

# PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

---



## INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES, TRANSPORTE Y MOVILIDAD DE PERSONAS RESÚMENES EJECUTIVOS

El texto íntegro del contenido de este monográfico, puede descargarlo de forma gratuita en la página web de Funcas: <https://www.funcas.es/revista/infraestructuras-terrestres,-transporte-y-movilidad-de-personas/>



«INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES, TRANSPORTE Y MOVILIDAD DE PERSONAS»

Coordinado por María José Moral

## SUMARIO

### COLABORACIONES

#### I. INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE TERRESTRE

Infraestructuras viarias: dotación, mantenimiento y financiación:	3	<i>Mar González Savignat</i>
El ferrocarril de alta velocidad en España y otros países europeos: un análisis comparativo:	5	<i>Carlos Lérida Navarro, Gustavo Nombela y José Manuel Tránchez Martín</i>

#### II. EL TRANSPORTE TERRESTRE DE PERSONAS

¿Qué modo de transporte prefieren los viajeros? Evidencia empírica sobre la demanda de transporte en España:	7	<i>Javier Asensio</i>
Posesión del carnet de conducir: falacias y realidades:	9	<i>María J. Moral</i>
El coche eléctrico: fortalezas y debilidades para su expansión:	11	<i>Ángel Arcos-Vargas</i>

#### III. LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS EN EL SIGLO XXI

La movilidad presente y futura en Europa:	13	<i>Pascual Berrone, Joan Enric Ricart y Esther Brito</i>
Nuevos modelos de negocio en movilidad urbana compartida:	15	<i>Jorge Fernández Gómez</i>
El transporte público urbano: financiación y uso:	17	<i>Anna Matas Prat y Jordi Perdiguero García</i>

Estudio de la movilidad con la tecnología *big data*:  
posibilidades por explorar: 19 *Javier Burrieza-Galán*

Desafíos para la regulación del uso del vehículo  
privado en las ciudades: 21 *Gerard Llobet*

#### IV. ANÁLISIS DE CASOS

Patinetes eléctricos y bicicletas compartidas.  
Nuevos transportes urbanos, nuevos usuarios.  
El caso de Barcelona: 23 *Carme Miralles-Guasch,  
Oriol Roig-Costa y  
Oriol Marquet*

¿Son efectivas las zonas de bajas emisiones?  
El caso del centro de Madrid: 25 *Irene Lebrusán y  
Jamal Toutouh*

# INFRAESTRUCTURAS VIARIAS: DOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y FINANCIACIÓN

Mar GONZÁLEZ SAVIGNAT

Universidad de Vigo

**E**SPAÑA es el país con la red de alta capacidad viaria y ferroviaria más elevada de la Unión Europea (UE). Si bien esto en sí mismo no es algo negativo, sí lo es cuando se analizan los datos de demanda existente para gran parte de la red disponible ya que el grado de utilización de estas infraestructuras está muy por debajo de su capacidad y de los datos de los países vecinos. Por otro lado, el compromiso con el medio ambiente y energías alternativas o la necesidad de una aproximación intermodal marcada por un entorno más competitivo tras los procesos de liberalización y privatizaciones llevados a cabo en el sector, obligan a ser más exigentes en las políticas de inversión y gestión que no parecen ir en paralelo a la nueva realidad. La evaluación socioeconómica *ex ante* de los proyectos realizados habría sido deseable ya que una parte importante de las inversiones no se justifican desde el punto de vista de la demanda. Esto ha llevado a problemas importantes en la financiación de estas inversiones. La descapitalización que las redes viarias están sufriendo en los últimos años debido a un deficiente mantenimiento de las mismas por falta de recursos es un ejemplo de ello y revela la escasa capacidad de recurrir al gasto público como vía de financiación. En este marco, es necesario encontrar un modelo de autofinanciación sostenible para las carreteras y la implantación del «pago por uso» en las redes viarias se presenta como uno de los instrumentos más eficientes. Este modelo, ya aplicado en muchos países de la UE, está en el centro del debate como modelo de financiación gracias además a una tecnología madura para su aplicación.

España recibirá casi 70.000 millones de euros del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia que suponen el 21 por 100 del total, situándose como el principal receptor de los fondos europeos. Este escenario se presenta como una oportunidad, pero también un gran reto para que las decisiones de inversión que se adopten eviten los errores recientes. A partir de lo expuesto en este artículo es posible derivar algunas recomendaciones que deben guiar la política de infraestructuras en general y en carreteras en particular:

- En primer lugar, es necesario frenar los aumentos en capacidad con nuevas inversiones, especialmente en alta velocidad ferroviaria. Este modo ya ha recibido demasiados recursos públicos de muy dudoso retorno. Respecto a la red viaria realizar únicamente nuevas inversiones si se demuestra previamente su rentabilidad.
- En el escenario actual, para garantizar un modelo de carreteras menos dependiente del gasto público, implantar el «pago por uso» como un instrumento eficiente ya que, no solo generará ingresos para financiar la conservación de infraestructuras viarias de alta capacidad, sino que podrá utilizarse como mecanismo para internalizar externalidades y de gestión de demanda promoviendo los incentivos adecuados. La creación de un Fondo de Carreteras para administrar estos ingresos mejorará la transparencia y será una garantía para que estos recursos no se desvíen a otras partidas de gasto fuera del sector.
- Priorizar inversiones en mantenimiento de la red viaria hasta recuperar el déficit acumulado con el fin de evitar la descapitalización de la misma.
- Reforma del modelo concesional actual que presenta carencias importantes relacionadas con la renegociación de plazos y el recurso asiduo a la ayuda pública, incluido el rescate de la infraestructura apelando a la responsabilidad patrimonial de la administración (RPA). Esto es debido a un inadecuado reparto del riesgo entre la empresa y la Administración que presenta un sesgo hacia una participación

demasiado optimista del sector privado, apoyada por contratos mal diseñados. Sería conveniente además cambiar hacia un modelo de plazo variable que tiene mejores incentivos ya que reduce la necesidad de negociaciones y establece el valor justo en caso de rescate.

Por lo tanto, es imprescindible un cambio severo en el diseño de la política de infraestructuras, con antecedentes poco racionales acerca de la inversión pública. Es necesario abandonar la perspectiva de corto plazo ligada al ciclo político-electoral para garantizar la viabilidad de la reforma y trasladar de la forma adecuada a la sociedad los cambios necesarios. Esto solo será posible si las decisiones político-económicas empiezan a promover proyectos adaptados a las necesidades reales y a priorizar el mantenimiento de la red frente a nuevas inversiones. Equivocarse tendrá un coste de oportunidad muy elevado en términos de bienestar para la sociedad.

# EL FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD EN ESPAÑA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS: UN ANÁLISIS COMPARATIVO

**Carlos LÉRIDA NAVARRO**

*Universidad Autónoma de Madrid*

**Gustavo NOMBELA**

*Universidad Complutense de Madrid*

**José Manuel TRÁNCHEZ MARTÍN**

*UNED*

La apuesta estratégica de España por construir una extensa red ferroviaria de alta velocidad ha llevado al país a tener actualmente la mayor red de Europa en longitud de líneas de alta velocidad. Las inversiones para crear esta extensa red ferroviaria han supuesto un enorme esfuerzo presupuestario acometido desde los años noventa, y que se estima en un gasto que supera los 61.000 millones de euros constantes de 2018 (incluyendo inversiones en infraestructura y adquisición de material rodante).

Un factor explicativo de este enorme desarrollo de la alta velocidad en España es el equilibrio político-administrativo entre el Gobierno central y las CC. AA., que han ejercido de forma constante una presión para conseguir inversiones de alta velocidad en sus territorios para lograr conexiones directas con Madrid. En el caso de Francia, la planificación estratégica ferroviaria desarrollada en los años noventa había llevado a una red de alta velocidad prevista mayor que para el caso de España, con un elevado número de nuevas líneas de alta velocidad (hasta 16) para conectar las regiones con París, en una red de estructura centro-radial. La introducción de una mayor racionalización económica en la planificación llevó a la red francesa a desarrollar únicamente seis grandes líneas, y a establecer un ritmo inversor muy por debajo del caso español.

Los casos de Alemania e Italia muestran importantes diferencias con España y Francia, ya que en ambos países se ha dado prioridad a la modernización de la red convencional ya existente para permitir su utilización por trenes de alta velocidad. La distribución geográfica de la población en Alemania e Italia ha favorecido el desarrollo de redes con una configuración distinta, al no conectar únicamente enormes núcleos de población, sino unir un mayor número de ciudades de tamaño mediano y grande, lo cual lleva a ofertar servicios de alta velocidad con velocidades medias inferiores a las de España y Francia (debido a la existencia de un número más alto de paradas), pese a que desde un punto de vista técnico las líneas permitirían alcanzar velocidades comerciales más altas.

El nivel de demanda existente en España está muy por debajo del existente en los países vecinos: si se evalúa el volumen anual de pasajeros-km (millones) por cada kilómetro de la red de alta velocidad es aproximadamente de 19 en Francia, 17,5 en Italia y 13 en Alemania, mientras que en España se sitúa en 5. Este indicador muestra claramente que la red española de alta velocidad ferroviaria está sobredimensionada para la demanda de movilidad existente en el país, si bien hay que señalar que en los niveles de demanda tienen un gran impacto las tarifas relativamente elevadas a las que se ofertan actualmente los servicios ferroviarios de alta velocidad en España y Francia, siendo inferiores en los casos de Italia y Alemania.

La liberalización y apertura del mercado a la competencia entre operadores ferroviarios puede introducir novedades en España, al igual que ya lo ha hecho en Italia, donde existe competencia efectiva entre el operador público tradicional (Trenitalia) y un operador privado (NTV), que entró de forma efectiva a partir de 2012 y que ha tenido un gran impacto al ofertar servicios de calidad similar a precios muy inferiores que le han permitido captar una cuota aproximada del mercado del 25 por 100.

La entrada en servicio de la alta velocidad ferroviaria ha tenido en los cuatro países analizados un importante efecto en el equilibrio modal con otros modos de transporte (avión, tren convencional, autobús, vehículo privado). En el caso de España, las líneas Madrid-Barcelona, Madrid-Sevilla, Madrid-Málaga y Madrid-Valencia han reducido significativamente la cuota del avión, al desplazarse un número muy elevado de viajeros del modo aéreo a la alta velocidad ferroviaria. Resultados similares se han observado en las principales rutas de otros países, como en los casos de las líneas París-Lyon y Roma-Bolonia.

En cuanto a los efectos socioeconómicos de la alta velocidad ferroviaria, la evidencia empírica disponible no respalda, en general, las grandes expectativas que genera esta nueva tecnología. Los impactos sobre el crecimiento económico son aparentemente bajos, y más bien se producen efectos de distribución interregional, con traslado de actividades de unas áreas a otras. Este desplazamiento de actividades suele beneficiar a los grandes núcleos de población, en detrimento de las zonas que parten de una situación menos desarrollada, lo cual no fomenta la cohesión territorial sino que por el contrario favorece una mayor concentración de la actividad económica.

En cuanto a los efectos medioambientales, el ferrocarril presenta resultados más favorables que otros modos respecto al volumen de emisiones, la contaminación acústica, la siniestralidad y el conjunto de costes externos en general. Aparte de las emisiones y el consumo, debe señalarse la importancia de otros factores como el impacto visual o el consumo de superficie de suelo, que en el ferrocarril de alta velocidad presentan valores comparativamente superiores a los del ferrocarril convencional.

Como conclusión principal de este trabajo, puede señalarse que la apuesta estratégica de España por construir una extensa red de alta velocidad ferroviaria, que supera en longitud a la de países vecinos con mayor población y mayor renta per cápita, resulta discutible. La disponibilidad de fondos europeos para realizar inversiones ferroviarias durante un largo periodo de más de 15 años nos ha llevado a apostar por una tecnología cara, que va a suponer elevados costes de mantenimiento e inversiones en material móvil durante las próximas décadas, así como también ha generado un elevado volumen de endeudamiento de ADIF.

Dado que en la planificación de la alta velocidad ferroviaria en España todavía hay bastantes proyectos en fase de estudio, resultaría recomendable que el país acometiese una seria racionalización de sus inversiones ferroviarias para las próximas décadas. Un mayor desarrollo del ferrocarril convencional de media distancia, que permitiese velocidades medias competitivas y menores tiempos de viaje en rutas no principales, sería probablemente una decisión estratégica mucho más interesante para el sector ferroviario en España que seguir adelante con las ampliaciones aún previstas en la red de alta velocidad.

# ¿QUÉ MODO DE TRANSPORTE PREFIEREN LOS VIAJEROS? EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN ESPAÑA

Javier ASENSIO

*Universitat Autònoma de Barcelona*

**E**L artículo presenta una visión de conjunto sobre las principales características de la demanda de transporte de personas en España. Para ello, la mayor parte del texto se dedica a un *survey* de los trabajos publicados en la literatura académica durante las últimas dos décadas que desde distintas perspectivas han tenido como objeto de análisis dicha demanda.

Tras una breve introducción, la segunda sección del artículo expone las principales metodologías que se emplean para estimar econométricamente funciones de demanda. Así, se revisan brevemente los fundamentos metodológicos de la estimación de modelos de generación y de elección entre distintos modos de transporte, distinguiéndose también entre el empleo de datos obtenidos como resultado de preferencias manifestadas (experimentos en los que se presentan distintos escenarios hipotéticos al encuestado) o preferencias declaradas (donde el encuestado revela su comportamiento previo).

La tercera sección presenta las distintas fuentes de información disponibles para llevar a cabo estimaciones empíricas basadas en preferencias declaradas: las encuestas asociadas a los censos de población, las encuestas específicas de movilidad (de ámbito nacional, regional o metropolitano) y los datos que más recientemente pueden ser obtenidos de forma masiva a partir de la localización de teléfonos móviles. Si bien estos últimos ofrecen las importantes ventajas de tener una cobertura prácticamente universal y de poder identificar potencialmente cualquier desplazamiento, se considera que difícilmente podrán suplir el papel de las encuestas, puesto que a pesar de su gran detalle no ofrecen información socioeconómica relevante de los usuarios o sobre su percepción de las características de las alternativas de transporte disponibles en cada caso.

La cuarta sección constituye la parte principal del trabajo. En ella se lleva a cabo una revisión de un amplio número de trabajos de investigación que han analizado distintos aspectos de la demanda de transporte de personas en España. De acuerdo con la categorización metodológica empleada en la segunda sección, se diferencia entre los modelos de generación y de elección modal. Los primeros estudian el proceso de generación de desplazamientos mientras que los segundos analizan los determinantes de la decisión de emplear un modo de transporte u otro en un desplazamiento que ya se ha decidido efectuar.

Contamos con estimaciones de modelos de generación muy variadas, que incluyen desplazamientos de carácter interprovincial para diversos modos, viajes por carretera en entornos autonómicos, de transporte aéreo o en metro en ámbitos urbanos. Sin embargo, el entorno en el que se han llevado un mayor número de estudios es el de la generación de tráfico en las autopistas de peaje, donde se observa que la demanda es elástica respecto al nivel de actividad económica pero rígida respecto al precio del combustible. En el caso del peaje, el efecto es rígido a corto plazo pero puede ser elástica a largo, en función de la calidad de las vías alternativas.

En el caso del análisis de la elección modal, se distingue entre las aplicaciones llevadas a cabo en entornos interurbanos y aquellas que estudian contextos urbanos o metropolitanos. En los primeros destacan los trabajos que obtuvieron y explotaron datos de preferencias manifestadas con el objetivo de predecir la demanda del ferrocarril de alta velocidad previamente a la finalización de la línea entre Madrid y Barcelona. Las distintas investigaciones sobre esta cuestión difieren en el grado de sustituibilidad estimado entre el tren

y el avión, lo cual lleva a distintas predicciones sobre la cuota de uno y otro modo una vez se complete la mencionada línea. Los distintos trabajos también se diferencian en si consideran o no la generación de nuevos desplazamientos, la cual a su vez tiene como principal determinante el precio del viaje. Otros trabajos evalúan los impactos sobre la elección del ferrocarril de la política de diferenciación de precios implementada por parte de Renfe en 2013, las condiciones de acceso a aeropuertos y estaciones de ferrocarril, o las características socioeconómicas que inciden sobre la elección del autobús en trayectos interurbanos.

En ámbitos urbanos el principal objetivo de la mayoría de trabajos ha sido analizar la efectividad de medidas que logren desplazar usuarios desde el vehículo privado al transporte público o, en el caso de aquellos desplazamientos de menor distancia, que fomenten la llamada «movilidad activa» (desplazamientos a pie o en bicicleta). En este contexto las investigaciones observan que la demanda de transporte público es más sensible a las mejoras de tiempo que a las de los precios. Además, las estimaciones de los valores del tiempo implícitos en la elección modal muestran el notable impacto que tiene lugar de reducir los tiempos de espera o el destinado a los transbordos en el transporte público. Adicionalmente, otros trabajos analizan el impacto de los cambios en la estructura de tarifas en entornos metropolitanos, el papel de las características socioeconómicas de los usuarios en el uso de los VTC frente al taxi tradicional, la efectividad que puedan tener las restricciones ambientales para favorecer el trasvase del transporte privado al público o los factores determinantes del uso de la bicicleta y de los desplazamientos a pie en distintas ciudades.

# POSESIÓN DEL CARNET DE CONDUCIR: FALACIAS Y REALIDADES

María J. MORAL

UNED y FUNCAS

**E**N este artículo se analiza el censo de conductores de coche en España durante la última década, a partir de la información disponible en la DGT (Dirección General de Tráfico). En concreto, se examina la evolución del censo de las personas que poseen el carnet *Tipo B* en función del género, la edad y el tipo de carnet. La aportación de la investigación reside en ofrecer un estudio en profundidad de la probabilidad de poseer el carnet de coche en un período en el que se ha vivido un ciclo económico completo y, además, se han desarrollado formas de movilidad alternativas al vehículo privado.

Los resultados del estudio evidencian que la cuota de conductores ha aumentado tanto en la recesión con la que comenzaba la década como en la fase expansiva, si bien durante esta última el avance fue más intenso. En 2020, la dificultad para obtener el carnet de conducir con la pandemia ha hecho retroceder levemente la tasa de conductores situándola en el 69,1 por 100 de la población de 18 a 70 años. En consecuencia, no parece que se haya alcanzado el punto de saturación en la preferencia por conducir un coche. Este resultado es coherente, ya que todavía esta cuota es muy inferior a la registrada en otros países que sí la están reduciendo. Por ejemplo, Gran Bretaña que lleva dos décadas disminuyendo esta variable, en 2019, se situaba en el 74 por 100.

En relación con la edad, se verifica que los más jóvenes (sobre todo los menores de 20 años) muestran una menor preferencia por conducir. Pero enseguida se sacan el carnet, con lo cual esto no está afectando al censo total. La cohorte que presenta una mayor probabilidad de tener conductores es entre 40 a 49 años, seguida por la cohorte de 30 a 39 años.

Lo que sí se observa es que, desde 2019, ha aumentado el porcentaje de conductores que poseen el carnet de coche y de moto; siendo este un fenómeno que se produce en todas las cohortes de edad. Entre los más jóvenes lo que ocurre es que se sacan el carnet de moto para poder utilizar el *motosharing* a partir de los 16 años y luego cuando aprueban el carnet de coche computan como que tienen los dos carnets. En el caso de los conductores más maduros que tienen el carnet de coche con más de tres años de antigüedad no necesitan el carnet de moto para utilizar el *motosharing*. Por ello, la necesidad de sacarse el carnet de moto surge porque quieren utilizar motos más potentes que no es posible llevar con el carnet de coche. Esta hipótesis viene avalada porque las ventas de motos de más 125 cc crecieron en 2019 muy por encima de las ventas de coches y, en 2020, la caída en las matriculaciones de este tipo de motos ha sido mucho menor a la registrada en los coches. Luego se conducen más motos, pero no se abandona el automóvil.

El análisis de la distribución de la posesión del carnet de conducir por género pone de manifiesto una imponente diferencia que disminuye muy lentamente. En 2010, el 79,6 por 100 de los hombres tenían el carnet de conducir frente al 52,2 por 100 de las mujeres; en 2020, estas cifras se sitúan en el 81,2 por 100 y 57,7 por 100, respectivamente. Este patrón es importante tenerlo presente cuando se diseñen políticas de movilidad. Por ejemplo, si se quisiera desincentivar el vehículo privado a través de desincentivar la posesión del carnet de conducir es probable que fueran las mujeres quienes ajustaran en mayor medida su decisión y esto podría contribuir a aumentar aspectos de segregación que, aun favoreciendo una movilidad más sostenible, no sería bueno para la integración de la sociedad.

Con un sencillo análisis econométrico se estima el impacto conjunto del ciclo económico, la cohorte de edad y el género sobre la probabilidad de tener el carnet de conducir. El resultado indica que el diferencial

estimado entre la propensión a tener el carnet de coche en las mujeres y en los hombres presenta forma de "J" en función de la edad. En otras palabras, el diferencial es moderado entre los más jóvenes (7,8 puntos porcentuales entre 18 y 20 años), más bajo en los adultos de 25 a 39 años y creciente en el resto hasta llegar a los 45 p.p en la cohorte de 60 a 69 años.

En conclusión, el examen realizado ha puesto de manifiesto algunas falacias sobre el cambio de modelo de movilidad en España. Fundamentalmente, porque el censo total de conductores no presenta (todavía) una tendencia decreciente. Es cierto, que los datos de 2020 muestran un ligero retroceso, pero debido a lo excepcional de la situación vivida en ese año no refrendan un cambio de tendencia claro. Con todo, se aportan bastantes claves sobre cómo ha sido y es la decisión de tener el carnet de conducir un coche y sobre qué colectivos se debería actuar de cara a diseñar políticas de movilidad sostenible y más integradoras desde el punto de vista intergeneracional y de género.

# EL COCHE ELÉCTRICO: FORTALEZAS Y DEBILIDADES PARA SU EXPANSIÓN

Ángel ARCOS-VARGAS

*Universidad de Sevilla*

La electrificación del transporte se presenta como una de las principales palancas para alcanzar los objetivos establecidos por la Unión Europea (UE) de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de «al menos el 55 por 100» para 2030 en comparación con 1990, con el fin de alcanzar la neutralidad climática de la UE para el 2050. De hecho, el transporte representa casi el 30 por 100 de las emisiones en España, siendo el sector que presenta mayores índices, siendo el transporte por carretera el responsable de la mayor parte de los mismos.

Por otra parte, el transporte presenta una gran importancia en la economía de la UE, suponiendo un 5 por 100 de su PIB y empleando a más de diez millones de trabajadores en Europa, lo que hace que el sistema de transporte sea fundamental y se deba ser cuidadoso con las medidas que se adoptan para reducir su posible impacto. Se trata por tanto de proporcionar un transporte eficiente, seguro y respetuoso con el medio ambiente, que pueda seguir siendo competitivo a nivel mundial cumpliendo simultáneamente el ambicioso objetivo de reducir sus emisiones en un 90 por 100 para el 2050.

Las medidas propuestas para el sector transporte por carretera, prevén la reducción del 100 por 100 de las emisiones de turismos y furgonetas antes del año 2035, para lo que establece una senda exigente. Estos nuevos objetivos solo serán posibles si se aumenta de forma significativa la proporción de vehículos de cero emisiones con etiqueta ambiental 0 azul, entre los que se encuentran: los vehículos de cero emisiones, que son los titulares de la etiqueta ambiental 0 azul, los vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV), vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) con una autonomía mínima de 40 kilómetros y los vehículos provistos de pila de combustible. En este sentido, el Plan Nacional Integrado de Emisiones y Clima 2020-2030 (PNIEC) establece un objetivo de vehículos eléctricos para el 2030 de cinco millones, para lo que se incluyen unos planes específicos de dinamización (fiscales, zonas restringidas,...).

Aunque los crecimientos en las matriculaciones de este tipo de vehículos son espectaculares, su valor absoluto no es aún significativo, por lo que el trabajo analiza los reparos que pueden tener los usuarios a la hora de optar por la tecnología eléctrica a la hora de reemplazar sus vehículos. Para ello se analizan los resultados de una encuesta elaborada a 5.000 potenciales usuarios de distintos países, identificando que los principales reparos son:

- La infraestructura de recarga.
- La autonomía.
- La seguridad.
- El coste de adquisición.
- Tiempo de carga.

Para alcanzar los objetivos de matriculaciones previstas hay que eliminar estas reservas de la mente de los consumidores y, para ello, se deben establecer medidas de formación, difusión, tecnológicas y fiscales, que faciliten esta transición.

A lo largo de la investigación se analizan la evolución, el estado actual y las perspectivas futuras de estos determinantes, de forma que se confirme que tiene sentido la consideración de un escenario del transporte libre de emisiones.

Por otra parte, este cambio de tecnología afectará a la demandad de petróleo y electricidad, en sentido contrario, para lo que se debe asegurar la capacidad del sistema eléctrico para absorber esta nueva demanda derivada. Aunque los hábitos de los usuarios (coches compartido, vehículo autónomo, equipos de movilidad personal,...) modificarán sin duda esta estimación, el trabajo estima que la demanda inducida por la electrificación del transporte puede ser absorbida, sin mayor dificultad, por el actual sistema eléctrico.

Por último, resaltar la importancia de desarrollar sistemas inteligentes de carga de los vehículos con objeto de minimizar el impacto en la red y las emisiones, así como en posibles inversiones extraordinarias en generación. Aunque el desarrollo de los sistemas *Better Place* ha sido abandonado, es posible que con los niveles actuales de penetración, y la energía destinada a vertidos en sistemas renovables y de almacenamiento, resulte de nuevo atractivo.

# LA MOVILIDAD PRESENTE Y FUTURA EN EUROPA

Pascual BERRONE

Joan Enric RICART

Esther BRITO

*IESE Business School*

**H**ACER sostenible la movilidad urbana se ha convertido en uno de los retos y prioridades principales para las ciudades europeas en el siglo XXI. Pese al progreso reciente, la movilidad urbana en Europa presenta serios problemas que condicionan negativamente la calidad de vida. Para mitigar los costes sociales, económicos, y medioambientales de la movilidad tradicional, así como cumplir los objetivos establecidos por el Pacto Verde Europeo, los gobiernos locales deberán estar dispuestos a tomar medidas innovadoras y ejercer un nuevo rol en el funcionamiento del ecosistema de movilidad urbana. Los cambios sociales impulsados por la pandemia han alterado significativamente los patrones de movilidad. Así, los gobiernos urbanos se encuentran en un punto de transición desde el cual pueden impulsar ambiciosas medidas públicas para avanzar sus planes estratégicos de movilidad.

Este artículo explora los patrones actuales de la movilidad urbana en Europa, estableciendo las bases para la gobernanza de la movilidad sostenible en el continente. Con este fin, se emplea el índice *Cities in Motion* como metodología para hacer un diagnóstico del estado de la movilidad urbana europea, presentando a partir de éste un modelo de gestión urbana inteligente que identifica las áreas principales donde los gobiernos urbanos pueden impulsar cambios hacia la movilidad sostenible: infraestructura y planificación urbana, nuevas aplicaciones tecnológicas e innovación, cambios en el comportamiento y las preferencias de los ciudadanos, el entorno jurídico y regulatorio, y los nuevos modelos de negocio. Se propone además la gobernanza urbana como elemento integrador de estas áreas de acción y se derivan conclusiones sobre el futuro de la movilidad sostenible en Europa.

Entre los aspectos discutidos están el área de infraestructura y planificación urbana y se explora como las ciudades están adoptando una visión a largo plazo para reducir el uso del automóvil y favorecer nuevas alternativas de movilidad, buscando controlar el tráfico y recuperar espacio urbano. Esto conlleva la implementación de cambios en la infraestructura y el diseño urbano, entre los que destacan el concepto de la ciudad de 15 minutos y los *superblocks*. Estos cambios permitirán priorizar modos de transporte más sostenibles, pero a su vez conllevan fuertes inversiones y cambios en la distribución física de la ciudad.

Asimismo, el artículo revisa cómo las nuevas tendencias de movilidad, facilitadas por la tecnología e innovación, están cambiando el *mix* de movilidad de las ciudades y facilitando el cambio de los hábitos de movilidad. Gran parte de las estrategias de movilidad sostenible de las ciudades se basan en aumentar el uso del transporte público y el transporte activo. En paralelo, las ciudades europeas también han tomado medidas para hacer menos cómodo y asequible el uso del automóvil. Dos de las principales herramientas usadas con este fin han sido la fijación de precios por congestión y la delimitación de zonas con tráfico reducido o de bajas emisiones en la ciudad. Muchas ciudades europeas están buscando también hacer los automóviles más sostenibles y seguros mediante la electrificación del transporte e invirtiendo en la automatización de la movilidad, aunque esta última se encuentra en una fase más preliminar.

En el artículo se argumenta que estos cambios requieren nuevos enfoques jurídicos y regulatorios que permitan coordinar los esfuerzos del sector público en materia de movilidad en múltiples niveles. A nivel local, esto requerirá avances en la accesibilidad del transporte, la coordinación de los servicios de movilidad, el desarrollo de sistemas de consulta pública, y la implementación de incentivos que favorezcan cambios de hábitos en los residentes urbanos. A nivel internacional, la UE deberá apoyar la financiación y capacitación

de gobiernos locales por medio de políticas coordinadas pero flexibles, que se adapten a los distintos sistemas de transporte, objetivos y modos de gobernanza presentes en las ciudades del continente. Estos marcos regulatorios y de gobernanza permitirán movilizar de forma eficiente las alternativas de movilidad.

Además, se explora cómo han surgido nuevos modelos de negocio derivados de los avances tecnológicos y la digitalización del transporte, principalmente la movilidad compartida, la micromovilidad y el *Mobility as a Service (MaaS)*. Estos modelos buscan reducir el número de automóviles en los centros urbanos, y a los nuevos hábitos de la ciudadanía, que priorizan modelos flexibles, personalizados, e interconectados de movilidad. Aunque son recientes, estas alternativas representan fuerzas transformadoras de la movilidad urbana, se superponen e interactúan como parte del ecosistema de transporte de las ciudades europeas, favoreciendo la creciente interconectividad y versatilidad de los sistemas de movilidad urbanos. Las ciudades europeas están invirtiendo en nuevas rutas, infraestructuras, y servicios relacionados con estos modelos – tanto propios, como apoyando a proveedores privados.

Aunque la complejidad de los nuevos sistemas de movilidad urbana necesita de innovaciones tecnológicas y nuevas propuestas de movilidad, son igualmente necesarias las innovaciones en gobernanza para poder avanzar hacia los objetivos europeos de movilidad sostenible. La gobernanza, sea local o internacional, será quién guíe, regule, y facilite la adopción de nuevos elementos del sistema de movilidad, asegurando que se alineen estratégicamente con los objetivos sociales, económicos, y medioambientales tanto de la ciudad como del continente. Así, la gobernanza urbana actúa como elemento integrador entre las áreas del modelo de gestión urbana inteligente mencionadas anteriormente.

El artículo concluye indicando la necesidad de integrar la gobernanza de la movilidad con políticas urbanas más amplias, guiadas por una visión de sistemas cada vez más interconectados e integrados, con un énfasis en valores como la sostenibilidad, la equidad y la accesibilidad. Con este fin, los gobiernos locales deberán redefinir su rol, pasando a dirigir, facilitar y rechazar diferentes elementos del sistema de movilidad y las redes que lo componen para maximizar su valor público y su alineación con las necesidades y objetivos de la ciudad. Esto a su vez implica nuevos procesos de gobernanza multinivel, consultas ciudadanas, e incentivos estatales. Los sistemas de movilidad quedarán definidos por el manejo de los intereses y las tensiones entre distintos actores urbanos locales e internacionales. Sin embargo, dada la naturaleza colaborativa de regular el transporte urbano, las ciudades tendrán la oportunidad de impulsar una visión conjunta hacia el futuro la movilidad sostenible en Europa.

# NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO EN MOVILIDAD URBANA COMPARTIDA

Jorge FERNÁNDEZ GÓMEZ

*Orkestra-Fundación Deusto y Deusto Business School*

EN los últimos años hemos asistido a la aparición de múltiples empresas que ofrecen servicios de movilidad compartida (*shared mobility*) en entornos urbanos (vehículos compartidos, movilidad a demanda, compartición de bicicletas y patinetes eléctricos...). Estas nuevas formas de movilidad compartida están modificando las preferencias de los usuarios de movilidad en todo el mundo, dando lugar a una industria con un crecimiento potencial elevado.

La «movilidad urbana compartida» hace referencia a modos/formas de movilidad impulsadas por modelos de negocio innovadores (por ejemplo, *carsharing* o *carpooling*, o bien modelos de micromovilidad en general) que se están implantando en ciudades de todo el mundo y facilitan el desarrollo de sistemas de movilidad urbana sostenibles y la planificación eficiente del transporte en las ciudades.

Transformar los modelos de movilidad urbana actuales en modelos sostenibles implica innovar en múltiples ámbitos (tecnológica, regulatoria, operativa, esquemas de colaboración, etc.). El objetivo es generar cambios profundos en áreas como la demanda de movilidad y las preferencias de los ciudadanos, la penetración de tecnologías energéticas limpias, la digitalización de procesos, el despliegue de nuevas formas de movilidad alternativas, la integración y coordinación de los distintos modos de transporte o una planificación del espacio urbano y de las redes de transporte centrada en las personas.

El marco conceptual planificación de movilidad urbana sostenible de Banister (2008) ofrece una herramienta que permite analizar los nuevos modelos de movilidad urbana bajo una referencia que pone a los ciudadanos en el centro de los modelos de movilidad, primando aspectos como la accesibilidad, la dimensión social de la movilidad, la reorientación y redefinición de los espacios urbanos, la multimodalidad y el desarrollo de modelos de movilidad con menores distancias, menores volúmenes de tráfico y menores velocidades medias con un parque de vehículos más limpios. La sostenibilidad implica también incrementar la eficiencia de la movilidad a través de una mayor conectividad de las redes de transporte y una gestión eficiente de la oferta, la localización y las plazas de aparcamiento, por ejemplo.

El cambio de la movilidad urbana se llevará a cabo incentivando el desarrollo de modelos de negocio y propuestas de valor innovadoras por parte de agentes públicos y privados que impulsen la sostenibilidad de los sistemas de transporte a lo largo de las líneas identificadas por Banister (2008).

En este artículo se describen los principales modelos de negocio de movilidad compartida o movilidad como servicio (*mobility as a service, MaaS*), identificados a través de la herramienta de caracterización de modelos de negocio en movilidad desarrollada por Menéndez y Fernández (2020). Estos modelos de negocio pueden agruparse en tres categorías: (i) *MaaS B2C (business to customer)* (*carsharing B2C, bikesharing, scootersharing/motosharing, microtransit*); (ii) *MaaS P2P (peer to peer)* (propiedad fraccionada, *carsharing P2P, ridesharing*); y (iii) *MaaS a demanda (ridesourcing, ridesplitting, e-hail)*.

Pese a las ventajas potenciales de la movilidad urbana compartida en términos medioambientales (emisiones y contaminantes), económicos (horas de atascos), sociales (recuperación de espacios urbanos para actividades de ocio, etc.) y de salud de la población, el despliegue de nuevos modelos de negocio en la movilidad urbana no está exento de problemas y retos y su implantación está siendo más lenta de lo que cabía esperar hace unos años. Pese a ello, la pandemia del coronavirus, además, ha dado

lugar a algunos cambios potencialmente estructurales que abren una ventana de oportunidad para impulsar de forma efectiva y decisiva la movilidad compartida en todo el mundo en los próximos años.

Entre los principales retos y barreras al despliegue de la movilidad urbana colaborativa, se incluyen factores tecnológicos, regulatorios, económico-financieros o culturales, además de aspectos operativos y logísticos y otros relacionados con la percepción de seguridad, las preferencias de los usuarios, el apoyo limitado a los nuevos negocios innovadores o una falta de visión e impulso de las nuevas formas de movilidad por parte de reguladores, legisladores y decisores públicos.

El análisis realizado en este trabajo permite identificar algunos principios y vías de actuación de las autoridades del transporte que contribuirán a impulsar modelos de negocio innovadores en torno a la movilidad compartida y superar las barreras y retos mencionados. Entre estos cabe incluir los siguientes:

- El desarrollo de una visión compartida por todos los agentes (políticos, empresas, instituciones y usuarios) sobre la movilidad como servicio.
- La implementación de bases legales, normativas y regulatorias para la movilidad compartida claras, predecibles y flexibles.
- La mejora de capacidad efectiva de las instituciones públicas y operadores de transporte para innovar e integrar los servicios públicos y privados.
- Establecer sistemas de datos e información que impulse el desarrollo de servicios y tecnologías innovadoras.
- Diseñar de forma integral políticas complementarias en áreas como las emisiones y la contaminación, la regulación del tráfico, la planificación de infraestructuras y redes viarias, etc.
- Mejorar la capacidad de financiación de las administraciones locales e innovar en esquemas de financiación público-privada.
- Fomentar de esquemas de intermodalidad eficientes en todos los ámbitos geográficos de la movilidad urbana (primera/última milla, urbano, periurbano).
- Integrar los servicios de movilidad compartida en los ámbitos de primera y última milla con otros sectores (comercio local o turismo).
- Desarrollar normas específicas para la micromovilidad que garanticen la seguridad de los usuarios y facilite el desarrollo de infraestructuras.
- Desarrollar enfoques específicos de las estrategias de movilidad compartida en áreas como colegios, centros educativos o grandes centros de trabajo.
- Incorporar la dimensión socioeconómica para fomentar la participación y aceptación ciudadana.

En resumen, la movilidad urbana compartida ofrece alternativas muy diversas de movilidad que pueden contribuir a avanzar de forma rápida y efectiva en la consecución de modelos de transporte urbano más sostenibles.

En los próximos años, el crecimiento de la movilidad urbana compartida pasará en gran medida por aprovechar la inercia que experimentan las formas de movilidad alternativas en el escenario pos-COVID-19 y responder de forma efectiva a la variedad de barreras identificadas anteriormente, relacionadas con la tecnología, las infraestructuras, la regulación y los aspectos legales, el papel de los distintos agentes, la innovación en modelos de negocio, las preferencias de los usuarios o el apoyo político y social a estas nuevas formas de movilidad).

# EL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO: FINANCIACIÓN Y USO

Anna MATAS PRAT

Jordi PERDIGUERO GARCÍA

*Universitat Autònoma de Barcelona i Institut d'Economia de Barcelona*

EL transporte público contribuye de manera significativa a un desarrollo más eficiente y sostenible de las ciudades y áreas metropolitanas. En las ciudades europeas es común financiar parte de los costes de operación con subvenciones públicas. La dependencia del presupuesto público genera a menudo problemas financieros para las administraciones responsables que se agravan en los períodos de crisis. Además, el transporte público urbano debe hacer frente a retos que potencialmente pueden reducir su demanda. Entre otros, el auge de la movilidad activa, la negativa repercusión de la COVID-19, la continuidad del proceso de suburbanización residencial y el envejecimiento de la población. El artículo tiene por objetivo analizar los mecanismos de financiación del transporte público en las áreas urbanas en España y, a la luz de los argumentos que justifican su subvención en términos económicos, sugerir posibles vías de actuación que garanticen la estabilidad financiera.

Los datos sobre distribución de los viajes entre modos de transporte en las ciudades de España ponen de relieve que más de un 50 por 100 de los desplazamientos se realizan a pie o en bicicleta, mientras que en los viajes motorizados, el peso del transporte privado supera al del público, excepto en las grandes ciudades (Madrid, Bilbao, Zaragoza, Valencia y Barcelona). El menor peso del transporte colectivo se observa también en los desplazamientos centro-periferia, menos aptos para realizar a pie, en los que la cuota de mercado de coche y moto supera a la del transporte público en todas las áreas metropolitanas. Únicamente en las áreas de Barcelona y Madrid la cuota del transporte público en estos desplazamientos se acerca al 40 por 100. Por lo tanto, los datos parecen señalar que la oferta y el uso del transporte público tiene un notable margen de mejora, especialmente en los desplazamientos que van más allá de la propia ciudad y fuera de las mayores áreas urbanas. Esta mejora debe realizarse a costa de disminuir el número de trayectos que se realizan en vehículo privado, no a costa de los que se realizan a pie o en bicicleta. Por otro lado, si el fomento de los modos sostenibles, como la creación de carriles para promocionar la bicicleta, supone únicamente un trasvase de viajeros desde el transporte público, y no del vehículo privado, el impacto sobre la descarbonización del transporte será mínimo, a la vez que dificultará la financiación del transporte público.

En el artículo se analizan las ventajas y desventajas de tres tipos de medidas que pueden implementarse para invertir la cuota entre transporte público y privado: las que afectan a la cantidad de vehículos que pueden circular; las que promocionan los modos alternativos y las que modifican el precio de utilizar el vehículo privado. Estas últimas tienen una ventaja frente a las anteriores, y es que no solamente es eficiente en la reducción del uso del vehículo privado, sino que además genera recursos a la hacienda local, que pueden ser un buen método alternativo de financiación del transporte público.

La subvención de los costes de operación del transporte público urbano es una de las medidas más utilizadas para incentivar su uso. La subvención se justifica tanto por razones de eficiencia como de equidad. Respecto la eficiencia, la presencia de economías de escala y las externalidades negativas generadas por el vehículo privado constituyen los principales argumentos. No obstante, el cálculo de la subvención óptima no es sencillo dado que intervienen un amplio conjunto de elementos. Entre otros, cabe citar la forma urbana, la distribución de la población, la distribución de la demanda a lo largo del día, el nivel de congestión, la cuota de mercado de los distintos modos de transporte y la facilidad de sustitución entre ellos. Por consiguiente, no es posible diseñar reglas simples para establecer la subvención óptima y que a la vez sean válidas para cualquier área urbana. Sí que es posible, no obstante, determinar qué variables y qué criterios deberían ser considerados para fijar el nivel y la estructura de las tarifas y, por ende, la subvención.

Las ratios de cobertura de costes por ingresos tarifarios se sitúan en un rango entre el 40 y el 60 por 100, cifra similar a la de otras ciudades europeas. La mayor parte de esta subvención se asume con fondos de los presupuestos ordinarios de las distintas administraciones. Una parte minoritaria proviene del Estado, mientras las comunidades autónomas costean los servicios de metro y los entes locales asumen de manera mayoritaria el déficit del transporte de superficie. La continuidad de la subvención se enfrenta a restricciones presupuestarias que, sobre todo en periodos de crisis, obligan bien a subir precios, bien a reducir la calidad.

Finalmente, el artículo indaga acerca de qué medidas se podrían tomar para garantizar la sostenibilidad financiera del transporte público urbano, con especial énfasis en los instrumentos alternativos de financiación. En primer lugar, sería deseable valorar la rentabilidad social del actual nivel de subvención en términos de precio y calidad de servicio. Para ello, sería recomendable disponer de una metodología común para todas las áreas urbanas que permitiera aproximar cuál debería ser el nivel y la estructura de tarifas eficiente. En segundo lugar, sería preciso buscar mecanismos que incentiven un comportamiento eficiente tanto de las administraciones públicas como de los operadores de transporte. En tercer lugar, se propone diversificar el origen de los recursos necesarios para financiar el transporte urbano. A partir de la evidencia disponible, se valoran hasta siete fuentes de financiación alternativas que incluyen un impuesto sobre el empleo local, un impuesto sobre los bienes inmuebles, un impuesto sobre el desarrollo de la red de transporte, ingresos por aparcamiento y multas de tráfico, ingresos por peajes urbanos, impuestos sobre el consumo de combustible u otros impuestos sobre el consumo. Cada una de ellas tiene ventajas y desventajas que deberán valorarse para cada ámbito urbano y tomando en consideración su impacto sobre el conjunto de la economía.

# ESTUDIO DE LA MOVILIDAD CON LA TECNOLOGÍA *BIG DATA*: POSIBILIDADES POR EXPLORAR

Javier BURRIEZA-GALÁN

*Nommon Solutions and Technologies*

La planificación y gestión de los sistemas de movilidad requiere de un conocimiento profundo y actualizado acerca de los patrones de demanda de viajes de la población. Para medir los flujos de desplazamientos de personas a lo largo del territorio se ha recurrido tradicionalmente al uso de encuestas de movilidad, que consisten en suministrar un cuestionario sobre los hábitos de viajes a una muestra representativa de la población, y de aforos de personas o vehículos, que residen en contar el número de peatones o vehículos que transitan por un punto determinado de la red de transporte. Estos métodos cuentan con limitaciones importantes, tales como su coste elevado (que restringe su alcance espacial, frecuencia de actualización y tamaño de muestra) o los sesgos inherentes a las encuestas, ya sea por la construcción de la muestra o la disposición de los participantes a dar información veraz sobre sus patrones de movilidad.

En los últimos años, la proliferación de dispositivos móviles y sensores ha dado lugar a una serie de nuevas fuentes de datos para caracterizar la movilidad de la población, tales como los datos de las redes de telefonía móvil, de posicionamiento GPS generados por aplicaciones móviles, de sistemas inteligentes de pago de transporte público, de tarjetas bancarias o de sensores WiFi/Bluetooth. Estas fuentes tienen en común que recogen una gran cantidad de datos con una elevada frecuencia de muestreo, por lo que requieren de la aplicación de técnicas *big data*.

Estas fuentes permiten complementar las fuentes tradicionales de recogida de datos de movilidad. En primer lugar, por lo general, no son recogidas con el propósito principal de caracterizar la movilidad, sino que son un subproducto de ciertos servicios (por ejemplo, la comunicación entre dispositivos móviles). Esto hace que sean considerablemente más baratas que las técnicas tradicionales, lo que permite una mayor frecuencia de actualización. En segundo lugar, se trata de una recogida pasiva de información, sin intervenir en la trayectoria de personas o vehículos. Esto facilita incrementar los tamaños de muestra y evita incurrir en sesgos de respuesta. Finalmente, dado que los datos se recogen de manera continua es posible monitorizar el estado de la movilidad, detectando cambios de manera más rápida y alimentando bases de datos históricas que faciliten la construcción de modelos de simulación de transporte. Para aprovechar estas ventajas, es necesario abordar algunos retos relevantes. Por un lado, se requiere una capacidad considerable de procesamiento de datos, dado su gran volumen. Las técnicas de procesamiento han de tener en cuenta las particularidades derivadas del propósito original de recogida para evitar errores y conocer las limitaciones de cada fuente, además de garantizar que todos los datos personales incluidos en las fuentes se procesen de acuerdo a las regulaciones de protección de datos. Por otro lado, la recogida pasiva implica que no es posible preguntar al viajero sobre sus opiniones o posibles cambios de hábitos, por lo que en ocasiones es imprescindible combinar estas fuentes *big data* con la realización de encuestas. Finalmente, en muchos casos es imprescindible que agentes externos al sector del transporte estén en disposición de compartir estos datos a través de acuerdos de monetización de los mismos.

Para aprovechar las oportunidades de estas fuentes de datos y abordar los retos asociados es imprescindible recurrir a metodologías de fusión de datos. Tal y como ocurre con las metodologías más tradicionales, ninguna de las fuentes de datos procedentes de dispositivos móviles o sensores cubre por sí sola el enorme abanico de indicadores y análisis necesarios para tener una imagen completa de la movilidad. Por ejemplo, los datos de redes de telefonía móvil alcanzan un gran tamaño y representatividad muestral con una resolución de centenares de metros en la mayoría de los casos y los datos de ubicación GPS suelen tener muestras más reducidas, pero con gran precisión espacial, por lo que su combinación presenta muchas sinergias. Esto no se restringe al uso de varias fuentes *big data*, sino también abarca la combinación con encuestas de

movilidad (por ejemplo, para mejorar el diseño de los trabajos de campo) o con conteos de vehículos (por ejemplo, para traducir flujos de personas a flujos de vehículos).

Las nuevas fuentes de datos ya son parte de la caja de herramientas de autoridades y operadores de movilidad, siendo España uno de los países más avanzados en la materia. En particular, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) ha desarrollado dos estudios que han sido referente mundial en el uso de datos de redes de telefonía móvil para caracterizar la movilidad: el análisis de la movilidad interprovincial en España por modo de transporte con datos de 2017, que permite tener una imagen completa de los flujos de movilidad a nivel estatal para distintos días de la semana y meses del año; y el estudio de monitorización de la movilidad durante la pandemia de COVID-19 entre febrero de 2020 y mayo de 2021, que permitió tener información actualizada y pública acerca de cómo la situación sanitaria y las restricciones de movilidad impactaron sobre los patrones de viaje. La capacidad técnica adquirida por el MITMA en sus experiencias previas permitió una reacción ágil para acceder a esta información en cuanto fue necesario. Ambos estudios se basaron en la solución tecnológica de la empresa española Nommon para el análisis de datos de redes de telefonía móvil y su fusión con otras fuentes.

Más allá de estas experiencias de aplicación con metodologías ya contrastadas en numerosos estudios, existen numerosas líneas de investigación en activo que continuarán mejorando las capacidades de análisis de la movilidad. Entre ellas, destacan la incorporación de nuevas tecnologías (por ejemplo, los datos recogidos por los vehículos autónomos y conectados), la generación de nuevos tipos de indicadores más desagregados (por ejemplo, de contacto social, relevantes para epidemiología y para estudios de segregación urbana), o la explotación de las bases de datos históricas que se están generando mediante técnicas de aprendizaje automático que mejoren nuestra capacidad de anticipación ante cambios en la movilidad.

# DESAFÍOS PARA LA REGULACIÓN DEL USO DEL VEHÍCULO PRIVADO EN LAS CIUDADES

Gerard LLOBET

CEMFI

La actividad económica de las sociedades modernas se concentra cada vez más en las ciudades. Individuos y empresas se benefician de la presencia de otros individuos y empresas con ideas o maneras de trabajar complementarias, cuya combinación redundante en una mayor productividad y un mayor valor de su producción. Sin embargo, estos efectos positivos vienen también asociados a grandes costes como el ruido, la contaminación atmosférica o la congestión del tráfico. La creciente conciencia acerca de estos costes ha llevado a las autoridades de muchas grandes ciudades a adoptar medidas cada vez más restrictivas, en especial para su causante principal: el uso del automóvil privado.

La evidencia es concluyente acerca de los efectos negativos sobre la salud del automóvil, especialmente con motor de combustión. La emisión de partículas y de óxidos de nitrógeno, sobre todo por los automóviles con motor diésel, se asocia con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. También afecta a la mortalidad infantil y, de manera más general, a la actividad cognitiva. El ruido originado por el tráfico también origina enfermedades cardiovasculares e incrementa la prevalencia de distorsiones del sueño. Por otro lado, la congestión debida al tráfico es significativa en ciudades como Madrid o Barcelona, donde el usuario promedio del automóvil pierde cada año más de cien horas de su tiempo en atascos, con el consiguiente coste en horas de trabajo perdidas.

La visibilidad de los efectos de la congestión asociado al tráfico ha hecho que las autoridades públicas hayan incorporado siempre la gestión del tráfico en sus decisiones. Sin embargo, las intervenciones han estado típicamente orientadas a aumentar la capacidad de las vías de tráfico y han sido habitualmente incapaces de solucionar el problema debido a la «Ley Fundamental de la Congestión del Tráfico»: incrementos en la capacidad de las vías de circulación han inducido nueva demanda que en poco tiempo ha vuelto a crear el mismo nivel de congestión, a la vez que se generaban mayores externalidades negativas, no sólo asociadas a la contaminación sino también con la «heridas» urbanas resultado de las nuevas infraestructuras.

La mayor visibilidad de los efectos sobre la salud del automóvil y los límites a la estrategia de expansión de la infraestructura viaria ha llevado a los ayuntamientos a adoptar otras políticas que podemos clasificar de dos tipos. Por un lado, están las regulaciones que no se basan en precios, como las restricciones al tráfico o la peatonalización de las calles. Por el otro, se han adoptado regulaciones de precios, bien relacionadas con el estacionamiento de los vehículos o bien con la circulación de los mismos.

Las restricciones al tráfico como manera de mitigar los efectos negativos del automóvil tiene una gran tradición y su uso más famoso es en la Ciudad de México, a través del esquema llamado *Hoy no Circula*. Este esquema limita los días a la semana en que se puede utilizar su automóvil según su matrícula. La evaluación de esta regulación muestra que, lejos de reducir la contaminación, su efecto probablemente ha sido el contrario y su repercusión según el nivel de renta de los ciudadanos ha sido muy desigual debido al llamado «Efecto segundo coche».

Las zonas de bajas emisiones, que prohíben el uso de los automóviles más contaminantes, han sido más eficaces en la reducción de la polución. Sin embargo, el distinto acceso a coches poco contaminantes según el nivel de ingresos de los ciudadanos tiene también importantes efectos redistributivos.

En contra de lo que se acostumbra a argumentar, esquemas basados en los precios y en especial los peajes urbanos (y hasta cierto punto los aparcamientos de pago) son efectivos en la reducción de los efectos negativos del uso del automóvil a la vez que tienen el potencial de distribuir los beneficios de manera amplia en la sociedad si su recaudación se utiliza para promover el transporte público. Estos beneficios se reflejan en la gran popularidad de su uso en las ciudades en las que ya están presentes, en contraste con la resistencia que despertaba entre estos mismos ciudadanos antes de su implementación.

En muchos casos se ha optado por la combinación de los peajes urbanos con las zonas de bajas emisiones, permitiendo así tener control de manera separada sobre las dos fuentes de externalidades del automóvil, la contaminación y la congestión. Mientras que todos los coches generan la misma congestión, sus efectos medioambientales dependen de su nivel de emisiones. Es por ello que la zona de bajas emisiones permite reducir la congestión de acuerdo a criterios medioambientales. Su combinación con el peaje urbano permite reducir el nivel de tráfico y mitigar la congestión.

# PATINETES ELÉCTRICOS Y BICICLETAS COMPARTIDAS. NUEVOS TRANSPORTES URBANOS, NUEVOS USUARIOS. EL CASO DE BARCELONA

Carme MIRALLES-GUASCH

Oriol ROIG-COSTA

Oriol MARQUET

*Centro de Automática y Robótica (CSIC-UPM)*

**E**NMARCADOS dentro del amplio concepto de *micromovilidad*, durante la última década han aparecido en todas las grandes ciudades del mundo nuevos vehículos y opciones de transporte compartido que ofrecen mejoras en flexibilidad y prometen avances en sostenibilidad. Las primeras ciudades que adoptaron sistemas de bicicletas compartidas (BSS, en sus siglas en inglés), a principios de la década pasada, eran del Norte Global y de China, a través de iniciativas públicas o privadas (Chen *et al.*, 2020; Galatoulas *et al.*, 2020; NACTO, 2019). Más recientemente, han aparecido los vehículos de movilidad personal (VMP), normalmente de iniciativa privada (Brustein, 2018; Marshall, 2018; POLIS, 2019). Dentro del marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y de la emergencia climática, estos nuevos medios de transportes se promueven desde las administraciones locales, aun sin el nivel de investigación suficiente equiparable a otros transportes más consolidados, situación que afecta a las regulaciones normativas, a la evaluación de los impactos en los servicios existentes, a la determinación de la legalidad y a la evaluación la seguridad de los ciudadanos (McKenzie, 2019).

En su versión actual, los patinetes eléctricos y las flotas de bicicletas compartidas ofrecen un potencial de cambio de paradigma para la movilidad urbana, dando lo mejor de sí cuando se utilizan para cubrir distancias cortas o medias en entornos urbanos densos (Nieuwenhuijsen y Khreis, 2019). Con el objetivo de incrementar el conocimiento sobre la micromovilidad, el presente artículo analiza el perfil socioeconómico de los nuevos usuarios de BSS con anclaje y de patinete eléctrico (máximo exponente de los VMP) en Barcelona, una ciudad que, por su entorno construido denso, compacto y de uso mixto (Marquet y Miralles-Guasch, 2014), ofrece el escenario idóneo para la implantación de estos modos emergentes (Marquet y Miralles-Guasch, 2014).

Según los resultados de nuestro estudio, en Barcelona los modos de micromovilidad son más populares entre los hombres jóvenes, empleados y con altos niveles de educación. Esto es especialmente cierto en el caso del patinete eléctrico, cuya introducción podría aumentar la brecha de género y excluir a la población de mayor edad. Estos resultados son comunes a los de otras ciudades. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en otros contextos, nuestros resultados sugieren mayor diversidad socioeconómica en Barcelona, especialmente entre los que utilizan el patinete eléctrico. Un elemento que resulta preocupante del estudio es el origen de la demanda de los modos de micromovilidad. Según nuestro estudio, ni el sistema de bicicleta compartida ni el patinete eléctrico estén absorbiendo a los usuarios del coche, sino a los del transporte público y los modos activos. Este fenómeno plantea retos para la planificación de la movilidad urbana debido a las diferencias entre los distintos grupos sociales, especialmente en lo que respecta al género y la edad, y pone en duda el potencial de la micromovilidad en la lucha contra las emisiones de CO<sub>2</sub>. Al mismo tiempo, este esquema de transferencias también tiene implicaciones a nivel social. En términos de salud, la adopción de vehículos como los patinetes eléctricos podría estar provocando una disminución de la actividad física diaria, cuestión que deberá ser abordada en futuras investigaciones. En cuanto a la ocupación del espacio público, el aumento de usuarios de micromovilidad estaría añadiendo aún más presión al ya limitado espacio público que se asigna a los modos activos. Sin embargo, no todos los modos de micromovilidad se utilizan de la misma manera. Mientras que los patinetes eléctricos se utilizan principalmente con

finés laborales, los sistemas de bicicleta compartida son más versátiles, y se usan tanto para desplazamientos laborales como personales. En una ciudad como Barcelona, con una fuerte presencia de desplazamientos de proximidad y a diferencia de otros contextos metropolitanos donde las largas distancias rompen la escala de la bicicleta, este modo de transporte podría convertirse con éxito en uno de los principales protagonistas de la movilidad cotidiana. En este sentido, las ciudades que apuesten por la micromovilidad como parte de su sistema de transporte tendrán que replantearse la distribución del espacio público y adaptarlo a las nuevas demandas de infraestructura que estas requieren, dando más espacio a los carriles bici, a los carriles lentos, a las zonas pacificadas y a las calles dedicadas a los peatones. Una remodelación que debe tener en cuenta las necesidades de grupos sociales específicos para que la planificación sea más inclusiva.

# ¿SON EFECTIVAS LAS ZONAS DE BAJAS EMISIONES? EL CASO DEL CENTRO DE MADRID

Irene Lebrusán

*Grupo de Investigación Sociedad, Medio Ambiente y Territorio (UCM), Instituto de Estudios de Género (UC3M) y  
Cátedra «Agenda Urbana 2030 para el Desarrollo» (UVa)*

Jamal TOUTOUH

*Universidad de Málaga y Massachusetts Institute of Technology*

**L**A concentración de población en las ciudades y el desarrollo de un nuevo modelo de urbanización, más disperso, han provocado grandes cambios en la movilidad de personas y mercancías, incrementando el tráfico rodado, que es la mayor fuente de emisiones contaminantes en el entorno urbano.

Los contaminantes producidos por los motores de explosión y combustión de los vehículos tienen efectos muy graves sobre nuestra salud y calidad de vida, reducen la esperanza de vida y aumentan la mortalidad, además de suponer cuantiosos costes económicos y numerosos daños medioambientales. Así, la preocupación por este «asesino silencioso» empujó a la Comisión Europea (CE) a exigir a los países miembros la reducción de emisiones contaminantes bajo riesgo de cuantiosas multas.

Como respuesta, los diferentes Estados han comenzado a implementar diferentes medidas orientadas a un cambio en la concepción del diseño urbano y en la propia movilidad, siendo la mera reducción del tráfico en zonas urbanas la forma más económica y eficiente para abordar el problema de la contaminación. Mientras que la peatonalización absoluta es cara y difícil de implementar, la creación de zonas de bajas emisiones (ZBE) es a menudo la medida más efectiva, rápida y económica para reducir los tres principales contaminantes atmosféricos que preocupan en Europa (especialmente las partículas finas y el dióxido de nitrógeno).

Así, en 2019, año previo a la pandemia, Europa contaba con cerca de 300 ZBE en unos 12 países. En España, y si bien la reciente Ley de Cambio Climático y Transición Energética obliga a todo municipio de más de 50.000 habitantes a tener espacios de bajas emisiones antes de 2023, únicamente dos municipios españoles tienen experiencia (aunque breve) en la aplicación de medidas para la reducción del tráfico: Barcelona y Madrid. El análisis de caso de Madrid es especialmente interesante, pues ha sido epicentro de diferentes polémicas en torno a su efectividad, ha experimentado una fuerte oposición y ha sido llevado a los tribunales en varias ocasiones y por diferentes agentes. El distrito Centro de Madrid ha visto, entre 2018 y 2021, la sucesión de diferentes ZBE, con normativas, premisas y denominaciones diferentes, todas ellas con el objetivo común de reducir contaminantes: Madrid central, más tarde Madrid 360 y en la actualidad distrito centro o zona de bajas emisiones de especial protección.

Este artículo evalúa el efecto de las medidas aplicadas, analizando para ello la concentración media horaria de diferentes contaminantes atmosféricos –dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>)– que es recogida a través de diferentes sensores instalados en la ciudad y disponibles en el Portal de Datos Abiertos (OPD) del Ayuntamiento de Madrid. Para la realización del análisis se ha considerado un marco temporal de siete años (84 meses, desde diciembre de 2014 hasta noviembre de 2021) a fin de controlar efectos de estacionalidad y distinguiendo dos periodos: el previo a la aplicación de las primeras medidas (de diciembre de 2013 a noviembre de 2018) y el periodo de tres años durante el que se aplica (aunque con matices y diferentes grados de exigencia) la medida de movilidad (desde diciembre de 2018 a noviembre de 2021).

La aplicación de diferentes análisis estadísticos confirma que las medidas aplicadas han reducido de forma significativa los niveles de concentración de NO<sub>2</sub> en el distrito centro, que fue el contaminante específico que la CE solicitaba reducir a España bajo riesgo de multa. También se puede confirmar que la importante reducción en las emisiones de NO<sub>2</sub> generadas por la aplicación de esta ZBE no conlleva un aumento de este contaminante en otras zonas debido a una hipotética redirección del tráfico a otras áreas de la ciudad. Si bien el balance medioambiental final del resto de contaminantes no siempre coincide con lo que se esperaba intuitivamente, los resultados permiten afirmar que el despliegue de la ZBE tiene un impacto positivo en toda la ciudad porque, tras su implantación, el aire de Madrid es en general más saludable.

Lo cierto es que esta ZBE consigue convertirse, primero, en un símbolo político para quienes rechazan la medida, pero del que después consigue reapropiarse parte de la ciudadanía, llegándose a organizar la Plataforma en Defensa de Madrid Central. Este proceso no debe ser pasado por alto, pues desde un punto de vista sociológico expresa no solo la capacidad de adhesión a la norma por parte de la población y el cambio comportamental (y con ello, su efectividad en términos prácticos), sino que además muestra la sensibilidad que determinados colectivos (organizados, activos y cuantitativamente nada desdeñables) tienen con respecto a la salud urbana y la reducción de la contaminación. Más importante aún es que el análisis de la vida de esta ZBE demuestra que la ciudadanía española está preparada para un cambio en la concepción de la movilidad





