zamora-Polo, Francisco ⁽¹⁾; de las Heras, Ana ⁽¹⁾; Luque-Sendra, Amalia ⁽¹⁾; Cruz-Rodríguez, Javier ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad de Sevilla, ⁽²⁾ Profesional de la Ingeniería del Diseño

Universities have shown a growing interest in evaluating the environmental impact of their activity. One of the aspects being evaluated is the intercity mobility associated with university activity. The current situation of pandemic caused by Covid 19 is causing a change in the presence of university studies. The aim of this communication is to evaluate in environmental terms what is being the change in the pattern of student mobility. In this way the interuniversity mobility will be evaluated in the pandemic situation and compared with the previous situation. For the development of the work, a previously published mobility survey is used and the impact in terms of kg of CO₂ is obtained according to the kilometers travelled and the means of transport used. The results show a decrease in the environmental impact due to the reduction of student mobility.

Keywords: Environmental impact; mobility; university; covid19.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA SEMIPRESENCIALIDAD EN LA UNIVERSIDAD PROVOCADO POR LA ENFERMEDAD DE COVID 19.

Las universidades han mostrado un creciente interés por evaluar el impacto ambiental de su actividad. Uno de los aspectos necesarios para evaluar este impacto es la movilidad interurbana asociada a la actividad universitaria. La actual situación de pandemia provocada por Covid 19 está provocando un cambio en la presencialidad de los estudios universitarios. El objetivo de esta comunicación es evaluar en términos medioambientales cuál está siendo el cambio en el patrón de movilidad de los estudiantes. De esta forma, se evaluará la movilidad interuniversitaria en la situación de pandemia y se comparará con la situación previa. Para el desarrollo del trabajo se utiliza una encuesta de movilidad previamente publicada y se obtiene el impacto en término de kg de CO₂ en función de los kilómetros recorridos y el medio de transporte utilizado. Los resultados muestran una disminución del impacto ambiental debido a la reducción de la movilidad de los estudiantes.

Palabras claves: Impacto ambiental; movilidad; universidad; covid19.

Correspondencia: Francisco Zamora Polo fzpolo@us.es



1. Introducción

Existe un creciente interés por el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad. El desarrollo sostenible entendido como aquel que satisface las necesidades presentes sin poner en riesgo el desarrollo de las generaciones futuras (World Commission on Environment and Development, 1987) supone un reto de primer nivel tanto a nivel científico como político.

Las Naciones Unidas han establecido una agenda de trabajo, conocida como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015), que supone la continuación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Los ODS abarcan un período temporal comprendido entre los años 2015-2030. La agenda está constituida por 17 objetivos, 169 metas y 132 indicadores. La consecución de los ODS requiere de la participación y coordinación de múltiples actores: administraciones públicas, organizaciones no gubernamentales, empresas, etc. (Sachs, 2012; Zamora-Polo et al., 2019).

Entre las organizaciones comprometidas con el cumplimiento de los ODS deberían estar las universidades (Boni, Lopez-Fogues y Walker, 2016; Fissi, Romolini, Gori y Contri, 2021; Leal Filho et al., 2019; Zamora-Polo y Sánchez-Martín, 2019; Zamora-Polo et al., 2019). Las universidades pueden contribuir al desarrollo de los ODS desde cada una de sus funciones (Boni et al., 2016; Zamora-Polo et al., 2019): las universidades son generadoras de conocimiento mediante la investigación, por otro lado, se encargan de formar a los futuros profesionales y ciudadanos. Por último, las universidades pueden constituirse como laboratorios para articular nuevas formas de organización de la sociedad tanto en el ámbito de la gobernanza universitaria como en el desarrollo de la actividad universitaria y como fuente de políticas que redunden en la construcción de un mundo más justo.

En el contexto de las universidades como promotoras de la sostenibilidad, algunos autores han desarrollado el concepto de “campus verde” (Fissi et al., 2021). Según estos autores, las universidades pueden contribuir a la sostenibilidad mediante la enseñanza, la investigación, la promoción de la sostenibilidad y el funcionamiento habitual de los campus. En este último ámbito se pueden encontrar aspectos como la construcción sostenible de centros universitarios, la gestión de los residuos universitarios y la compra sostenible, incluyendo la movilidad sostenible. De esta forma, la promoción de medios de transporte más sostenibles puede tener un efecto positivo sobre el medio ambiente, la economía y la salud de los usuarios (Zhou, 2016).

El análisis de la huella ecológica y del impacto ambiental de las universidades ha sido objeto de múltiples investigaciones (Lo-lacono-Ferreira, Capuz-Rizo y Torregrosa-López, 2018; Lo-lacono-Ferreira, Torregrosa-López y Capuz-Rizo, 2016, 2017). En trabajos anteriores se ha mostrado como la movilidad es uno de los aspectos más considerados en el cálculo de la huella ecológica de las universidades (Lo-lacono-Ferreira et al., 2016).

En este sentido, la movilidad universitaria ha sido ampliamente analizada en la literatura científica. De esta forma, las motivaciones para andar en contextos tropicales fueron analizadas por Ramakreshnan et al. (2020). Las infraestructuras juegan un papel crucial de cara a la promoción de la movilidad sostenible como demuestran Azzali y Sabour (2018) analizando el uso de los diversos medios de transporte para acudir a una Universidad de Qatar, como paso previo para elaborar un plan de movilidad. En un estudio realizado en la Universidad de Bérgamo (Cattaneo et al., 2018) mostró que el 77% de los estudiantes utilizaban medios de transporte sostenibles incluyendo entre estos los medios de transporte públicos colectivos. No obstante, encontraron diferencias en el uso de los medios de transporte en los diversos campus de la ciudad. Un estudio de la Universidad de Tesalónica (Pitsiava-Latinopoulou, Basbas y Gavanias, 2013) mostró que la mayor parte de los estudiantes (45,8%) acudía a la universidad en transporte público, si bien es cierto que un

25,5% de los estudiantes acudía en vehículo motorizado propio, un 24,8% acudía a pie y un 2,5% acudía en bicicleta.

La Universidad de Sevilla (US) es una institución de educación superior que fue fundada en 1505 y que actualmente acoge a cerca de 71000 estudiantes en sus diversos estudios de grado, posgrado y doctorado. La US cuenta con diversos campus que están diseminados a lo largo de la ciudad.

En un trabajo previo fueron estudiados los patrones de movilidad en dos escuelas de ingeniería, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) y la Escuela Politécnica Superior (EPS) (Cruz-Rodríguez et al., 2020). En este trabajo se encontraron diferencias en el uso de los medios de transporte utilizados en la movilidad hacia cada uno de los centros universitarios. La EPS actualmente se encuentra situada en el interior de la ciudad teniendo un fácil acceso por transporte público (metro y autobús), estando situada la ETSI en el parque científico tecnológico “Isla de la Cartuja”, más apartada de los núcleos residenciales. En este trabajo también se exploraban las motivaciones para el uso de los distintos medios de transporte as como la satisfacción de los usuarios con el medio de transporte preferido. Las diferencias encontradas estaban básicamente relacionadas con la disponibilidad de los medios de transporte, si bien es cierto que existía una valoración menos elevada en los medios de transporte públicos colectivos. Este trabajo fue realizado antes de la declaración de pandemia por parte de la Organización Mundial de la Salud.

En la actualidad la humanidad se enfrenta a una pandemia por el virus SARs-COV 2 (COVID 19). Las Naciones Unidas han advertido que se puede poner en riesgo el cumplimiento de los ODS debido a la presencia de esta enfermedad infecciosa (Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, 2020).

La irrupción de la COVID 19 supone un reto de primer nivel para los sistemas educativos y en particular para el sistema universitario. Algunos autores han reflexionado acerca de cómo la actual situación sanitaria a la que se enfrenta el mundo está mostrando, aún más si cabe, la necesidad de una enseñanza centrada en las competencias de los estudiantes (Qadir y Al-Fuqaha, 2020). Las instituciones de educación superior han tenido que readaptar su docencia a las necesidades sanitarias y el distanciamiento social, en parte mediante el uso de la digitalización (Mhlanga y Moloji, 2020; Watermeyer et al., 2020).

La reducción de la presencialidad en los contextos universitarios supone una modificación a la baja de la necesidad de movilidad por parte de los estudiantes universitarios. Hasta donde nosotros sabemos, no ha sido explorada la diferencia entre los patrones de movilidad antes y después de la presencia de la pandemia con la correspondiente variación del impacto ambiental que la actividad universitaria tiene. Este trabajo pretende explorar estos aspectos.

2. Objetivos

El trabajo que aquí se presenta pretende abordar los siguientes objetivos:

- Evaluar los patrones de movilidad en estudiantes universitarios de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla en una situación de semipresencialidad.
- Analizar las motivaciones para la elección de los distintos medios de transporte.
- Comparar los resultados obtenidos con otros previamente publicados en una situación pre-pandémica.

3. Metodología

3.1. Cuestionario

Para el desarrollo del trabajo se tomó como base el cuestionario previamente desarrollado y utilizado en una investigación previa (Cruz-Rodríguez et al., 2020).

El cuestionario se encuentra dividido en 4 bloques. El primero de ellos con carácter sociológico incluye preguntas acerca del género (P1) incluyendo como opciones: masculino, femenino, prefiero no decirlo y otro, edad (P2), titulación, indicando como opción las ofertadas en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla durante el curso 2020/21 (P3), curso (P4). El segundo bloque pretende conocer cuáles fueron las preferencias para el transporte a la EPS durante el primer cuatrimestre del curso 2020/21 (tabla 1).

Tabla 1: Preferencias del uso de medios de transporte durante el primer semestre del curso 20/21 (Preguntas 5-7)

Preg.	Texto	Tipología de la variable	Opciones
P5	¿Cuántas veces acudiste a la EPS en término promedio por semana durante el primer semestre en el período lectivo del primer semestre (sin contar los exámenes)?	Cuantitativo	
P6	Dirección de partida para el viaje hacia la EPS (Basta con indicar calle, número y localidad.)	Texto	Coche Bicicleta Motocicleta Patinete Autobús Metro/tranvía A pie
P7	Tipo de transporte utilizado preferentemente para acudir a la EPS en el primer cuatrimestre.	Categoría	Tren de cercanías

En función de la respuesta a la pregunta P7, la pregunta P8 establecía el tipo de medio de transporte y la P9 el número de pasajeros en el caso de vehículos compartidos (tabla 2).

Tabla 2: Tipología del medio de transporte y número de pasajeros (Preguntas 8 y 9)

Preg.	Texto	Tipología de la variable	Opciones
		Categoría	Si P7="coche" Coche eléctrico propio Coche de combustión propio Coche híbrido propio Coche eléctrico alquiler Coche híbrido alquiler Otro Si P7="bicicleta" Propia convencional Propia eléctrica Alquiler convencional Alquiler eléctrica Otra Si P7="motocicleta" Eléctrica propia Combustión propia Eléctrica alquiler Combustión alquiler Otra Si P7="patinete" Patinete eléctrico propio Patinete eléctrico de alquiler Otro
P8	Tipo del medio de transporte		
P9	Número de pasajeros sin contarte a ti.	Texto	Sólo valida si P7="coche" o "motocicleta"

El siguiente bloque de preguntas pretendía valorar las opciones por las cuales se seleccionaba el medio de transporte solicitando que el estudiante evaluara las características mostradas en la tabla 3.

Tabla 3: Opinión de los estudiantes acerca del medio de transporte más utilizado durante el primer cuatrimestre del curso 20/21

Preg.	Texto	Tipología de la variable	Opciones
P10	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Lento-rápido)
P11	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Incómodo-cómodo)
P12	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS me hace sentir	Ordinal	Likert 1-7 (Constreñido-Libre)
P13	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS me hace sentir	Ordinal	Likert 1-7 (Infeliz-feliz)
P14	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Difícil acceso-fácil acceso)
P15	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Insostenible-sostenible)
P16	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Caro-Barato)
P17	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Contaminante-no contaminante)
P18	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Inseguro-Seguro)
P19	El medio de transporte más utilizado para venir a la EPS es	Ordinal	Likert 1-7 (Ineficiente-eficiente)
P20	Sobre el medio de transporte más utilizado para venir a la EPS	Ordinal	Likert 1-7 (No me siento identificado-me siento identificado)
P21	Sobre el medio de transporte más utilizado para venir a la EPS		Likert 1-7 (Me hace sentir inseguro frente al COVID- Me hace sentir seguro frente al COVID)

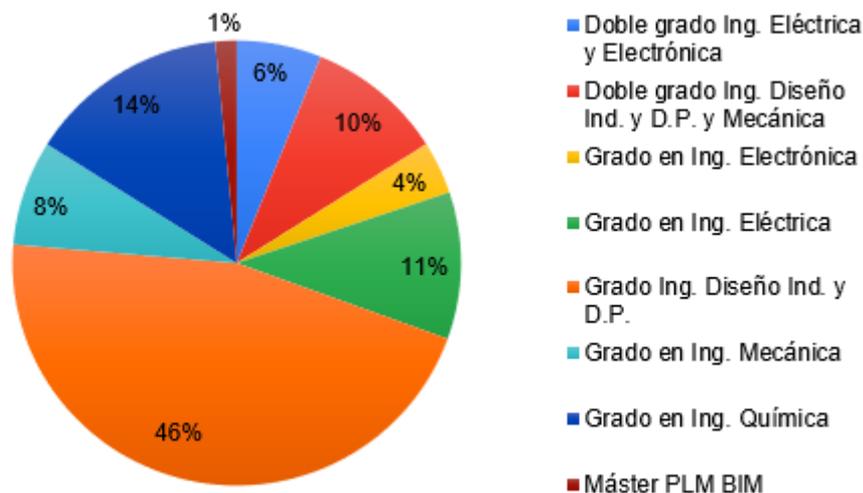
Por último en el bloque cuarto se preguntaba si los estudiantes deseaban cambiar de medios de transporte (P22) y en el caso que la respuesta fuera positiva que indicaran a qué medio de transporte desearían cambiar (P23) y el motivo de la elección (P24).

3.2. Muestra utilizada

Para el desarrollo del estudio, debido a su carácter exploratorio, una muestra no determinística fue utilizada. Los estudiantes proceden de los últimos cursos de titulaciones de grado y estudiantes de máster de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla. La participación en el estudio fue voluntaria, los estudiantes fueron informados de la naturaleza del estudio, mediante la obtención de un consentimiento informado. Las encuestas fueron realizadas de forma virtual mediante la utilización de la herramienta GoogleForms (Cruz-Rodríguez et al., 2020; Ferrandiz, Fonseca y Banawi, 2016; Ortega-Sánchez y Gómez-Trigueros, 2019). Se optó por esta herramienta debido a su carácter versátil, a que garantiza el anonimato de las respuestas y que se trata de una herramienta interesante en el contextual actual de semipresencialidad.

Un total de 134 personas rellenaron la encuesta, de las cuales 3 personas manifestaron su deseo de no participar en la misma, por lo que se cuenta con 131 formularios correctamente contestados. La distribución de los estudiantes en función de su titulación puede observarse en la Figura 1. La edad media de los estudiantes encuestados fue de 22,98 años, oscilando la edad entre los 19 y los 38 años. En lo referente al género, el 54,2% de los participantes en la muestra son de género masculino 45,8% de género femenino. Estos porcentajes difieren considerablemente respecto a otros estudios de ingeniería y puede deberse a la elevada presencia de estudiantes de género femenino en el título de Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (Cruz-Rodríguez et al., 2020).

Figura 1: Distribución de estudiantes en función de la titulación



3.3. Análisis estadístico de los resultados

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el software informático SPSS v 26 (IBM, 2019).

Para el estudio de las motivaciones de los estudiantes se utilizó un análisis factorial mediante componentes principales. Se utilizó para como método de extracción uno basado en que los autovalores fueran mayores que 1 y el número de iteraciones máximo para alcanzar la convergencia se fijó en 100. Como método para evaluar la bondad del análisis se determinó el test de esfericidad de Barlett y la métrica propuesta por Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Kaiser, 1974). Para la evaluación de los constructos se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951).

3.4. Determinación de la huella de carbono

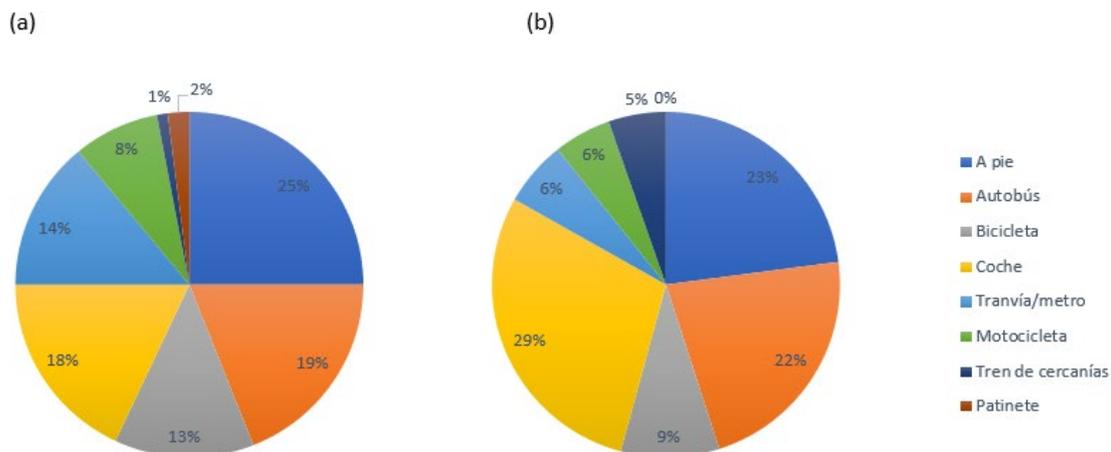
De cara a la obtención de los kg de CO₂ emitidos por semana por estudiante se utilizará un procedimiento análogo al descrito en Cruz-Rodríguez et al. (2020). Para la determinación de los kilómetros recorridos por cada estudiante se utilizará la herramienta informática Google Maps (Alphabet Inc, 2020). Se tendrán en cuenta las emisiones de los distintos medios de transporte: coche con motor de combustión (López Álvarez y Blanco Heras, 2008), coche híbrido (Generalitat de Catalunya, 2010), motocicleta de combustión (López Álvarez y Blanco Heras, 2008), motocicleta eléctrica (Ministerio de Transición y Ecológica y Cambio Demográfico, 2020), autobús (López Álvarez y Blanco Heras, 2008), tren (Generalitat de Cataluña, 2010), tranvía (Generalitat de Cataluña, 2010) y metro (Generalitat de Cataluña, 2010).

Del mismo modo se tendrá en cuenta el nivel de ocupación tanto para el coche con motor de combustión (López Álvarez y Blanco Heras, 2008) como para el coche híbrido (Generalitat de Cataluña, 2010).

4. Resultados

La figura 2 muestra la utilización de los medios de transporte en el presente estudio y la comparación con otro estudio previamente publicado (Cruz-Rodríguez et al., 2020) del mismo centro universitario en una situación previa a la pandemia. Del análisis de estos resultados se puede extraer que se ha producido un ligero aumento en el uso del autobús, y una reducción muy considerable del uso del metro y tranvía. Se ha producido un aumento considerable del uso del tren y del coche. Los resultados mostrados en la figura 2 muestran una tendencia que será analizada con una mayor profundidad cuando se aborden las emisiones de CO₂ por cada uno de los medios de transporte. La situación de semi presencialidad ha provocado que un número considerable de estudiantes residan en la localidad familiar distinta a la ciudad de Sevilla, desplazándose tan sólo en las ocasiones en las que resulta imprescindible.

Figura 2: Utilización de los medios de transporte por parte de los estudiantes universitarios (a) Situación pre-COVID (Cruz-Rodríguez et al., 2020) (b) Objeto del estudio



En lo referente a las modalidades de tipo de transporte. Los usuarios de bicicleta se decantan en su mayor parte por la bicicleta convencional propia (58,3%), la bicicleta convencional de alquiler (33,3%) y el resto la bicicleta eléctrica propia (8,33%). En lo referente al coche, la inmensa mayoría (94,74%) manifiestan ser usuarios del coche de combustión convencional, siendo un exiguo 2,63% los que usan coches híbridos o coches eléctricos propios. En lo

referente a las motocicletas el 85,71% utiliza moto combustión propia y el porcentaje restante (14,29%) los que usan motocicleta eléctrica propia.

La tabla 3 muestra los valores promedios para las preguntas P10-P21 para cada uno de los medios de transporte.

Tabla 3. Valores promedios para las preguntas P10-P21 para los distintos medios de transporte

Medio de transporte	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
A pie	4,37	5,63	6,80	6,07	6,93	7,00	7,00	7,00	6,40	6,30	6,50	6,57
Autobús	3,34	3,17	2,86	3,21	5,21	4,83	4,62	3,90	4,66	4,21	3,55	1,76
Bicicleta de alquiler	4,50	4,75	6,50	5,50	6,00	6,75	6,50	7,00	5,00	5,50	6,50	4,50
Bicicleta convencional propia	6,00	5,57	6,71	6,86	6,86	7,00	6,43	6,71	4,14	6,29	6,57	6,29
Bicicleta eléctrica propia	7,00	6,00	7,00	7,00	7,00	6,00	5,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Coche de combustión	5,92	6,42	6,39	5,64	5,58	3,61	3,47	2,22	5,50	4,86	5,06	6,63
Coche eléctrico	5,00	7,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,00	1,00	5,00	2,00	3,00	7,00
Coche híbrido	6,00	6,00	5,00	6,00	6,00	5,00	6,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00
Metro	5,50	4,63	4,00	4,25	5,88	6,13	3,38	5,63	5,25	5,88	4,63	2,63
Motocicleta de combustión	5,83	5,17	6,50	6,50	6,00	4,50	5,50	2,83	4,33	5,33	6,50	6,83
Motocicleta eléctrica	7,00	4,00	7,00	7,00	7,00	1,00	6,00	2,00	3,00	7,00	7,00	7,00
Tren de cercanías	4,14	4,43	3,43	3,57	5,00	5,14	3,71	4,86	5,57	5,14	4,86	2,57

Con respecto al análisis factorial, la tabla 4 muestra el resultado del análisis factorial mediante el método de las componentes principales obtenida mediante el método de rotación Varimax con normalización Kaiser obtenida tras 5 rotaciones. De los resultados obtenidos no se pueden inferir una distinción clara de las preguntas en distintos constructos. La componente principal 1 está asociada a las preguntas: P10-P13, P18 y P19, la componente principal 2: P14-P17 y la componente principal 3 a la pregunta 21. El valor de esfericidad KMO asciende a 0,808 superior al valor de 0,7 recomendado en la literatura científica (Kaiser, 1974; Melero García, Hernández Fernández, & Pérez Navío, 2020).

Tabla 4. Reducción de componentes principales obtenidas mediante el método Varimax

Pregunta	1	2	3
P10	0.681	-0.050	0.417
P11	0.777	-0.010	0.414
P12	0.775	0.231	0.142
P13	0.787	0.229	0.055
P14	0.151	0.546	0.391
P15	0.313	0.792	0.113
P16	-0.045	0.722	0.003
P17	0.148	0.836	-0.118
P18	0.737	0.047	-0.128
P19	0.581	0.361	-0.193
P21	0.047	0.038	0.867

Otra opción para la determinación de los constructos es la determinación del alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), como hipótesis podríamos hipotetizar que podrían formar parte de los mismos constructos las preguntas P15 y P17 y las preguntas P18 y P21. La determinación de este parámetro estadístico arroja un valor de $\alpha=0,710$ para las preguntas P15 y P17 y $\alpha=0,014$ para las preguntas P18 y P21.

La tabla 5 muestra las preferencias de los estudiantes en referencia al cambio de medio de transporte habitual, así como la frecuencia de los medios de transporte alternativos manifestados en la encuesta.

En lo referente a las características que deben tener los nuevos medios de transporte (entre paréntesis las frecuencias en las que aparecen cada uno de los adjetivos) los estudiantes valoran preferentemente la sostenibilidad (16), la seguridad (14) y la rapidez (14), la seguridad frente a la COVID 19 (9) y la comodidad (8). Estos valores destacan frente a otros como la libertad (5) y el precio (5), la eficiencia (4), la tranquilidad (2) o la puntualidad (1).

En lo referente a la emisión de CO₂, la tabla 6 muestra los valores del presente estudio, junto a los previamente obtenidos antes de la pandemia que fueron anteriormente publicados (Cruz-Rodríguez et al., 2020).

Los resultados del trabajo indican que aumenta en 10% aproximadamente la cantidad de vehículos que emiten CO₂. Se produce una disminución de la emisión por persona y semana. Por otro lado, se puede observar que aumentan las distancias recorridas por los estudiantes, así como un menor uso de transporte público. De esta forma, se produce un incremento en los kilómetros realizados por viaje, que se ve compensado con la necesidad de ir con menor frecuencia al centro educativo.

Tabla 5. Preferencias de cambio de los estudiantes en función de los medios de transporte en % y frecuencias de los medios de transporte alternativos

Medio de transporte	Sí	No	Tal vez	Modalidad de transporte alternativa
A pie	4,76%	80,95%	14,29%	Bicicleta (2)
Autobús	39,29%	3,57%	57,14%	Coche (4), metro (3), bicicleta (3), a pie (2), moto eléctrica (1), autobús eléctrico (1), patinete eléctrico (1)
Bicicleta de alquiler	0,00%	100,00%	0,00%	-
Bicicleta convencional propia	0,00%	100,00%	0,00%	-
Bicicleta eléctrica propia	0,00%	100,00%	0,00%	-
Coche de combustión	38,89%	16,67%	44,44%	Coche eléctrico (10), metro (7), autobús (2), tren (2), bicicleta (1), patinete (1)
Coche eléctrico	0,00%	0,00%	100,00%	Bicicleta
Coche híbrido	0,00%	0,00%	100,00%	Coche eléctrico
Metro	12,50%	62,50%	25,00%	Coche
Motocicleta de combustión	16,67%	66,67%	16,67%	Motocicleta eléctrica
Motocicleta eléctrica	100,00%	0,00%	0,00%	Coche híbrido
Tren de cercanías	14,29%	42,86%	42,86%	-

Tabla 6: Emisiones de CO₂ en el curso 2020/21 y su comparación con los obtenidos en el curso 2019/20

	2019/2020	2020/2021
Kg CO ₂ / semana por persona	8,36	8,09
Kg CO ₂ EPS totales / semana	23414,63	22675,21
Total anual (Toneladas)	702	680
% vehículos que consumen	60%	69%

5. Discusión

Los resultados de la presente investigación muestran un aumento del uso del coche y del tren en contraposición a otros medios de transporte públicos como puede ser el metro que aparecía con un valor más predominante en estudios anteriores (Cruz-Rodríguez et al., 2020). La aparición de la semipresencialidad, puede hacer que personas que no se habían planteado vivir fuera de la ciudad sede del centro universitario, se plantean vivir en el domicilio familiar acudiendo a la ciudad sólo en aquellos casos en los que sean necesarios.

El análisis de las motivaciones de los estudiantes de cara a la elección de su medio de transporte prioritario resulta muy interesante. Si se estudia la pregunta 20 de identificación con el medio de transporte, se puede observar que entre los medios de transporte menos valorados se encuentran el tren, el metro y el autobús, en el extremo contrario se encuentran la bicicleta eléctrica (7,0), la motocicleta eléctrica (7,0), la bicicleta convencional (6,57), a pie (6,50), y la moto de combustión (6,57). En este sentido, los medios de transporte colectivos aparecen como los peor valorados en lo referente a la seguridad frente a la COVID 19 (P21).

El estudio de componentes principales no permite arrojar una agrupación clara de constructos por lo que no resulta muy relevante. Por otro lado, para validar la hipótesis de que las preguntas 15 y 17 pudieran formar parte de un mismo constructo, se utilizó la prueba alfa de Cronbach, encontrándose el valor de este coeficiente en el límite de aceptación ($\alpha=0,710$) (Cronbach, 1951; Lai, Hsiao y Hsieh, 2018). No se ha encontrado una relación entre las preguntas 18 y 21. Por lo tanto, parece ser que los estudiantes asocian la P18 a la seguridad física y ausencia de accidente, frente a la P21 que aborda específicamente la seguridad ante enfermedades como la COVID19. Esto se puede observar claramente en la valoración de los medios de transporte públicos en los cuales los estudiantes valoran positivamente la seguridad de estos, considerando que frente a la COVID 19 son inseguros.

En lo referente a la fidelidad al medio de transporte elegido, los estudiantes presentan una elevada fidelidad al transporte a pie, en bicicleta, en metro y motocicleta de combustión. Estando en el extremo opuesto el uso del autobús y el coche de combustión. Estos resultados son coherentes con otros previamente obtenidos (Cruz-Rodríguez et al., 2020). Entre las razones que esgrimen para el cambio de medio de transporte entra con fuerza la seguridad frente a la COVID19 ocupando el cuarto lugar entre las preferencias de los estudiantes.

En lo referente a las emisiones de CO₂ por el uso de medios de transporte, se percibe una sutil diferencia entre los cursos 2019/20 (8,36 kg de CO₂/estudiante/semana) y 2020/21 (8,09 kg de CO₂/estudiante/semana). Se puede observar que el número de ocasiones que acuden los estudiantes al centro educativo disminuye muy considerablemente, si bien es cierto que aumenta la distancia recorrida por los mismos, probablemente algunos estudiantes han decidido residir en su localidad de origen y acudir puntualmente a la ciudad. Esto unido a la reducción del uso de medios de transporte público hace que las diferencias sean menores de las que cabría esperar.

En líneas generales la promoción de la sostenibilidad en el contexto universitario es limitada y tiene aún margen para su desarrollo (Larrán Jorge et al., 2015). Resulta fundamental contar con el apoyo institucional para la promoción de la sostenibilidad en el contexto universitario (Lazzarini, Pérez-Foguet y Boni, 2018) y el desarrollo de políticas claras que orienten la actividad universitaria hacia una mayor sostenibilidad (Ávila et al., 2017).

La agenda de desarrollo 2030 supone una oportunidad y una exigencia para la institución universitaria en tanto que la enfrenta a una de las demandas más acuciantes de nuestro tiempo: la promoción de la sostenibilidad que puede ser abordada desde las múltiples misiones de la universidad (Martínez-Martínez, 2019).

Lo-Iacono-Ferreira et al. (2018) señalaron la importancia de contar con indicadores de desempeño medio ambientales (Key Performance Indicators en su nomenclatura

anglosajona) para poder evaluar y gestionar adecuadamente las instituciones de educación superior desde el punto de vista medio ambiental.

En trabajos anteriores se ha mostrado que los miembros de la comunidad universitaria manifiestan su interés por acudir andando a la universidad prioritariamente debido a la proximidad de los edificios, como un ejercicio y como una forma sencilla de transportarse en los campus universitarios (Ramakreshnan et al., 2020).

Existen diversas herramientas para la promoción de los vehículos sostenibles en el contexto universitario como pueden ser los sistemas de alquiler de bicicletas (Yi y Nie, 2017), el uso de bonificaciones para los estudiantes en los transportes públicos (Fissi et al., 2021), la dotación de infraestructuras para facilitar el uso de la bicicleta (Genta et al., 2019; Pitsiava-Latinopoulou et al., 2013) o bien la reestructuración de los campus y la dotación de infraestructuras (Pitsiava-Latinopoulou et al., 2013).

6. Conclusiones

La promoción de la sostenibilidad resulta crucial en un mundo amenazado por el cambio climático y la escasez de recursos. Un aspecto muy relevante es la gestión de la movilidad, más en un contexto donde las grandes ciudades cada vez están más habitadas.

Las universidades están mostrando un creciente interés por contribuir a la sostenibilidad en todas sus funciones incluyendo su funcionamiento habitual. En este sentido, puede resultar de interés evaluar el uso de los medios de transporte para acudir a la universidad por parte de los estudiantes.

Este trabajo ha analizado y comparado el uso de medios de transporte en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla y lo ha comparado con el uso previo a la situación de pandemia que está afrontando la humanidad. Se han encontrado diferencias en el uso de los medios de transporte. En lo referente a las motivaciones no se han encontrado agrupaciones entre las mismas mediante el método de las componentes principales, este hecho debe ser corroborado en otro trabajo. Los estudiantes manifiestan una peor valoración de los medios de transporte públicos colectivos (metro, tren y autobús) frente a otros sostenibles pero que no requieren el uso colectivo. No se puede asegurar que formen un mismo constructo la seguridad (P18) y la seguridad frente a la COVID19 (P21).

Los estudiantes presentan una elevada fidelidad a los medios de transporte sostenibles y ligeros como pueden ser caminar, montar en bicicleta, la moto de combustión y paradójicamente también el metro. En el lado contrario, aparecen otros medios de transporte como pueden ser el autobús y el coche de combustión en los cuales la mayoría de los estudiantes preferirían cambiarlos.

La reducción de la presencialidad no produce una disminución drástica de las emisiones de CO₂ por el transporte, debido a la disminución del uso de los transportes públicos y al aumento de las distancias de recorrido de los estudiantes.

Este trabajo forma parte de una línea de investigación más amplia de evaluación y promoción de los objetivos de desarrollo sostenible y de creación de productos de movilidad sostenible para las ciudades inteligentes.

7. Referencias

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolución adoptada por la Asamblea general el 25 de Septiembre de 2015. Obtenido el 11 de abril de 2021 desde http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

- Alphabet Inc. (2020). Google Maps. Obtenido el 11 de abril 2020 desde <https://www.google.es/maps/>
- Ávila, L. V., Leal Filho, W., Brandli, L., Macgregor, C. J., Molthan-Hill, P., Özuyar, P. G., & Moreira, R. M. (2017). Barriers to innovation and sustainability at universities around the world. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1268–1278. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.025>
- 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>
- Boni, A., Lopez-Fogues, A., & Walker, M. (2016). Higher education and the post-2015 agenda: a contribution from the human development approach. *Journal of Global Ethics*, 12(1), 17–28. <https://doi.org/10.1080/17449626.2016.1148757>
- 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>
- 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>
- Ferrandiz, J., Fonseca, D., & Banawi, A. (2016). Mixed method assessment for BIM implementation in the AEC curriculum. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_20
- Fissi, S., Romolini, A., Gori, E., & Contri, M. (2021). The path toward a sustainable green university: The case of the University of Florence. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123655. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123655>
- Generalitat de Catalunya. (2010). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero*. Obtenida el 11 de abril de 2021 desde <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>
- 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>
- 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>
- Larrán Jorge, M., Herrera Madueño, J., Calzado Cejas, M. Y., & Andrades Peña, F. J. (2015). An approach to the implementation of sustainability practices in Spanish universities. *Journal of Cleaner Production*, 106, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.035>
- Lazzarini, B., Pérez-Foguet, A., & Boni, A. (2018). Key characteristics of academics promoting Sustainable Human Development within engineering studies. *Journal of Cleaner Production*, 188, 237–252. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.03.270>
- Leal Filho, W., Shiel, C., Paço, A., Mifsud, M., Ávila, L. V., Brandli, L. L., Molthan-Hill, P., Pace, P., Azeiteiro, P.U., Ruiz-Vargas, V & Caeiro, S. (2019). Sustainable Development Goals and sustainability teaching at universities: Falling behind or getting ahead of the pack? *Journal of Cleaner Production*, 232, 285–294. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.309>
- Lo-lacono-Ferreira, V. G., Capuz-Rizo, S. F., & Torregrosa-López, J. I. (2018). Key

- Performance Indicators to optimize the environmental performance of Higher Education Institutions with environmental management system – A case study of Universitat Politècnica de València. *Journal of Cleaner Production*, 178, 846–865. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.184>
- Lo-lacono-Ferreira, V. G., Torregrosa-López, J. I., & Capuz-Rizo, S. F. (2016). Use of Life Cycle Assessment methodology in the analysis of Ecological Footprint Assessment results to evaluate the environmental performance of universities. *Journal of Cleaner Production*, 133, 43–53. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.05.046>
- Lo-lacono-Ferreira, V. G., Torregrosa-López, J. I., & Capuz-Rizo, S. F. (2017). Organizational life cycle assessment: suitability for higher education institutions with environmental management systems. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(12), 1928–1943. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1289-8>
- López Álvarez, N., & Blanco Heras, D. (2008). Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades. *Congreso Nacional Del Medio Ambiente, Cumbre Del Desarrollo Sostenible*, 1–24.
- Martínez-Martínez, J. L. (2019). Ética en la universidad: el horizonte de la Agenda 2030 y de la Ecología Integral. *Razón y Fe*, 279(1439), 285–298.
- Melero García, L., Hernández Fernández, A., & Pérez Navío, E. (2020). Sport and Its Relationship with Oncology in Future Primary Education Teachers. *Education Sciences*, 10(6), 167. <https://doi.org/10.3390/educsci10060167>
- Mhlanga, D., & Moloi, T. (2020). COVID-19 and the Digital Transformation of Education: What Are We Learning on 4IR in South Africa? *Education Sciences*, 10(7), 180. <https://doi.org/10.3390/educsci10070180>
- Ministerio de Transición Ecológica y Cambio Demográfico (2020). *Emission factors carbon footprint registration, offset and adsorption projects of Carbon Dioxide*. Obtenido el 11 de abril de 2021 desde https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf
- Naciones Unidas. Departamento de asuntos económicos y sociales. (2020). *The Sustainable Development Goals Report*. Obtenido el 11 de abril de 2021 desde <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>
- 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>
- Pitsiava-Latinopoulou, M., Basbas, S., & Gavanis, 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>
- Qadir, J., & Al-Fuqaha, A. (2020). A student primer on how to thrive in engineering education during and beyond COVID-19. *Education Sciences*, 10(9), 236. <https://doi.org/10.3390/educsci10090236>
- Ramakrishnan, L., Fong, C. S., Sulaiman, N. M., & Aghamohammadi, N. (2020). Motivations and built environment factors associated with campus walkability in the tropical settings. *Science of The Total Environment*, 749, 141457. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141457>
- Sachs, J. D. (2012). From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals. *The Lancet*, 379(9832), 2206–2211. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0)
- Watermeyer, R., Crick, T., Knight, C., & Goodall, J. (2020). COVID-19 and digital disruption in UK universities: afflictions and affordances of emergency online migration. *Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10734-020-00561-y>
- World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future - Report of the World Commission on Environment and Development (The Brundtland Report). *Medicine, Conflict and Survival*. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>

- 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., & Sánchez-Martín, J. (2019). Teaching for a better world. Sustainability and Sustainable Development Goals in the construction of a change-maker university. *Sustainability*, *11*(15), 4224. <https://doi.org/10.3390/su11154224>
- Zamora-Polo, F., Sánchez-Martín, J., Corrales-Serrano, M., & Espejo-Antúnez, L. (2019). What do university students know about Sustainable Development Goals? A realistic approach to the reception of this UN program amongst the youth population. *Sustainability*, *11*(13), 3533. <https://doi.org/10.3390/su11133533>
- Zhou, J. (2016). Proactive sustainable university transportation: Marginal effects, intrinsic values, and university students' mode choice. *International Journal of Sustainable Transportation*, *10*(9), 815–824. <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1159357>

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

