

# PAPERS 59 NUEVOS RETOS EN LA MOVILIDAD COTIDIANA. POLÍTICAS PÚBLICAS PARA UN MODELO MÁS EQUITATIVO Y SOSTENIBLE

## PRESENTACIÓN

Casi todas las Administraciones plantean, en sus planes de actuación de mandato, retos y objetivos vinculados al desarrollo sostenible y a la mejora de la inclusión social. Las distintas escalas de gobierno diseñan estrategias para el impulso de modelos urbanos que minimicen el cambio climático, mejoren la calidad del aire, garanticen el derecho social a la movilidad o reduzcan los impactos generados por el tránsito rodado, entre otros. Independientemente de la ambición de las políticas aplicadas, lo cierto es que existe un paradigma compartido articulado en torno a las ideas clave de equidad y sostenibilidad en el núcleo de la movilidad cotidiana y del modelo de metrópolis humana del siglo XXI.

En Cataluña, y particularmente en el entorno metropolitano de Barcelona, la aprobación y el despliegue de la Ley 9/2003 de la movilidad supusieron un logro importante, el tránsito del enfoque tradicional de planificación y servicios de transporte hacia un modelo más integral, en que la movilidad es entendida desde su interrelación con cuestiones de cariz social, ambiental, económico y territorial. Han aparecido, en consecuencia, nuevos instrumentos de planificación y gestión de la movilidad a distintas escalas, con el objetivo final de alcanzar un modelo de movilidad más sostenible, saludable, equitativo y seguro. En paralelo, la ciudadanía tiene ahora mayor conocimiento de las externalidades generadas por la movilidad para poder actuar en consecuencia.

Se han producido también en estos últimos años otros fenómenos que tienen y tendrán una importante repercusión en la movilidad: la rápida transformación de los sectores tecnológicos, la presencia del vehículo eléctrico, el amplio uso de aplicaciones y redes sociales como herramientas de mejora u optimización de pautas de movilidad o de información; la aparición del llamado *big data* y su aplicación a la gestión y operación de las redes de movilidad; la aparición de operadores de servicios de movilidad más allá de los tradicionales, o la irrupción de nuevos cambios en la concepción de los vehículos (como el vehículo autónomo).

Sin embargo, todavía queda mucho trabajo por hacer. En el área y en la región metropolitana de Barcelona los impactos de la movilidad se hallan todavía lejos de los objetivos planteados de inclusión y de sostenibilidad, tal y como constatan diversas investigaciones o los mismos instrumentos públicos de planificación del transporte y de la movilidad. Se pone en evidencia, por lo tanto, la falta de avances significativos en la consecución de los objetivos socioambientales en los escenarios temporales previstos que fijan la mayoría de planes y programas. Nos enfrentamos hoy al reto de dar un nuevo salto cualitativo, con el fin de conseguir que las mejoras sean más tangibles y sustanciales de lo que lo han sido hasta ahora.

En este contexto, es necesario profundizar en el conocimiento de algunos de los elementos que configuran los sistemas de movilidad, promover cambios de orientación en determinadas políticas o impulsar otras poco desplegadas. En este sentido, resulta necesario profundizar en las políticas de cohesión social urbana y su relación con la movilidad, en el desarrollo de patrones más sostenibles, en la apuesta por la conexión entre movilidad y ciudades saludables, en el fortalecimiento del esquema de financiación del transporte público, o en la mejora de los sistemas de gobernanza y de concertación entre Administraciones.

El número 59 de *Papers* quiere ser una aportación que permita profundizar en estos elementos. El conjunto de trabajos que reúne tratan una temática diversa que se despliega a través de los artículos siguientes: (a) la bicicleta como medio de transporte habitual en nuestras ciudades, en base a una política integral, elaborado por Esther Anaya y Àngel Cebollada, del Imperial College de London y la UAB, respectivamente; (b) los efectos sobre la salud de las externalidades del transporte, en que han colaborado Katherine Pérez y Anna Gómez-Gutiérrez de la Agencia de Salud Pública de Barcelona; (c) la «nueva» movilidad eléctrica y su papel destacable en estos últimos años, con un texto de Rossend Bosch y Carles Conill, del AMB; (d) el urbanismo, el diseño de las ciudades y su relación con la movilidad sostenible, con dos capítulos: uno del equipo de la Facultad de Urbanismo de la UPM formado por Patxi Lamiquiz, Julio Pozueta, Manuel Benito y Javier González; y el otro, elaborado por Salvador Rueda, de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona; (e) los desplazamientos al puesto de trabajo como principal reto de la movilidad para mejorar la calidad ambiental, realizado por Núria Pérez y Gemma Solé, del IERMB; (f) nuevas estrategias en la distribución urbana de mercancías, con la aportación de los profesores de la UPC Miquel Estrada y José Magín Campos; (g) las nuevas vías para la financiación del transporte público, con un artículo elaborado por el profesor Sergi Saurí, del Cenit; (h) la convivencia entre los métodos tradicionales de conocimiento de las pautas de movilidad y las nuevas herramientas aparecidas en las últimas décadas, elaborado por Maite Pérez, del IERMB; y finalmente, (y) el nuevo concepto de Maas (la movilidad como servicio) redactado por Carme Fàbregas y Manel Villalante, ambos profesores y el segundo director del posgrado Smart Mobility de la UPC.

Sin más preámbulos os animamos a adentraros en la lectura de estos textos, elaborados con la voluntad de identificar retos y respuestas para una movilidad cotidiana más inclusiva y sostenible; con la voluntad de construir una aportación útil al salto cualitativo que hoy necesitamos en el conjunto de las políticas públicas de movilidad.

## UNA PROPUESTA PARA LA MOVILIDAD EN BICICLETA: LA POLÍTICA INTEGRAL

ESTHER ANAYA BOIG

Centre for Environmental Policy, Imperial College London

ÀNGEL CEBOLLADA FRONTERA

Universitat Autònoma de Barcelona

### 1. Introducció

Como es bien conocido, la movilidad en bicicleta está creciendo en nuestras ciudades. Este crecimiento, sin embargo, choca con un modelo de urbanismo y movilidad urbana orientada al uso del coche, que ya denunciaron Jane Jacobs e Ivan Illich en los años 60 y 70, respectivamente. Con todo, sin embargo, las consecuencias de este modelo no han empezado a medirse y publicarse hasta hace poco, mostrando sus impactos sobre la contaminación atmosférica, los accidentes, el consumo de espacio y de combustibles, el impacto social de las barreras causadas por las vías de circulación, los elevados niveles de ruido, etc. El peso y la contundencia de estas pruebas y su difusión más allá del ámbito científico está presionando para que las políticas de gestión de la movilidad y de los entornos urbanos cambien de prioridades.

Para entender el contexto de la situación de la bicicleta en el ámbito metropolitano de Barcelona es preciso recopilar datos contextuales más amplios. Si damos una ojeada al contexto europeo (Figura 1), vemos que el uso de la bicicleta como modo de transporte principal o cotidiano es realmente muy bajo a nivel del Estado español en relación con los países de la UE que más lo utilizan.

El gráfico muestra un aumento en su empleo como modo principal entre los años 2010 y 2014 en España y también nos muestra el fuerte potencial de crecimiento de uso que tiene la bicicleta en los próximos años.

Los pocos datos de movilidad en bicicleta disponibles para el ámbito metropolitano barcelonés nos muestran que, para el año 2015, en el ámbito tarifario integrado, el 1,7% de las etapas que se realizaban en día laborable eran en bicicleta. Y todavía, en el marco de esta cifra tan pequeña, podemos distinguir que los hombres realizaban el 1,9% de las etapas en bici frente al 0,5% de las mujeres (EMEF, 2016).

El Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona (en adelante, IERMB) dispone de información en relación con la movilidad ciclista en la Base datos de movilidad metropolitana 2011/2013, a raíz de unas encuestas que se realizaron durante los años 2011 y 2013. Gracias a estos datos sabemos que, desde 2006 (datos de la Encuesta de Movilidad Cotidiana de aquel año), las encuestas efectuadas en los años 2011 y 2013 daban un aumento del 89%

de los desplazamientos en bicicleta a la primera corona metropolitana y del 135% a la segunda corona. Aunque estamos hablando de cifras bajas (29.535 desplazamientos en la primera corona y 12.810 en la segunda), se trata de aumentos muy superiores a los de la ciudad central, Barcelona, donde el aumento fue del 60% hasta alcanzar los 114.620 viajes (Pérez, 2017).

Los datos del Barómetro de la bicicleta en España de 2015 (Red de Ciudades por la Bicicleta, 2015) muestran que casi el 90% de la población sabe ir en bicicleta, el 58% tiene al menos una para uso personal y el 10% la utiliza a diario (o casi). Los datos para Cataluña, medidos en la Encuesta Barómetro de la Bicicleta 2016 de la Generalitat de Catalunya (2017), siguen las líneas de lo recientemente expuesto para el conjunto del Estado. La Base datos de movilidad metropolitana 2011/2013 muestra que en entornos menos densos y con más espacio libre, la tenencia a la bicicleta aumenta: la disponibilidad de bicicleta para la población mayor de 16 años es superior en la región metropolitana de Barcelona (41%) que en la capital (34%). Por lo tanto, todos los datos nos indican que el uso de la bicicleta puede crecer mucho más en los próximos años.

En el último Barómetro de la bicicleta de Cataluña (Generalitat de Catalunya, 2017) se encuentran varias razones por las que la población no utiliza la bicicleta. En primer lugar, coincidiendo en el orden con la Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (Pérez, 2017), aparece la preferencia por los desplazamientos con otras modalidades y la afirmación de que no gusta la bicicleta. El Barómetro agrega las dos actitudes con un 25% de la representación y la base de datos del IERMB contabiliza un 19%. Mientras que en el Barómetro aparece como segunda razón no tener bicicleta (20%), en el IERMB no se contabiliza esta opción, sin embargo sí que aparecen destacadas la edad o la enfermedad (18%, aunque en el Barómetro aparecen solo con un 10%) y la inseguridad con el tráfico (IERMB encuentra un 13% y el Barómetro, un 6,3%).

Aunque la disponibilidad de datos sobre el uso de la bicicleta y su calidad son claramente deficientes, los datos existentes nos muestran que el uso de la bicicleta está aumentando, pese a que sigue teniendo un peso marginal en la distribución modal.

## 2. Particularidades de la movilidad en bicicleta

La bicicleta es un vehículo y tiene que ser tratada como tal. No obstante, como vehículo y como medio de transporte, tiene ciertas peculiaridades que es preciso tener en cuenta para entenderla y gestionarla.

Se trata de un vehículo más antiguo que el coche. El coche es el vehículo más abundante actualmente para la movilidad privada, pero no siempre fue así. Hay que tener en cuenta que la red de calzadas tal y como la entendemos en la actualidad fue iniciada a finales del siglo XIX para acomodar las bicicletas (Reid, 2015). Incluso, hubo una época (a mediados de los años 1950) en que había más bicicletas que coches en las principales ciudades de Europa (Oldenzel, et al. 2016).

La bicicleta es un medio de transporte óptimo en ciudades densas para recorridos de menos de 5 km. En zonas metropolitanas, la distancia de servicio de la bicicleta crece y se estima próxima a los 8 km. Si tenemos en cuenta que la media de los desplazamientos

de todos los modos oscilaba en torno a los 6 km en 2014 según la ATM (2015), podemos deducir que los desplazamientos potencialmente pedales son una parte muy importante de los desplazamientos totales en la región metropolitana. Así, podríamos decir que la bicicleta tiene un gran margen potencial de desarrollo en este territorio.

Otra característica de la movilidad ciclista que resulta muy relevante para su gestión, es su velocidad media real. En áreas urbanas la velocidad real de los desplazamientos en bicicleta oscila entre 10 y 16 km/h dependiendo de las condiciones en las que se desarrolle (intensidad del tráfico, señalización, tipo de espacio, pendiente, meteorología...). Con datos del Bicing de Barcelona, por ejemplo, encontramos que esta velocidad es de 12,1 km/h (Ayuntamiento de Barcelona, Barcelona de Servicios Municipales, S.A., 2017). Esta cifra es en realidad bastante similar a la velocidad real media del coche en nuestro ámbito metropolitano, que según la ATM era de 14,1 km/h para turismo y estimaban la de la bicicleta en 10,5 km/h (ATM y SENAR, 2015).

En cuanto a la salud, los beneficios de realizar la actividad física que comporta utilizar la bicicleta como modo de transporte habitual son, por término medio, 9 veces superiores a los riesgos agregados de la accidentalidad y la exposición a la contaminación atmosférica (Mueller et al., 2015). Los beneficios para la salud han sido cuantificados durante los últimos años por multitud de estudios que ofrecen importantes argumentos para la promoción de este modo de transporte. Por ejemplo, a la bicicleta se pueden aplicar los beneficios de realizar actividad física, que disminuyen los riesgos de enfermedades cardiovasculares en un 20-35%, los de la diabetes de tipo 2 en un 30-40%, los del cáncer de colon en un 30% y los del cáncer de mama en un 20% (Buehler et al., 2016).

El medio ambiente también se ve muy favorecido por el uso de la bicicleta, especialmente en el caso de que sustituya viajes motorizados, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> de este modo son 13 veces menores que las del coche<sup>1</sup> (Blondel et al., 2011). La eficiencia energética puede ser calculada como el consumo de oxígeno del cuerpo humano al realizar las actividades físicas (en unidades denominadas METs, siglas en inglés de equivalente metabólico de la tarea). Según estas medidas, para cubrir una misma distancia, nuestro cuerpo consume la mitad de energía pedaleando que caminando (Ainsworth et al., 2011).

Estas son algunas de las particularidades y razones que hemos querido documentar para llegar al tema que deseáramos tratar en este documento: la movilidad ciclista es muy apropiada y favorable para nuestra movilidad cotidiana, pero ¿cómo lo hacemos para integrarla en la gestión de nuestras ciudades?

## 3. La política integral de la bicicleta

Puede parecer un juego de palabras, pero para integrar la bicicleta en nuestros entornos, es preciso hacerlo de una forma propiamente integrada. Es decir, deben evitarse las iniciativas aisladas y optar por una estrategia que incluya todos los aspectos de la movilidad ciclista. La implementación integrada de múltiples políticas de diferentes tipos es lo que tendrá más impacto para la promoción de un modo de transporte, gracias a los efectos sinérgicos (Givoni et al., 2013).

Según la reflexión que acabamos de realizar, la integración debe darse a dos niveles:

de contexto, según el cual tenemos que ser conscientes del modelo de movilidad y urbanismo existente, con el fin de acoger la movilidad ciclista. Y el segundo nivel es el conjunto de todas aquellas iniciativas e intervenciones que tienen como objetivo dar apoyo a la movilidad ciclista.

A veces, desde los estamentos políticos se busca la visibilidad de algunas intervenciones para justificar presupuestos o para dar una imagen ambiental (greenwashing). En cualquier caso, será necesario tener en cuenta el resto de aspectos de la movilidad ciclista a fin de que dicha intervención (y el resto) tengan el impacto positivo deseado, que podría ser el de incrementar los desplazamientos en bicicleta.

En la siguiente figura se pretende recoger los diferentes tipos de intervenciones e iniciativas que formarían parte de una visión integral de la política ciclista.

A continuación, definiremos y daremos ejemplos de cada uno de estos componentes de la política integral de la movilidad ciclista.

### 3.1. Infraestructuras

El apartado de infraestructuras es el más obvio y el que a menudo protagoniza las políticas ciclistas, incluso en solitario. No son pocos los planes de movilidad ciclista que solo se refieren a infraestructuras, a aquello que se puede construir. Las infraestructuras son la parte más visible y, muchas veces, la más costosa. Constituye también un elemento crucial el hecho de que los ciclistas prefieren circular por vías con baja intensidad y baja velocidad de tráfico motorizado y por las vías ciclistas segregadas (Buehler y Dill, 2016). Los estudios también respaldan el hecho que cuanta más y mejor infraestructura ciclista y más políticas probicicleta haya, más desplazamientos ciclistas y más seguros serán estos desplazamientos (Jacobsen et al., 2015).

Definimos las infraestructuras ciclistas como aquellas partes del ambiente construido que se destinan específicamente al uso de la movilidad ciclista. Son infraestructuras ciclistas: vías ciclistas, aparcamientos de bicicletas, calles y calzadas en régimen de cohabitación con otros usuarios de la vía (peatones y/o vehículos motorizados), los servicios de bicicleta pública así como otras partes del ambiente construido que se consideran dedicados a la bicicleta (circuitos de prácticas, hichadores, reposapiés, etc.).

Dentro de las infraestructuras, tradicionalmente se ha dedicado más atención a las vías ciclistas, que según la normativa sectorial (Reglamento General de Circulación y Ley del Tráfico)<sup>2</sup> engloban todos aquellos espacios reservados únicamente a la circulación ciclista, ya sean carriles bici en calzada, aceras bici o pistas bici separadas de las vías de tráfico.

No obstante, las bicicletas tienen el derecho a circular por cualquier calzada, si la normativa o la señalización no indica lo contrario. Como se menciona en la literatura académica (Buehler y Dill, 2016) la moderación de la velocidad, del tráfico y la limitación de aparcamientos motorizados son muy relevantes para la movilidad ciclista. Quizás por eso, en los ámbitos de la gestión de la movilidad ciclista holandesa, hablan de "compartir siempre que sea posible, segregar cuando sea necesario", y las políticas de moderación del tráfico holandesa son tan o más importantes que las de construcción de infraestructuras

<sup>1</sup> Este análisis está basado en el ciclo de vida de la bicicleta, que incluye las fases de producción, operación y mantenimiento.

<sup>2</sup> Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, y Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a motor y Seguridad Vial.

para movilidad ciclista, y ambas surgieron a partir del aumento de la accidentalidad que generó el uso masivo del coche a finales de los años 1960. La moderación del tráfico tiene efectos muy positivos al disminuir el riesgo de accidentes con peatones y ciclistas y facilita que las calles puedan acoger funciones sociales (Appleyard et al., 1981). En la gestión de la moderación de la velocidad en la trama vial, el primer paso es la jerarquía vial, determinar la velocidad de las vías según las funciones que se les quiere atribuir: funciones de tráfico de paso, residencial, presencia de escuelas, comercio local, etc. Esto también determinará otras restricciones al tráfico motorizado aparte de la velocidad, es decir, si se restringe el aparcamiento (plataforma única), la capacidad de la vía, o el acceso de no residentes o de ningún vehículo que no sean servicios de emergencias (calles para peatones).

Tanto las vías ciclistas como las compartidas tienen que constituir una red interconectada, adaptada a las características de cada tramo de vía y con varias soluciones, que permitan que la trama urbana sea permeable al tráfico ciclista de la forma más segura y conveniente posible.

En el ámbito metropolitano, existe un proyecto de red metropolitana cofinanciado por el Área Metropolitana de Barcelona, Bivivia, que consta de 9 grandes ejes pedalables<sup>3</sup>. Otra red que debe mencionarse es la Ronda Verde<sup>4</sup>, a pesar de que es una red orientada más al ocio. La Ronda Verde está coordinada por el Consejo Comarcal del Barcelonés y se trata de un cinturón que ya cuenta con 72 km de vías ciclistas que transcurren por 7 municipios metropolitanos. Como iniciativa no oficial, existe la herramienta en línea CycloCat<sup>5</sup>, que a partir de datos abiertos ofrece una red de vías seguras ciclistas para los desplazamientos intermunicipales.

En cuanto a los aparcamientos, lo más relevante es que forman parte del desplazamiento ciclista, puesto que sin un lugar donde dejar nuestro vehículo tanto en origen como en destino, no consideraremos que podemos realizar el viaje. Por lo tanto, son elementos tan importantes como las vías. Existen diversos tipos de aparcamientos: aparcamientos en forma de barras ancladas al suelo, módulos cerrados, aparcamientos vigilados, subterráneos, soportes, etc. Lo importante de estos aparcamientos es que sean seguros, es decir, que permitan atar las partes más importantes de la bicicleta (cuadro y ruedas) y que los usuarios tengan suficiente información y medios para poder atar sus vehículos de forma segura (que tengan y sepan cómo utilizar un buen candado, por ejemplo). En el área metropolitana de Barcelona se inauguró en el año 2011 la red de aparcamientos de bicicletas automáticas Bicibox<sup>6</sup>. Actualmente esta red cuenta con 155 módulos que ofrecen 1.715 plazas de alquiler de aparcamiento seguro a los 8.200 usuarios inscritos en 19 municipios.

Con respecto a la bicicleta pública, son sistemas de suscripción en que el usuario paga para utilizar una flota de bicicletas que está repartida por un área de su territorio y que encontrarán generalmente sujetas a unos aparcamientos específicos y automáticos. Son diversos los municipios de la región metropolitana que tienen o han tenido un sistema de bicicletas compartidas (para más detalles, consultar el Observatorio de la Bicicleta Pública en España,<sup>7</sup> que mantiene

un plano de los sistemas y realiza estudios de evaluación). Estos sistemas de bicicletas compartidas tienen muchas particularidades. Quizás una de las más relevantes en cuanto a movilidad es que permiten los viajes unidireccionales, por lo que no es necesario que el vehículo nos acompañe en el desplazamiento de vuelta o de continuación: la dejamos anclada en otra estación y nos despreocupamos. Como usuarios, tampoco tenemos que preocuparnos de tener espacio para aparcarla, del robo, del mantenimiento ni de comprar una bici para poder desplazarnos en bicicleta; estos sistemas hacen que la bicicleta sea más accesible. Pero los sistemas de bicicleta pública también son sistemas lógicamente muy complejos, y es necesaria una implementación densa y suficientemente extendida en el territorio. Los sistemas pueden llegar a saturarse debido a su sobreutilización, y los gestores tienen que mantener un delicado equilibrio entre los recursos y los impactos que causan los movimientos de las bicicletas en vehículos motorizados para su redistribución y mantenimiento, y el nivel de calidad del servicio.

Por último, un elemento creciente con respecto a la infraestructura es el de la logística. Las iniciativas relacionadas con bicicletas de carga utilizadas para el transporte de productos son crecientes. Tanto es así, que este mismo año se ha creado la plataforma Vincabike, que reúne seis entidades que se dedican a la ciclologística en Cataluña.

### 3.2. Legislación

Las normas imponen las guías o, muy a menudo, limitaciones, para la circulación ciclista. En cualquiera de los ámbitos administrativos en que se esté trabajando, será necesario revisar qué normativa está vigente, qué normativa aplica y si habría que proponer modificaciones antes de poder realizar actuaciones de cualquier otro tipo. El campo de la regulación ciclista acostumbra a estar más relacionado con el de las infraestructuras y la planificación ciclistas, pero no solo con estos campos, sino que tiene implicaciones importantes para el resto. Al fin y al cabo, la normativa dicta cómo tienen que comportarse los usuarios de la vía; por lo tanto, afecta directamente a todas las personas que transitan por un determinado ámbito territorial.

Actualmente, la normativa de la bicicleta diferencia la movilidad en zonas no urbanas (subsidiariedad estatal) de la movilidad ciclista en zonas urbanas (subsidiariedad local). Esto se traduce en que la normativa estatal no regula la movilidad ciclista en espacios urbanos, y los municipios tienen que establecer sus ordenanzas sin contradecir esta normativa superior orientada a las zonas no urbanas. Las condiciones de circulación son muy diferentes en los entornos urbanos y los no urbanos: la velocidad del tráfico, la señalización y el espacio para la circulación segura de las bicicletas son algunos de los aspectos en que los dos ámbitos difieren.

Esta situación de falta de coordinación entre la normativa estatal y la local ha generado casos como el de la ciudad de Zaragoza, donde algunos artículos de la ordenanza municipal han sido invalidados por el Tribunal Superior de Justicia de Aragón<sup>8</sup>. La normativa local permitía la circulación de las bicicletas en islas de peatones y el Tribunal consideró que contradecía una normativa estatal y, por lo tanto, de rango superior. Muchas veces es una cuestión de nomenclatura, pero justa-

mente la falta de una definición adecuada de los términos comunes es una de las razones que impide que las dos normas dialoguen y se pueda regular los dos niveles administrativos de forma coherente y armónica.

Muy simplificada, la actual Ley del Tráfico es el marco de donde tiene que colgar el Reglamento general de circulación. Dicho Reglamento está pendiente de una modificación que, entre otras cosas, incorporaría regulaciones básicas para el ciclismo urbano. Esta modificación ha llegado a concretarse con propuestas más o menos acertadas a lo largo de las últimas legislaturas, pero nunca ha llegado a aprobarse. Parece que la presión de la Administración local y de las asociaciones estatales de ciclistas podría generar la respuesta deseada próximamente, pero mientras tanto, la situación de incoherencia continúa.

En el ámbito metropolitano, se han realizado estudios con el fin de proporcionar un modelo de ordenanza en el ámbito del AMB. Actualmente, sin embargo, el ámbito de la normativa local ciclista dentro de la región metropolitana tiene ejemplos muy anclados en el pasado e, incluso, en normativa ya modificada, mientras que hay municipios, sobre todo Barcelona y algunos de la primera corona, que están realizando un esfuerzo por regular sus realidades con el riesgo y el desamparo de una buena normativa de rango superior.

### 3.3. Educación y capacitación

Hablamos de educación y capacitación para tratar de incluir todos aquellos procesos de flujo de información que permiten la adquisición de habilidades y destrezas relacionadas con la movilidad ciclista. Son ejemplos de educación los cursos para enseñar a los adultos a montar en bicicleta o a circular, o los cursos de capacitación en las escuelas. Se educa sobre habilidades básicas, como entrenar hasta lograr mantener el equilibrio en la bicicleta y pedalear, o para conocer las normas de señalización y de comportamiento en el vial. La capacitación ayuda a legitimar al individuo para que pueda, a su vez, interiorizar los objetivos y valores de la movilidad ciclista y los pueda aplicar con responsabilidad. Son ejemplos, el acompañamiento —personalizado o en grupos— a ciclistas para proporcionarles la confianza para que se desplacen al puesto de trabajo o de estudio en bicicleta; o sesiones y visitas técnicas a los técnicos de la administración, para que experimenten y entiendan mejor en qué consiste desplazarse en bicicleta. Se trata, generalmente, de un traspaso de información entre usuarios con más experiencia hacia usuarios que necesitan avanzar para llegar a una comprensión y una aplicación completa de la movilidad ciclista.

En la región metropolitana tenemos una tradición consolidada de escuelas de bicicleta para adultos; la cooperativa Biciclot es un ejemplo de ello con su Biciescola. Uno de los temas en los que Biciclot ha participado y que se está extendiendo en el ámbito metropolitano es la introducción de la educación ciclista en las escuelas. Hace varios años el Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM) creó un grupo de trabajo para la movilidad sostenible de la infancia. Uno de los temas en que está trabajando este grupo en estos momentos es crear un estándar de educación ciclista infantil que permita a los niños y niñas salir de la escuela sabiendo no solo ir en bicicleta sino también circular con

<sup>3</sup> <http://www.amb.cat/web/amb/actualitat/sala-de-premsa/notes-de-premsa/detall/-/notaprensa/1-amb-subvenciona-la-construccio-de-24-projectes-de-carril-bici-i-defineix/5942978/11696>

<sup>4</sup> <http://www.rondaverda.cat/ca/index.php>

<sup>5</sup> <https://cyclocat.cat/>

<sup>6</sup> <https://www.bicibox.cat/>

<sup>7</sup> <https://bicicletapublica.es/>

<sup>8</sup> <http://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza-provincia/zaragoza/2017/04/28/la-normativa-ciclista-zaragoza-debate-1172276-301.html>

seguridad. En otros países como el Reino Unido hace décadas que existe un programa de estas características, Bikeability, que ha sido una de las inspiraciones de este grupo de trabajo. La existencia de un estándar de educación infantil ciclista permitiría que se pudiera llevar a cabo un programa a gran escala con garantía de coherencia, con formadores formados en el mismo estándar. Eso prepararía a toda una generación para utilizar la bicicleta en cualquier momento de sus vidas. Es una de las iniciativas con más potencial de cambio ciclista en que podríamos pensar, y se empieza a diseñar.

### 3.4. Participación

La participación de los diferentes actores es otro de los componentes necesarios para la implantación de las políticas integrales de la bicicleta. Cada vez más se reconoce la importancia de la participación de los diferentes agentes implicados en la gestión del territorio. Y en esto, la bicicleta no es una excepción. Si tomamos la Ley de Movilidad de Cataluña, encontramos que tiene un capítulo específico dedicado a los órganos de gestión y de participación de la movilidad. En este capítulo se prevé la creación de estructuras participativas en distintas escalas territoriales: a nivel catalán con el Consejo Catalán de la Movilidad; las autoridades territoriales de la movilidad, en los ámbitos coincidentes con los planes directores de movilidad, y los consejos territoriales de la movilidad, básicamente a escala municipal.

La participación de las entidades relacionadas con el uso de la bicicleta es más importante en los organismos municipales o similares. En muchos de estos consejos (localmente toman nombres distintos como mesa de movilidad, foro de movilidad, pacto de movilidad...) existe una comisión de la bicicleta, formada específicamente por distintas entidades con intereses en la promoción de la bicicleta (usuarios y comerciantes principalmente) junto con otros actores como la Administración pública. Aunque estos consejos son órganos de consulta y participación, constituyen espacios de debate y confrontación de los intereses de los diferentes agentes en torno a los temas de la movilidad, y pueden servir para consensuar avances hacia la implantación de políticas de promoción de la bicicleta.

También encontramos iniciativas que representan o agrupan a otros actores. A nivel estatal, uno de los más veteranos es la coordinadora Conbici (de hecho es de alcance ibérico), que se creó en 1990 y agrupa las asociaciones locales de la bicicleta de España y la coordinadora de Portugal. Es destacable la red de ciudades Red de Ciudades por la bicicleta<sup>9</sup>, que desde que se constituyó en 2009 ha acumulado 70 socios, que representan 150 ciudades por todo el Estado.

En los últimos años se han creado otros actores con los principales objetivos de impulsar temas de normativa y planificación por la bicicleta a nivel estatal como la Mesa de la Bicicleta (2014)<sup>10</sup> y el Grupo Interparlamentario de la Bicicleta en el Congreso de los Diputados (2015)<sup>11</sup>.

En Cataluña también han surgido algunas iniciativas que reúnen la participación de diferentes agentes involucrados en la promoción del uso de la bicicleta. Uno de ellos fue el Intergrupo de Apoyo a la Bicicleta, que fue constituida en 2006<sup>12</sup> por diputadas y diputados de los diferentes grupos parlamentarios y por representantes de las asociaciones defensoras de la bicicleta. Aunque parece que no está activo en la actualidad, el intergrupo llegó a publicar un libro: "Intergrupo de Apoyo a la Bicicleta. El impulso del uso de la bicicleta como medio sostenible de movilidad urbana e interurbana" (Domínguez García, 2009) y, entre otras cosas, fue el impulsor del Plan estratégico de la bicicleta en Cataluña (2008-2012).

Si bien estas estructuras participativas son necesarias, a fin de que puedan llevar a cabo la tarea para la que fueron creadas e impulsen decididamente las políticas integrales de la bicicleta, es absolutamente necesaria la existencia de un tejido asociativo de usuarios y usuarias de la bicicleta amplio, diverso, representativo y fuertemente activo en sus reivindicaciones. En el siguiente apartado se aborda la situación de esta sociedad civil organizada.

### 3.5. Movimientos sociales y culturales

Los procesos de abajo hacia arriba (en inglés denominados bottom up) se caracterizan por ser iniciativas sociales que pueden llegar a formalizarse—como en el caso de las asociaciones—o no, y quedar como iniciativas, de muy diverso tipo, pero sin declararse dentro de ninguna definición o estructura oficializada. Por oposición, existen procesos de arriba hacia abajo top down, en los que generalmente es la Administración quien define e implementa iniciativas, como campañas o planes. Podríamos decir que ambos procesos se encuentran gracias a los instrumentos de participación y a otras colaboraciones, y tienen que encontrar un lenguaje común que les permita comunicarse (ver el apartado "3.6. Comunicación").

Los movimientos sociales se pueden formalizar en asociaciones, cooperativas y grupos de diverso tipo. En la región metropolitana hay ejemplos destacados, como Amigos de la Bici (1981)<sup>13</sup>, Biciclot<sup>14</sup> (cooperativa de servicios ciclistas desde 1987) o BACC - Bicicleta Club de Cataluña (2001)<sup>15</sup>. Recientemente se ha constituido "Fem Bici",<sup>16</sup> Federación de Entidades para la Movilidad en Bicicleta de Cataluña (2016), que se añade a una tradición de agrupaciones de entidades a nivel catalán que ya cuenta con la federación Coordinadora Catalana de Usuarios de la Bicicleta<sup>17</sup> (2004) y la también reciente Plataforma en Defensa de la Bicicleta<sup>18</sup> (2016).

Las asociaciones y cooperativas ciclistas han representado los intereses de los ciclistas e impulsado la movilidad en bicicleta con muchos proyectos e iniciativas. También han velado para que las normativas y los instrumentos de planificación fueran inclusivos en la bicicleta. Muy a menudo, han sido depositarios de un conocimiento sobre la movilidad ciclista que ningún otro agente tenía, y sus aportaciones han sido decisivas en las fases

iniciales de aumento de la movilidad ciclista. También son los que primero reaccionan a los acontecimientos o a los cambios, ya que les llegan de primera mano, a través de socios, colaboradores y personas a título individual. Estos grupos concentran la responsabilidad colectiva de actuar a fin de que las situaciones y procesos sean inclusivos y justos con la movilidad ciclista, siempre haciendo uso de los recursos materiales y humanos reunidos sin ánimo de lucro.

Las asociaciones 'formales' son quizás las fuerzas sociales más conocidas e identificables como actores en la movilidad ciclista. Pero no son las únicas fuerzas. Con la llegada de las nuevas tecnologías de comunicación móviles y la aparición de las redes sociales, hay nuevas maneras de actuar, que facilitan la colaboración no presencial y que se difunden en tiempo real a cualquier punto del territorio. Estas iniciativas son muy diversas en definición y en contenidos, e incluyen temas de 'cultura ciclista', que tienen un efecto difusor de una determinada imagen de la bicicleta, rompiendo clichés y prejuicios. Algunos ejemplos podrían ser las pedaladas de temática diversa, como la Masa Crítica o las pedaladas ciclonudistas. Estas pedaladas son convocatorias abiertas y de organización espontánea en las que los participantes se reúnen en un momento y un lugar determinados para circular juntos por las calzadas, reclamando su derecho a utilizar las vías en el caso de la Masa Crítica y su vulnerabilidad frente a los otros vehículos, en el caso de la ciclonudista.

Hace unos años, el fenómeno CycleChic cambió la imagen de la bicicleta, mostrando fotografías de gente vestida de forma elegante en bicicleta, y tratando de romper la presunción de que para ir en bicicleta es preciso vestir de una manera específica, deportiva, con elementos de visibilidad y protección de todo tipo. Se trataba de blogs que empezaron en Copenhague en 2006<sup>19</sup>. En el año 2011, la conferencia internacional de blogs CycleChic se celebró en Barcelona<sup>20</sup> (donde el blog de Barcelona CycleChic había resultado muy exitoso), con una jornada en Sant Joan Despí. Otros acontecimientos internacionales como el Bicycle Film Festival también han escogido Barcelona (2010)<sup>21</sup>. Desde 2015, Barcelona tiene su propio festival ciclista, Rueda<sup>22</sup>.

Si nos trasladamos al ámbito de las manifestaciones culturales, hallamos ejemplos como la revista gratuita *Ciclosfera*<sup>23</sup>, de alcance estatal y que se puede encontrar en formato electrónico y en papel, distribuida en tiendas de bicicletas y otros puntos relacionados con la movilidad ciclista. Esta revista fue la primera que apareció en el Estado español hace 5 años sobre ciclismo urbano. Este tipo de iniciativas, como los blogs o las revistas, contribuyen a difundir el conocimiento y a normalizar la bicicleta para su uso urbano y cotidiano, y generan un cambio de discurso y de referentes en torno a la bicicleta (ver el apartado siguiente "3.6. Comunicación").

A nivel local, los movimientos sociales y culturales pueden expresarse en torno a un comercio de bicicletas; una empresa o

<sup>9</sup> <http://www.ciudadesporlabicicleta.org/web/>

<sup>10</sup> <http://ciclo.mesabici.org/>

<sup>11</sup> <http://odonelozca.com/oficina-del-diputado/iniciativas-parlamentarias/item/407-se-constituye-el-grupo-interparlamentario-de-la-bicicleta-en-el-congreso/407-se-constituye-el-grupo-interparlamentario-de-la-bicicleta-en-el-congreso.html>

<sup>12</sup> [http://www.parlament.cat/web/actualitat/noticies/index.html?p\\_format=D&p\\_id=3493644](http://www.parlament.cat/web/actualitat/noticies/index.html?p_format=D&p_id=3493644)

<sup>13</sup> <http://www.amicsdelabici.info/>

<sup>14</sup> <http://www.biciclot.coop/>

<sup>15</sup> <http://bacc.cat/>

<sup>16</sup> <https://fembicicat.wordpress.com/>

<sup>17</sup> <http://www.cccb.org/index.php>

<sup>18</sup> <http://www.plataformadefensabicicleta.cat/>

<sup>19</sup> <http://www.copenhagencyclechic.com/>

<sup>20</sup> <http://barcelonacyclechic.blogspot.nl/2011/07/sjd-cycle-chic.html>

<sup>21</sup> <http://www.lavanguardia.com/cultura/2010/12/09/54085976050/barcelona-acoge-por-primera-vez-el-bicycle-film-festival.html> [consultado el 28/06/2017]

<sup>22</sup> <http://ruedabcn.cc/>

<sup>23</sup> <https://www.ciclosfera.com/>

cooperativa que alquila, guarda y/o repara bicicletas; una cafetería, o algún colectivo o asociación que organiza rutas guiadas, cursos, exposiciones. Puede haber multitud de iniciativas localizadas en el territorio o en las redes. Es necesario estar abierto y observar, ya que estas iniciativas sociales y culturales ayudan a medir aquello tan diluible que denominamos 'cultura ciclista' y pueden constituir magníficos elementos sinérgicos con otros componentes de la política integral.

Un ejemplo de acción para visualizar estas iniciativas y buscar sinergias sería organizar actos y propiciar espacios de encuentro, como unas jornadas o conferencias, en las que participaran los escritores de blogs, los comerciantes y las asociaciones, para atraer a aquel público que se puede beneficiar de la información y compartir intereses. Este tipo de eventos podrían funcionar como punto de encuentro y estado de la cuestión de la bicicleta en un determinado territorio. A nivel de Cataluña está el Congreso Catalán de la Bicicleta, que se inició en 2006 y lleva ya seis ediciones, la última en Reus (2017).

### 3.6. Comunicación

Uno de los cinco axiomas de la comunicación es que "es imposible no comunicarse" (Watzlawick et al., 1967). Si aplicamos este axioma a la bicicleta, cualquier acto que tenga que ver con este vehículo, estará comunicando algo. Como veremos acto seguido, hay que ser muy cuidadoso con los diferentes componentes que conforman el acto de comunicación ciclista, ya que debemos ser conscientes de que estamos construyendo discurso, definiendo identidades y generando interpretaciones.

Con el objeto de tener una guía, podemos realizar el ejercicio de utilizar los elementos de la teoría de la comunicación clásica: tenemos un emisor y un receptor de un mensaje, el mensaje está expresado en un código y se transmite por un canal. Los contextos de emisión, transmisión y recepción tendrán también relevancia en este proceso. Acto seguido, tratamos de aplicar estos elementos de la teoría de la comunicación al caso de la bicicleta.

Como primer elemento, se podría proponer una clasificación de los tipos de emisores de mensajes sobre la movilidad ciclista:

- **Ente público:** se comunica de acuerdo con las normativas y estrategias políticas. Tiene una responsabilidad hacia el bienestar de las personas.
- **Ente privado:** se comunica de acuerdo con sus estrategias de negocio, que incluyen cierta responsabilidad para con sus trabajadores y con la sociedad.
- **Asociaciones sin ánimo de lucro:** representan a un colectivo con unos objetivos comunes. Tienen responsabilidad hacia su colectivo y el deber de respetar al resto.
- **Colectivos sociales o individuos no institucionalizados:** pueden representar intereses colectivos e individuales diversos. Tienen la responsabilidad que se atribuyan a sí mismos.

Esta clasificación subraya las diferencias entre emisores debidas, en primer lugar, a su contexto político (público, privado, sin ánimo de lucro) y, en segundo lugar, a su rango institucional (si se formalizan o se institucionalizan o por el contrario, permanecen sin institucionalizar). La segunda diferenciación no comporta un juicio de valor, de manera que un mensaje informal o no institucional no tiene que ser menos válido o efectivo que otro formal. A veces se dará la situación contraria, como pasa por ejemplo con la educación informal de la bicicleta en los

Países Bajos, donde son las familias las que se encargan de transmitir los mensajes sobre la circulación en bicicleta a los niños y niñas (Van der Kloof, 2012).

El canal es el conducto físico por el que circula el mensaje o medio que se utiliza para diferenciar: el mensaje se sirve de un soporte para transmitirse por el canal. Uno de los signos de la extensión de la cultura ciclista es que se pueden encontrar multitud de soportes con mensajes sobre el uso de la bicicleta para la movilidad. En los últimos años han aparecido libros, revistas, blogs tanto institucionalizados como no institucionalizados (ver el apartado "3.5. Movimientos sociales y culturales").

En referencia a los soportes que transmiten mensajes de movilidad ciclista resulta interesante proponer un ejercicio más avanzado: podemos pensar que la propia infraestructura es un soporte y nos está transmitiendo un mensaje determinado. Si la infraestructura es de calidad y segura, el mensaje será distinto que si no lo es, como por ejemplo, en el caso de un aparcamiento para bicicletas. Si el aparcamiento permite sujetar el cuadro y las ruedas, el mensaje que recibe el ciclista transmite seguridad y servicio. Si el aparcamiento es solo un soporte que permite atar la rueda delantera, el mensaje es de inseguridad y de un servicio más bien pobre. Del mismo modo, según dónde esté situado el aparcamiento, si está en la acera o en la calzada, el mensaje será distinto y se entenderá que el lugar de la bicicleta está allí donde esté su infraestructura.

Ampliando esta noción de las infraestructuras como soportes, podemos decir que el paisaje urbano contenido en una calle está formado por varios signos que también pueden leerse. De hecho, el concepto de 'legibilidad de las ciudades' fue comentado por una serie de autores (Lynch, 1960) hace más de 50 años. Para un ciclista que se desplaza por una calle, la legibilidad le transmitirá mensajes sobre la velocidad a la que tiene que ir, el espacio que puede utilizar y las relaciones que puede mantener con el resto de usuarios de aquel espacio, por ejemplo.

Yendo todavía un poco más allá, podríamos decir que tanto la propia bicicleta como el cuerpo del ciclista son soportes de mensajes ciclistas. Aplicado a la bicicleta, un ejemplo, sería este video-clip musical en el que se representan cuatro estereotipos ciclistas (Sausage, 2012). Asociamos un tipo determinado de comportamiento ciclista con cada uno de los estereotipos de ciclistas, y lo hacemos a partir del momento en que interpretamos signos como el tipo de bicicleta que utilizan, la ropa, el corte de pelo, la gestualidad, etc. La reflexión de que el cuerpo es un texto proviene de la semiótica. Según esta disciplina, el texto es un conjunto coherente de signos que transmiten un mensaje (Lotman, 1977). El cuerpo se ha estudiado como texto en estudios de género y poder (Butler, 1993; Foucault, 1974; Preciado, 2002), como representación de la identidad de género o sexual. Complementariamente, la bicicleta en sí misma se convierte, además de un signo, casi en una extensión de este cuerpo, fenómeno digno de ser estudiado bajo la óptica de la teoría ciborg (Haraway, 1991) para dar lugar a un mensaje, por ejemplo, del estereotipo de ciclista deportivo.

El receptor descodifica el mensaje que ha emitido el emisor y que se ha transmitido por el canal hasta llegar a él. Cuando el emisor decide enviar un mensaje, lo tiene que hacer pensando en los receptores que lo van a recibir. No obstante, frecuentemente se dan disfunciones en este proceso.

Existen estereotipos ligados a la figura del ciclista urbano —como hemos visto con la refe-

rencia del videoclip musical. Es necesario ser crítico y evaluar el alcance de estos estereotipos, ya que se corre el riesgo de, consciente o inconscientemente, proyectar prejuicios sobre los receptores de nuestro mensaje (en caso de que seamos los emisores).

El gobierno del Reino Unido realizó unas encuestas para saber cuáles eran los estereotipos que el resto de usuarios de las vías públicas aplicaban a los ciclistas:

- Faltas graves en su comportamiento, incluyendo la falta de respeto hacia la normativa y hacia otros usuarios de la vía.
- Faltas graves de competencia y conocimiento de las normas de la vía.

Estos estereotipos están vinculados al hecho de que el ciclista no necesita formación en conducción, permiso ni seguro, y se asume que no pagan impuestos viales (Christmas et al., 2010), pero no tendrían que aplicarse a la totalidad de la comunidad ciclista. Por lo tanto, es preciso asegurarse de que los mensajes no transmitan estos contenidos. Cuando se transmiten estereotipos se puede producir una situación injusta en la que el receptor se siente culpabilizado por algo que no ha hecho y el contenido no se transmite correctamente. Un ejemplo de transmisión de un estereotipo de forma no esmerada con la comunidad ciclista sería una campaña que muestra a un ciclista atropellando a un peatón. Si el contenido que se desea transmitir es el de respeto hacia el peatón y el mismo mensaje retrata de forma negativa al ciclista, el colectivo ciclista rechazará la culpabilización sistemática a la que se siente sometido.

Cuando hablamos de receptor ciclista, en realidad estamos aludiendo a un grupo muy diverso de personas. Hay distintos grupos de ciclistas en función del uso que realizan de las infraestructuras, su vulnerabilidad, sus habilidades, su comportamiento, el tipo de ciclo que utilizan, etc. Cuando se tienen en cuenta cada uno de estos factores, se obtienen los diferentes grupos de ciclistas y a menudo se descubren grupos 'invisibles' que es necesario 'visibilizar' para que puedan acceder a los recursos ciclistas en igual grado que los otros grupos. En la mayoría de las representaciones gráficas relacionadas con la comunicación ciclista, el perfil más asociado con la imagen de la bicicleta urbana es el de un hombre blanco de nivel socioeconómico medio y estudios superiores. Aunque este grupo pueda ser el mayoritario, tienen que visibilizarse todos los grupos: las representaciones tienen que incluir a más mujeres, niños, ancianos, personas con movilidad reducida, personas de diversos sustratos étnicos, etc. Esto transmite un mensaje de 'naturalización' del ciclismo urbano, de que todo el mundo puede ir en bicicleta y, de esta manera, se crea una 'cultura' ciclista inclusiva.

Además de llegar a todos los grupos ciclistas potenciales o existentes, si lo que queremos es influir en ellos para que utilicen la bicicleta, es recomendable que les entendamos mejor. Para esto es útil la realización de encuestas que nos proporcionen clasificaciones de perfiles ciclistas a los que habrá que dirigirse de maneras distintas (con diferentes mensajes y/o canales). Uno de los primeros estudios que proporcionó una clasificación de perfiles ciclistas fue el presentado por Anable en un artículo de 2005 (Anable, 2005) en el que analiza factores que influyen en la actitud y define varios grupos objetivos según su disponibilidad a dejar el coche: de los adictos al coche a los anti-coche. Un ejemplo de estas encuestas es la que se realizó en Madrid en 2015, donde se encontraron tres perfiles: los que rechazan ir en bicicleta, los potenciales y los ciclistas urbanos (Fabián y Pina, 2015).

Los estudios sobre el comportamiento ciclista nos pueden proporcionar información valiosa para la comunicación ciclista (y por descontado, también para el diseño de políticas ciclistas). Por ejemplo, se sabe que los factores sociales ejercen una gran influencia en la actitud ciclista. Según un estudio realizado en Madrid, sabemos que el grupo social que parece influir más en la decisión de utilizar la bicicleta en ese municipio es la familia. Por lo tanto, las campañas que podrían tener más impacto en la decisión de utilizar la bicicleta habitualmente serían las orientadas a las familias (Muñoz et al., 2013).

Por último, hay que hablar del mensaje. Los aspectos 'inmateriales', corporales y sensoriales, de la movilidad han permanecido en el pasado olvidados y marginados (Spinney, 2009). Estos conceptos podrían ser especialmente relevantes en la movilidad ciclista.

Los conceptos que se asocian con la bicicleta pueden tener connotaciones positivas o negativas. Por ejemplo, en Sydney un estudio encontró que los términos que más frecuentemente se relacionaban con el acto de ir en bicicleta incluían: 'limpio y ambiental'; 'saludable y divertido' y 'peligroso' (Daley y Rissel, 2011). Los conceptos con connotaciones positivas pueden ser un buen estímulo para la comunicación ciclista, siempre que se transmitan de forma inclusiva, mientras que los conceptos negativos tienen que gestionarse con el objeto de superar las barreras hacia la movilidad ciclista, teniendo en cuenta los datos y evidencias disponibles y no los estereotipos, como ya hemos visto en apartados anteriores. Algunos de los conceptos que se pueden encontrar en la comunicación ciclista son (Anaya, 2016):

- la facilidad y conveniencia de uso
- la libertad
- la salud
- la felicidad
- la vulnerabilidad y la correspondiente reclamación de respeto al ciclista
- la inclusión de la bicicleta en la identidad de una ciudad
- el cambio modal de vehículo motorizado en la bicicleta
- el respeto al medio ambiente, la seguridad vial (siempre basándose en la evidencia científica y no en los estereotipos, ni confundiendo el riesgo real con la percepción del mismo)
- la reapropiación del espacio para la bicicleta (liberándolo principalmente del espacio destinado al vehículo motorizado, o adaptándolo para poder ser compartido con seguridad)
- la inversión del status social vinculado al coche

### 3.7. Planificación

La planificación es a su vez uno de los aspectos de la política integral y la herramienta con la que se pueden recoger y organizar todos los otros componentes de la movilidad ciclista.

Los contenidos de un plan de movilidad ciclista incluyen, en primer lugar, los objetivos. En el ejercicio de definir estos objetivos ya deben estar los actores implicados en la política ciclista, de manera que antes de que se redacte el plan, tiene que haber un organismo de planificación donde se pueda debatir.

El primer gran bloque que sigue a los objetivos es el capítulo de la diagnosis. En este

capítulo se tienen que recopilar todos los datos relativos a la movilidad ciclista del ámbito del planeamiento. Si es posible, también se pueden realizar estudios específicos que produzcan datos de primera mano, específicos para el plan, como por ejemplo una encuesta o conteo de los ciclistas. Esto nos ofrecería el estudio de demanda de la movilidad ciclista. La diagnosis también implica un trabajo de campo intenso en el que se analice en detalle el territorio para localizar y determinar todas las infraestructuras y servicios ciclistas disponibles, principalmente: los itinerarios pedales de todo tipo (es decir, vías ciclistas y vías compartidas con vehículos motorizados o con peatones) y aparcamientos. Pero también habrá que localizar si hay bicicleta pública, tiendas y talleres de bicicletas, iniciativas sociales ciclistas localizadas, puntos de información ciclista, circuitos ciclistas, etc. En definitiva, todos aquellos servicios que facilitan la movilidad ciclista y que se puedan localizar en el territorio. En este inventario de servicios, no se pueden olvidar los elementos de conectividad, que son puntos clave en los que el ámbito territorial que estamos planificando puede relacionarse y comunicarse con el resto de territorios adyacentes. A menudo, dado que estos puntos pueden quedar parcialmente fuera del territorio administrativo de planificación, son elementos que no se estudian y quedan sin solucionar por parte de los diversos entes territoriales implicados. Es preciso recoger y analizar los elementos de conectividad, aunque no sea posible solucionarlos completamente por parte de una sola administración. Atendiendo a todos los aspectos de la política integral, también será relevante analizar el estado de la normativa, de los espacios de participación y el mapa de actores implicados en el tema, las iniciativas de educación existentes, los movimientos culturales formales o informales, y las campañas o instrumentos de comunicación ciclista. Todo esto constituiría la oferta de movilidad ciclista. No obstante, también es preciso tener en cuenta e investigar el pasado ciclista, ya que la evolución de la movilidad ciclista puede ofrecer puntos de vista muy valiosos para la planificación futura, por ejemplo, ofreciendo pistas de aquello que fue posible en otra época o de alguna iniciativa de promoción que se probó pero falló.

Una vez tenemos conocimiento de la movilidad ciclista actual en el ámbito de planificación, hay que pasar a las propuestas. Si ya existen infraestructuras y servicios ciclistas, en este apartado se harán propuestas de mejora o de modificación de estas realidades. Si no existe una red de servicios ciclistas, o con el fin de completarla, habrá una propuesta para localizar nuevos servicios e infraestructuras. Esta propuesta significará estudiar el espacio de planificación desde un punto de vista global, porque, como se menciona en el apartado de infraestructuras, será necesario analizar la jerarquía vial y ver qué vías serían permeables y en qué condiciones, para la bicicleta. En este punto, se pueden analizar las líneas de deseo que conducen a los principales puntos de atracción y que permiten hacer el territorio más permeable a la movilidad ciclista y evaluar por qué rutas sería óptimo hacer pasar la bicicleta. A menudo, habrá que proponer diferentes soluciones para cada tramo de vial, en función de la intensidad y velocidad del tráfico, usos óptimos del vial, dimensiones, legibilidad, etc. El plan dispondrá de una serie de propuestas, de todo tipo, ordenadas por prioridad e idealmente cuantificadas económicamente y con un calendario de ejecución.

Una parte extremadamente importante y que trasciende la escala temporal de la publicación del plan, es la de evaluación y seguimiento. Para llevar a cabo la evaluación, se definirán una serie de indicadores con los que se pueda realizar el seguimiento de las acciones que proponga el plan. Para construir

los indicadores, se puede partir de los datos que se han recogido o generado en la diagnosis y establecer una periodicidad para ir poniendo al día cada uno de los indicadores. También habrá que presupuestar el valor de dicho seguimiento, como si fuera una propuesta más del plan.

En definitiva, el instrumento de planificación ciclista tendría que reunir todos los componentes de la política integral, detallando qué iniciativas llevará a cabo cada uno de los componentes y estableciendo un calendario y un presupuesto apropiado.

### 4. Conclusión: el símil de las piedras y el puente

El uso de la bicicleta en el entorno metropolitano barcelonés presenta un alto potencial de incremento: la baja utilización actual, la demanda latente existente, los nuevos paradigmas de la movilidad y la calidad de vida urbanos constituyen el panorama más propicio y el estímulo más alto de los últimos años. El uso de la bicicleta está creciendo en los ámbitos urbanos y metropolitanos, y habrá que gestionarlo al margen de cualquier inclinación política. Ha llegado la hora de que la bicicleta se ponga al mismo nivel, o incluso por encima, de los modos de transporte más contaminantes. Solo el ir a pie tiene que ser más prioritario en el nuevo paradigma de movilidad, aquel que nos permita avanzar hacia unos ámbitos más saludables, ambientales y sociales.

Esta etapa de transición se caracteriza, en primer lugar, por un aumento del uso cotidiano de la bicicleta, y de las consecuencias que esto tiene en cuanto a planificación y gestión, reapropiación y compartición del espacio físico y figurado de la bicicleta en nuestras ciudades. En segundo lugar, se han empezado a visualizar y cuantificar los impactos negativos derivados de un modelo basado en la hegemonía del vehículo motorizado. Eso está generando un cambio de prioridades que empieza a manifestarse en la esfera política. Las voluntades políticas empiezan a concretarse e incorporar algunos de los rasgos básicos de la movilidad en bicicleta, pero el camino a recorrer es todavía muy largo.

No obstante, las posibilidades reales del uso de la bicicleta en nuestro paisaje cotidiano y que su participación en las cuotas modales sea significativa y no irrisoria como ahora, no estarán exentas de un arduo trabajo en todos y cada uno de los aspectos recogidos en la política integral. No solo esto, sino que también se necesitará tiempo para implementar soluciones y ver las consecuencias. Los instrumentos de evaluación aplicados en algunos estudios muestran que no se observan cambios de comportamiento hasta después de dos años de haber implementado una infraestructura ciclista (Goodman et al., 2014). De nuevo, por estos motivos, dotarse de instrumentos de planificación para la movilidad ciclista que recojan los instrumentos de la política integral es crucial.

No es suficiente, ni efectivo, quedarse con aspectos parciales de política en favor de la movilidad cotidiana en bicicleta. Por eso, en estas líneas de conclusión no resaltemos un tipo de actuación por encima de las otras; deberán ir acompañadas las unas de las otras. En la definición de las actuaciones concretas, del orden de prioridades y del peso de cada aspecto, la Administración desempeña un papel importante, pero también la sociedad civil y la participación ciudadana en cada caso concreto.

Calvino, en su libro *Le città invisibili* (1972), narra el diálogo entre Kublai Kan y Marco Polo: el primero quería saber cuál era la piedra que sostenía el puente y Polo respondía que no era esta o aquella piedra sino "dalla

linea dell'arco che esse formano". Por eso, el viajero veneciano describía piedra por piedra porque "senza pietre non c'è arco". Este puente podría representar la transición hacia un nuevo paradigma, hacia un nuevo modelo de movilidad más justo, saludable y ambiental, y desde este texto os procuramos una propuesta para que la podamos hacer pedaleando.

## LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD COMO NUEVOS FACTORES EN LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DE MOVILIDAD

KATHERINE PÉREZ  
ANNA GÓMEZ-GUTIÉRREZ  
Agencia de Salud Pública de Barcelona

### 1. El transporte, la salud y las desigualdades en salud

El transporte, entendido como el movimiento de personas, bienes y servicios es esencial para todas las comunidades, ya que contribuye al desarrollo económico y humano. El transporte por carretera, incluyendo el vehículo de motor privado, tiene un papel fundamental en las sociedades. Los vehículos motorizados han proporcionado y seguirán proporcionando enormes beneficios a la sociedad; a su vez, la movilidad urbana a través del sistema de transporte tiene un impacto importante sobre la calidad de vida de la población. Dependiendo de su organización, puede ofrecer o restringir oportunidades para acceder a los servicios, a la educación, al empleo, a las actividades de ocio; así como tener un papel clave en la economía.

A pesar de ello, el modelo de movilidad basado en vehículos privados a motor comporta ineficiencias del sistema y conduce a una disminución en las inversiones en transporte público y en transporte no motorizado. El aumento del número de vehículos privados en las carreteras se asocia con varios impactos negativos (también conocidos como "costes externos"), a saber: la congestión, la contaminación del aire y el ruido, los gases de efecto invernadero (GEI), las lesiones y los efectos psicosociales (Liu, 2005). Estos costes externos son más pronunciados en las zonas urbanas y el impacto no se da solo en la salud de la población, sino en la propia sostenibilidad de los sistemas de transporte (Banister, 2005; Tiwari, 2003; Vasconcellos, 2001).

El transporte es un poderoso determinante de la salud junto con otros factores del contexto físico natural (clima o geografía) o construido, como la planificación urbana. Estos factores influyen en las características ambientales de las zonas urbanas, como la calidad del agua, del aire y la contaminación acústica, pero también de forma muy importante en la salud de la población (Borrell, Pons-Vigués, Morrison y Díez, 2013).

El transporte motorizado tiene un impacto negativo en la salud de la población por varios aspectos: por la emisión de contaminantes al aire, por el ruido que generan los vehículos, por las lesiones causadas en las colisiones. Otros impactos que provocan las políticas de transporte que impactan en la salud son las islas de calor, la falta de espacios verdes, la falta de actividad física, la exclusión social, las barreras que separan comunidades (como grandes vías y autopistas), la gentrificación y el cambio climático. Se ha estimado que en Barcelona se producen 599 muertes anuales prematuras debidas al ruido del tráfico y 659

debidas a la contaminación del aire (Khreis et al., 2017). También se ha estimado qué impacto tiene en la carga de enfermedad la falta de cumplimiento de las recomendaciones internacionales de exposición a la contaminación: en Barcelona se producen anualmente 2.268 hospitalizaciones por ruido, 2.025 por contaminación, 762 por falta de actividad física, 740 por falta de espacios verdes y 108 por exceso de calor, que comportan un gasto en costes directos de 20,1 millones de euros (Mueller et al., 2017).

Por otro lado, el transporte no motorizado tiene efectos beneficiosos para la salud, ya que no genera gases contaminantes e implica desplazamientos de forma activa a pie o en bicicleta, ya sea por motivos ocupacionales (ir a trabajar o en el centro educativo) o personal (hacer deporte, ir a comprar, quedar con amigos, etc.).

El sistema de transporte en una ciudad también impacta en la salud, ya que facilita o limita el acceso a oportunidades de trabajo, educación y ocio, siendo estos también importantes determinantes de la salud y de la equidad en salud. Las políticas de movilidad pueden promover el acceso equitativo al trabajo, a la educación, a los servicios sanitarios y a una alimentación saludable; o, al contrario, crear barreras que contribuyan a aumentar las desigualdades en salud y, por lo tanto, impactar de forma desigual en la salud de los distintos grupos poblacionales. Los beneficios y riesgos que comporta un modelo de movilidad u otro afectan de forma desigual a la población, según su nivel socioeconómico. Las personas más expuestas a mayores niveles de contaminación tienden a tener un nivel socioeconómico más bajo que el conjunto de la población (Cavill et al., 2006). Por otra parte, las lesiones por tráfico afectan en mayor medida a colectivos vulnerables como son niños, personas mayores, personas con discapacidades, peatones, ciclistas (WHO, 2004, 2013b).

Las ciudades o ámbitos metropolitanos que tienen una accesibilidad a los bienes y servicios esenciales vinculada mayoritariamente a los modos de transporte motorizados privados, en detrimento del transporte público y de los modos no motorizados, favorecen a los grupos poblacionales de ingresos altos y fomentan la segregación urbana. La inversión en la red vial y las carreteras favorece a personas de alto nivel socioeconómico mientras que la promoción del transporte no motorizado y el transporte público favorece de forma uniforme en todos los grupos sociales (Dora et al., 2011).

El impacto negativo del transporte motorizado en la salud y en la equidad también puede ser provocado indirectamente por la forma en la que se diseñan las vías y los barrios en las ciudades. Las redes viales con elevado flujo de tráfico que atraviesan barrios limitan las actividades en la calle y las interacciones sociales que fortalecen la red social y las comunidades (Dora et al., 2011). Al contrario, cuando se potencian los espacios destinados a caminar y al uso de la bicicleta se favorece la movilidad saludable y esto tiene un especial impacto en las personas mayores y en los niños (Dora et al., 2011).

### 2. Efectos sobre la salud derivados de la contaminación del aire y de la contaminación acústica

#### 2.1. La contaminación del aire

Las fuentes antropogénicas de los contaminantes atmosféricos se encuentran fundamentalmente en las combustiones, tanto en los procesos industriales y energéticos como en las actividades domésticas o de transporte, aunque también pueden tener otros orígenes, como las grandes obras y las actividades

extractivas. En el contexto europeo, en las últimas décadas las industrias que estaban en los núcleos urbanos históricos se han ido trasladando a las periferias urbanas y a los polígonos industriales y se han mejorado mucho los procesos productivos y las fuentes energéticas, de manera que se ha reducido el efecto de sus emisiones directas sobre la población. Sin embargo, el crecimiento urbano y la multiplicación del número de vehículos de motor en circulación, ha comportado el traslado de los problemas de contaminación y su concentración, de nuevo, en los núcleos urbanos, fuertemente afectados por la movilidad motorizada. En la tabla 1 se muestran las contribuciones de las principales fuentes emisoras de los NO<sub>x</sub> en Barcelona, destacando la emisión debida a las actividades que se desarrollan en el puerto de Barcelona y las emisiones derivadas del tráfico vial. Si se traducen estas emisiones en las concentraciones reales que se encuentran en la ciudad (inmisiones), se concluye que el sector vial es el máximo responsable antropogénico de los niveles de concentración de NO<sub>2</sub> en la ciudad, sobre todo en aquellas zonas donde la densidad de vehículos es más elevada (Ayuntamiento de Barcelona, 2015)

Las primeras afectaciones en salud derivadas de la exposición a contaminantes atmosféricos en las ciudades se pusieron de manifiesto a mediados del siglo XX con varios episodios de contaminación atmosférica, como los ocurridos en el Valle de Mosa (Bélgica) en 1930, en Donora (Pennsylvania, EE.UU.) en 1948, o la niebla tóxica que cubrió Londres en el año 1952 (Ware et al., 1981). Todos estos casos se tradujeron en incrementos de la mortalidad y de la ocurrencia de enfermedades y evidenciaron la afectación de la contaminación atmosférica en la salud pública (OSE, 2008). Esta constatación implicó la puesta en marcha de políticas de control, especialmente en Europa occidental y en los Estados Unidos, que comportaron una disminución importante de los niveles. Sin embargo, actualmente la contaminación atmosférica sigue siendo uno de los determinantes más importantes de la salud de las personas en nuestras ciudades y se considera el principal riesgo ambiental para la salud a nivel mundial (Lim et al., 2012). Según la Organización Mundial de la Salud, en 2012 la contaminación atmosférica fue responsable de aproximadamente 3 millones de muertes prematuras en el mundo, 6.860 muertes en el caso del Estado español (WHO, 2016).

Los impactos en salud de la contaminación atmosférica pueden ser expresados y cuantificados como mortalidad prematura y morbilidad. Las enfermedades cardiopatías y cerebrovasculares son las causas más frecuentes (aproximadamente el 80%) de las muertes prematuras atribuibles a la contaminación atmosférica, seguidas de las enfermedades respiratorias y del cáncer de pulmón (WHO, 2014). La contaminación atmosférica también puede incrementar la incidencia y la severidad de un abanico amplio de enfermedades con efectos tanto a corto como a largo plazo (tabla 2). Algunas de las enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica incluyen las afectaciones respiratorias (asma, neumonía y enfermedad pulmonar crónica), las insuficiencias cardíacas y coronarias, la hipertensión arterial y la diabetes (Sunyer et al., 2015).

Las estimaciones realizadas por Künzli y Pérez en 2007 aproximaron que en una población total de casi 4 millones de habitantes (57 municipios en el área de Barcelona), la reducción de la fracción PM<sub>10</sub> del material particulado hasta la media propuesta por la OMS (de 50 µg/m<sup>3</sup> a 20 µg/m<sup>3</sup>) evitaría anualmente 3.500 muertes prematuras entre las personas más mayores de 30 años. Esta reducción podría representar anualmente 1.800 ingresos hospitalarios menos por causas

cardiorrespiratorias, 5.100 casos menos de bronquitis crónica en adultos, 31.100 casos de bronquitis agudas en niños y 54.000 crisis de asma menos en niños y adultos (Künzli y Pérez, 2007). Una estimación más reciente (datos de 2012) y centrada únicamente en la ciudad de Barcelona concluyó que la reducción de los niveles de contaminación por  $PM_{2.5}$  hasta los niveles recomendados por la OMS (de  $16,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) evitaría anualmente unas 659 muertes prematuras y supondría un incremento de 52 días en la esperanza de vida de los ciudadanos (Mueller et al., 2017), así como 2.025 hospitalizaciones menos debidas a varias causas inducidas por la contaminación del aire (Mueller et al., 2017).

Existen también estudios que indican que la contaminación atmosférica puede tener efectos negativos sobre la fertilidad y el embarazo, y el desarrollo de los bebés y los niños. Entre estos efectos se incluyen afectaciones sobre el desarrollo neuronal y las capacidades cognitivas de los niños (WHO, 2013a). Por otra parte, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC) ha clasificado la contaminación atmosférica en general y el material particulado como carcinogénicos para los humanos (IARC, 2016).

Con una perspectiva de salud pública, el impacto de la contaminación atmosférica en el total de la población está dominado por los efectos menos severos tales como los casos subclínicos y sintomáticos (figura 1). La población afectada por estos tipos de efectos es considerablemente más elevada que las personas que pueden sufrir efectos más severos como los relacionados con admisiones hospitalarias y muertes prematuras (WHO, 2006).

## 2.2. La contaminación acústica

El ruido ambiental, también conocido como contaminación sonora, es uno de los motivos de queja más frecuentes relacionados con temas ambientales en Europa, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas y áreas residenciales próximas a grandes carreteras y otras infraestructuras viales (WHO, 2011). El ruido derivado del transporte rodado es una de las principales fuentes de ruido en la ciudad. En la Unión Europea, se calcula que aproximadamente el 40% de la población está expuesta a niveles de ruido derivados del tráfico rodado que se sitúan por encima del 55 dB(A), y aproximadamente el 20% está expuesto a niveles que exceden los 65 dB(A) (WHO, 1999).

Los efectos sobre la salud del ruido incluyen efectos directos a corto plazo y también efectos acumulativos adversos en un plazo más largo. Según la Organización Mundial de la Salud, el ruido es considerado el tercer factor ambiental más importante de carga de enfermedad, después de la contaminación ambiental (partículas pequeñas) y del humo ambiental del tabaco. Se estima que se pierden de un millón de años de vida libres de enfermedad cada año en los países de la Unión Europea a consecuencia de la exposición al ruido (WHO, 2011).

El ruido puede causar efectos auditivos pero también provoca otro tipo de efectos adversos sobre la salud. Las pérdidas auditivas asociadas al ruido continúan con una prevalencia elevada en los ámbitos laborales y se están incrementando en otros ámbitos como los de las exposiciones sociales al ruido (p. ej. músicos). Sin embargo, la evidencia sobre los efectos no auditivos del ruido ambiental en salud pública es cada vez más consistente (Basner et al., 2014). La exposición a niveles

elevados de ruido altera las actividades diarias y la comunicación, perturba el sueño y provoca efectos negativos sobre el rendimiento en las tareas cognitivas, genera efectos negativos a nivel psicológico y emocional, cambios negativos en el comportamiento psicosocial y bajo rendimiento escolar. El ruido puede provocar también cambios en la salud mental, como el incremento de la irritabilidad, los cambios en el estado de ánimo, estados de ansiedad, fatiga, estrés e incapacidad para concentrarse (Berglund et al., 1999). Los efectos a largo plazo más estudiados son los efectos cardiovascular. La exposición a largo plazo a niveles determinados de ruido puede producir cambios funcionales, aumentando el riesgo de enfermedades manifiestas como la hipertensión arterial, la arteriosclerosis, la enfermedad isquémica de corazón o el accidente cerebrovascular (Babisch, 2002). Análogamente a la contaminación atmosférica, los efectos sobre la salud pública del ruido ambiental siguen una pirámide donde la mayoría de efectos se concentran en las molestias recibidas y los cambios fisiológicos, y la proporción de población afectada por efectos más adversos disminuye a medida que aumenta la gravedad del efecto en salud (figura 2).

## 3. Políticas de movilidad para impulsar la reducción de efectos negativos en la salud

El transporte terrestre motorizado contribuye de forma importante a la emisión de partículas finas y de gases de efecto invernadero en las ciudades. Las ciudades sufren las consecuencias de un modelo de movilidad basado principalmente en el vehículo motorizado de combustión, tanto para el movimiento de personas como de mercancías. Los elevados niveles de contaminación en la mayoría de grandes ciudades del mundo, por encima de los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud, están comportando la adopción de medidas orientadas a disminuir las emisiones. En Barcelona se proponen medidas estructurales como: zonas de intervención ambiental especial de bajas emisiones y zonas urbanas de atmósfera protegida (ZUAP); cambios en el modelo de ciudad con intervenciones como las supermanzanas y zonas de pacificación del tráfico; gestión de la movilidad a través de la regulación fiscal del aparcamiento mediante la tarificación en función del nivel de contaminación y prohibición de aparcamiento en casos de episodio, o incentivos municipales para dar de baja un vehículo contaminante; políticas de impulso del uso de vehículos menos contaminantes a través del impuesto de vehículos y la promoción del vehículo eléctrico.

Después de años de regulaciones de la calidad del aire, mejoras en las tecnologías de los vehículos y del combustible, y mejora en la gestión de la demanda del transporte con la inversión en transporte público, carriles para bicicletas, peatonalización, etc., se ha alcanzado la estabilización e incluso reducciones de las emisiones contaminantes en algunos países europeos (Dora et al., 2011). No obstante, a pesar de las mejoras tecnológicas los beneficios se han visto reducidos por el aumento del número de viajes en vehículos privados (Dora et al., 2011). Además, las emisiones de partículas pequeñas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), altamente perjudiciales para la salud, han aumentado como resultado del cambio de motores de gasolina por motores de gasóleo. Este cambio también ha supuesto a nivel europeo un incremento considerable de los problemas de  $NO_2$  en los núcleos urbanos.

La adopción de políticas de transporte para mejorar la salud de la población tiene que contemplar diferentes aspectos. En primer lugar, la mejora de la planificación urbana con el uso de los espacios con un diseño urbano a escala

de comunidad/barrio/calle con prácticas efectivas para promover los espacios de estancia, de transporte activo (a pie y en bicicleta) y sin uso de vehículos privados. La pacificación del tráfico de los vehículos motorizados reduce las emisiones, los ruidos, las lesiones por tráfico, y aumenta la interacción social en el espacio público. La peatonalización de zonas que limiten el acceso de vehículos privados a motor es otra estrategia para reducir la contaminación, aumentar el uso de la bicicleta y el caminar. Otros aspectos que mejoran la salud incluyen la presencia de más espacios verdes abiertos y parques que permitan también la actividad física.

En segundo lugar, la promoción de otros modos de transporte. Por un lado, el transporte público se asocia a menores emisiones de contaminantes por pasajero, a menor obesidad y a menor riesgo de lesiones por tráfico. El transporte activo (a pie y en bicicleta) es el que tiene mayores beneficios en la mejora de la salud ya que no contamina y hace que las personas incrementen su nivel de actividad física, aunque según el diseño urbano de la ciudad puede comportar mayor riesgo de lesiones por tráfico (Khreis et al., 2017).

Finalmente, mejorar la eficiencia de los vehículos hacia la reducción de las emisiones de contaminantes. No obstante, es preciso tener en cuenta también las emisiones totales atribuibles a los vehículos eléctricos dependiendo de la fuente de generación de electricidad, ya sea combustibles fósiles o energía más limpia como el gas natural, o solar. En este caso, sin embargo, la exposición de la población es mucho menor, ya que estas emisiones para generar la electricidad necesaria para cargar los vehículos y fabricarlos se producen fuera de las ciudades, habitualmente en lugares con menor población.

Las políticas de movilidad orientadas exclusivamente a mejorar la eficiencia de las emisiones de los vehículos no son suficientes para mejorar la salud. La mejora de la eficiencia de las emisiones de los vehículos se puede ver comprometida por el mayor uso del vehículo privado y, por otra parte, no soluciona otros efectos negativos sobre la salud como son las lesiones por colisiones de vehículos (accidentalidad) o la falta de actividad física (DeWeerd, 2016; Nieuwenhuijsen, 2016).

El sector del transporte ofrece un gran potencial para reducir las emisiones de contaminantes. Las políticas de transporte suponen una oportunidad para mejorar la calidad del aire, la salud de la población y pueden tener un impacto relevante al revertir los efectos del cambio climático (Khreis et al., 2017; Nieuwenhuijsen et al., 2016). En las ciudades, ello pasa necesariamente por un cambio en el modelo de movilidad, donde el uso del vehículo privado, particularmente el coche, sea anecdótico, y se dé preferencia a los desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público.

## Apéndice 1

### La evaluación ambiental estratégica como impulsora de la integración de los aspectos de salud ambiental en los planes y programas en Cataluña

IRENE MARTÍN MONTES

Servicio de Planes y Programas, Subdirección General de Evaluación Ambiental (Dirección General Políticas Ambientales y Medio Natural), Generalitat de Catalunya

La evaluación ambiental estratégica (EAE<sup>1</sup>) es un instrumento facilitador de decisiones estratégicas que tiene como objetivo último la promoción de la sostenibilidad en políticas, planes y programas. Y entre los aspectos re-

<sup>1</sup> La normativa de referencia es la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, de ámbito estatal, y la Ley 6/2009, del 28 de abril, de evaluación ambiental de planes y programas.

levantes para la sostenibilidad se encuentran, de manera destacada, los efectos sobre la salud de las personas<sup>2</sup>.

Tal y como apunta la Organización Mundial de la Salud, la disminución de los niveles de contaminación del aire puede reducir de manera significativa la morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre otros<sup>3</sup>. Es por eso que, desde hace años, a través de la EAE trabajamos con el fin de introducir criterios y medidas que lleven a una reducción de la concentración de los contaminantes locales en los planes y programas que evaluamos, en especial —aunque no únicamente— en los planes de movilidad (planes directores de movilidad, planes directores de infraestructuras, planes de transportes de viajeros, o planes de movilidad urbana).

Los aspectos estratégicos más relevantes que hemos impulsado desde el Servicio de planes y programas en el ámbito de la movilidad han sido:

- Integración de la EAE desde las primeras fases de la elaboración del plan con el fin de asegurar la incorporación efectiva de los criterios ambientales y de salud.
- Impulso del establecimiento de objetivos ambiciosos en relación con la calidad del aire, considerando como referente los establecidos por la OMS.
- Promoción de la explicitación en los planes del volumen y localización de población expuesta a niveles de contaminación atmosférica nocivos para la salud.
- Desarrollo de directrices para identificar los principales flujos de movilidad sobre los que es preciso incidir de manera prioritaria con el fin de lograr un cambio modal hacia modos más sostenibles y una reducción de la distancia recorrida, los dos aspectos primordiales para desarrollar un modelo de movilidad sostenible y, por lo tanto, una reducción de la contaminación atmosférica.
- Necesidad de definir actuaciones combinadas de incentivación de los modos menos contaminantes (no motorizados) y de desincentivación del vehículo privado.
- Potenciación de la integración de los diferentes planes y programas relacionados con el fin de maximizar su efecto sobre la salud y el entorno.
- Desarrollo de herramientas y guías para facilitar la integración de criterios ambientales en la planificación<sup>4</sup>.

Adicionalmente a todos los aspectos detallados, desde el Servicio de Planes y Programas impulsamos la coordinación entre los responsables de salud, contaminación atmosférica y acústica y los planificadores de movilidad, entre otros. Consideramos que trabajar de manera transversal y conjunta es la herramienta más efectiva para hacer posible un cambio en el modelo de movilidad que integre los aspectos de salud. Un ejemplo de este trabajo transversal promocionado desde la EAE ha sido la elaboración de la herramienta AMBIMOB. Para su elaboración se estableció una mesa de trabajo interadministrativa e interdisciplinar donde se abordó el vínculo movilidad-salud-calidad del aire que permitió establecer criterios y relaciones que después han cristalizado en la elaboración de una nueva generación de planes de movilidad mucho más sostenibilistas que los realizados hasta el momento, así como en el establecimiento de sinergias y criterios compartidos que han facilitado

la elaboración de otros tipos de planes de movilidad. Por lo tanto, la puesta en práctica de la EAE ha facilitado el trabajo coordinado entre ámbitos de una misma Administración y entre Administraciones, coordinación que es clave para entender y abordar una problemática relacionada con la movilidad, la calidad del aire y la salud, que a menudo se abordan desde ópticas, exclusivamente sectoriales.

Aunque todavía queda mucho por hacer, consideramos que se ha producido un avance significativo en la integración de la salud ambiental en la planificación de la movilidad, principalmente en relación con la calidad del aire.

Ahora bien, para conseguir mejoras significativas sobre la salud vinculadas a una reducción de los niveles de contaminación atmosférica no debemos limitarnos a los planes que tienen como objetivo la movilidad. La planificación territorial y urbanística tiene que desempeñar un papel fundamental en este sentido y desde el Servicio de planes y programas se trabaja para impulsarlo. El modelo urbanístico es el primer condicionante de cómo nos movemos y nos moveremos en el futuro<sup>5</sup>.

Desde nuestro enfoque, para ir más allá en la integración de la salud en la planificación es necesario:

- Asegurar una integración de los conocimientos en salud ambiental y medio ambiente en los planes y programas.
- Mejorar la transversalidad y la integración vertical de las planificaciones de movilidad y urbanísticas.
- Integrar diferentes escalas territoriales para establecer medidas efectivas en cada una de ellas, evitando duplicidades y asegurando la realización de las más efectivas.
- Desarrollar directrices, criterios y herramientas para asegurar la integración de la salud ambiental en la toma de decisiones y en la planificación.
- Impulsar nuevas maneras de planificar más participativas. Todos tenemos que conocer el efecto sobre nuestra salud de la calidad del entorno donde vivimos.

Solo trabajando conjuntamente podremos avanzar en el reto de alcanzar los niveles de contaminación atmosférica establecidos por la OMS, niveles que tienen que asegurar un entorno saludable para todos nosotros.

## LA MOVILIDAD ELÉCTRICA

ROSSEND BOSCH Y CARLES CONILL

Dirección de Servicios de Movilidad Sostenible, AMB

### 1. El concepto de movilidad eléctrica

Habitualmente se califica la movilidad de las personas según el motivo que la genera. Así, se habla de movilidad laboral, movilidad escolar, movilidad turística, movilidad no obligada, etc. En cambio, cuando se utiliza el término movilidad eléctrica se quiere centrar la atención en las características de la energía aplicada para hacer el desplazamiento.

Multitud de artículos periodísticos dan hoy la bienvenida a la movilidad eléctrica y hablan de su inminente llegada a ciudades y carreteras. No obstante, un breve repaso a la evolución histórica de los sistemas de transporte revela que esto no es del todo exacto.

En 1848 se inaugura la primera línea ferroviaria de la península Ibérica, iniciándose así el despliegue de la red ferroviaria y la introducción de una fuente de energía fósil (carbón) para facilitar la movilidad de las personas. Al mismo tiempo, se ponen en marcha las primeras centrales hidroeléctricas y térmicas, y la energía eléctrica empieza a estar disponible para el transporte ferroviario con la construcción de las primeras locomotoras con motores eléctricos (construidas por SIEMENS en Berlín, 1879).

De esta confluencia tecnológica e industrial nace la movilidad eléctrica a principios del siglo XX, con los primeros trenes eléctricos, las líneas de metro y los tranvías o trolebuses (en Barcelona, el tranvía eléctrico de Horta, de 1901, fue el pionero de la movilidad eléctrica).

Pero el siglo XX también trajo el motor de combustión (que funciona con combustibles obtenidos a partir del petróleo), que rápidamente se aplicó al transporte con la fabricación de motos, turismos, camiones, barcos, aviones...

Durante todo el siglo XX, los vehículos a motor de combustión fueron ganando la partida a la movilidad ferroviaria y eléctrica (desaparecieron los tranvías, los trolebuses y las líneas de tren de menos demanda). La movilidad eléctrica quedó marginada a las líneas de metro y de alrededores ferroviarios de las grandes ciudades.

Pero en las postrimerías del siglo XX, cuando la movilidad asociada al petróleo empieza a mostrar síntomas de agotamiento (precios altos, reservas escasas, problemática medioambiental...), resurge la movilidad eléctrica ferroviaria: retornan los tranvías y trolebuses a las ciudades, y la alta velocidad ferroviaria permite a la movilidad eléctrica competir con los coches y los aviones movidos por combustibles derivados del petróleo.

• Entre Madrid y Barcelona, después de años de hegemonía del avión, desde 2012 más de la mitad de los viajeros utilizan la movilidad eléctrica ferroviaria para su desplazamiento.

• Según datos de 2015, de los 9 millones de desplazamientos motorizados que se producen cada día laborable en la región metropolitana de Barcelona, 2,1 millones (23%) corresponden a movilidad eléctrica ferroviaria (alrededores RENFE y FGC, metro, tranvía).

La novedad de los primeros años del siglo XXI es la aparición de los primeros turismos y motos eléctricos (fundación de TESLA en 2003, lanzamiento del NISSAN LEAF en 2010), que permiten a la movilidad eléctrica tener presencia en la red vial, y competir con la movilidad asociada al petróleo en el segmento de los vehículos privados y comerciales. Y es a este fenómeno particular al que se refieren los diarios y revistas cuando hablan de la llegada de la movilidad eléctrica.

Los nuevos vehículos eléctricos (turismos, furgonetas, motos) son fruto del desarrollo tecnológico en el campo de los acumuladores de energía eléctrica (baterías) a base de litio (tecnología nacida en el ámbito de los ordenadores personales y de los teléfonos móviles) que ha permitido conseguir, con baterías de un volumen reducido, autonomías próximas a las de los vehículos a motor de combustión.

<sup>3</sup> <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

<sup>4</sup> Destaca en este sentido la herramienta AMBIMOB, creada en 2010 y actualizada en 2015, que establece directrices para la definición de los planes de movilidad urbana con criterios de sostenibilidad y facilita el cálculo del consumo energético, de las emisiones de gases y partículas contaminantes y de los gases con efecto invernadero vinculados a las actuaciones establecidas en estos planes. También cabe citar el desarrollo de criterios a través de guías como el Pla de Mobilitat Urbana: avaluació ambiental en la planificació de la mobilitat i de altres elements com la circular 1/2010 relativa a los planes de movilidad urbana ([http://mediambient.gencat.cat/ca/05\\_ambits\\_dactuacio/avaluacio\\_ambiental/](http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/)).

<sup>5</sup> La guía La evaluación ambiental de la movilidad en el planeamiento urbanístico. Criterios y recomendaciones (Navazo et al., 2015) explicita criterios para integrar movilidad y urbanismo.

La dificultad, económica y técnica para obtener baterías que permitan una autonomía elevada comporta que la gama de vehículos eléctricos carezca de furgones, autocares, camiones y maquinaria pesada, todos ellos vehículos con un consumo elevado que hace insuficientes las actuales baterías. La aplicación de la movilidad eléctrica a estos vehículos exige, hoy por hoy, soluciones singulares (recargas por pantógrafo, motores auxiliares de combustión para alargar la autonomía...).

Para superar el problema de la autonomía, también es preciso mencionar los vehículos híbridos (enchufables o no) que combinan un motor de combustión con uno eléctrico, con una batería que permite una autonomía, en modo eléctrico, limitada (inferior a los 100 km). La oferta de vehículos híbridos es más amplia que la de vehículos 100% eléctricos, aunque todavía es escasa en el caso de los vehículos comerciales y camiones al ser una solución más cara.

Desde una perspectiva ambiental, la alternativa actual a los motores de combustión diésel, en el caso de los furgones, autocares, camiones y maquinaria pesada, hay que buscarla en los motores a gas (natural o licuado del petróleo), de los cuales ya existe una oferta de vehículos en el mercado (también turismos, furgonetas y autobuses). Las soluciones disponibles pasan por los motores 100% gas, bifuel (gas y gasolina) o híbridos, ya sean de serie o transformaciones posteriores.

Como visión de futuro, se puede hablar de un próximo parque de vehículos heterogéneo en cuanto a la energía utilizada para la tracción, con diferentes soluciones según la tipología del vehículo y con una presencia significativa de vehículos eléctricos. Un escenario con una presencia general de una única solución de tracción (como lo que se ha vivido con los motores de combustión durante el siglo XX) parece hoy irreplicable.

A partir de aquí, este artículo se centrará en el segmento de la movilidad eléctrica que representan los nuevos vehículos —eléctricos— aptos para circular por la red vial, y más concretamente en el proceso gradual de su incorporación al parque móvil.

## 2. La movilidad eléctrica y el sector del automóvil

De entrada, la introducción de la movilidad eléctrica afectará más directamente al sector del automóvil que a la organización de la movilidad urbana o interurbana. Esta importante afectación al sector del automóvil explicaría por qué, en general, la introducción de la movilidad eléctrica está siguiendo un proceso lento. Pueden plantearse dos grandes hipótesis:

- La crisis medioambiental de los motores de combustión, utilizados prácticamente por todos los vehículos, que ha forzado la entrada de los vehículos eléctricos en el mercado, incluso antes de ser un producto tecnológicamente lo bastante desarrollado para poder sustituir con éxito una parte importante de los vehículos diésel o de gasolina.

- Las reservas del sector del automóvil (y su amplio entorno industrial y social) a la movilidad eléctrica, con el objetivo de evitar cambios estructurales profundos en un sector que disfruta de una posición dominante. Esto explicaría el ritmo lento de llegada de la movilidad eléctrica: para permitir la adaptación y la transformación del sector.

Seguidamente se analizan los cambios que la movilidad eléctrica está provocando en los diferentes agentes del sector del automóvil, desde la producción de los vehículos hasta su reciclaje.

### Cambios en el ámbito de la producción

En la producción de los vehículos eléctricos existen dos componentes fundamentales: el motor eléctrico y la batería. El resto de componentes son comunes a todos los vehículos a motor de combustión o térmico.

La fabricación de motores eléctricos responde a una tecnología centenaria prácticamente de dominio público, fuertemente desarrollada por un sector industrial consolidado y presente en todo el mundo, con un amplio mercado de productos y de aplicaciones.

En este escenario, los fabricantes de vehículos, a pesar de ser originalmente especialistas en la fabricación de motores térmicos, se han podido adaptar fácilmente a la fabricación de motores eléctricos, ya sea construyendo ellos mismos los motores (opción mayoritaria, como es el caso de TESLA) o estableciendo alianzas con los grandes fabricantes mundiales (por ejemplo, SIEMENS ha firmado varios acuerdos para motorizar vehículos europeos y chinos).

En cambio, teniendo en cuenta que el coste de la batería puede suponer la mitad del coste de un vehículo eléctrico, y que la fabricación de baterías eficientes (con una densidad energética que asegure una autonomía comparable a la de los vehículos a motor térmico) es todavía un problema por resolver, la producción de baterías apropiadas para la movilidad eléctrica está suponiendo un gran reto estratégico (como lo fue en su momento la construcción de los motores térmicos) que puede hacer perder posicionamiento al sector del automóvil.

La tecnología de las baterías de litio fue iniciada por empresas japonesas (SONY, PANASONIC) y aplicada a los ordenadores personales; posteriormente las empresas surcoreanas la desarrollaron para aplicarla a la telefonía móvil (SAMSUNG, SK Innovation, LG) y, finalmente, las empresas chinas (BYD, CATL) han entrado con fuerza en este mercado que ve en la movilidad eléctrica una futura gran expansión.

Los fabricantes de vehículos han adoptado, ante este reto, dos posibles estrategias:

- Desarrollar su propia capacidad de producción de baterías, como es el caso de TESLA en alianza con PANASONIC o de NISSAN con NEC, reconociendo el papel clave de este componente en un futuro modelo energético, más allá incluso de la fabricación de vehículos eléctricos.

- Establecer acuerdos de abastecimiento con los grandes fabricantes mundiales de baterías (surcoreanos o chinos) con el fin de asegurarse la disponibilidad futura, pero con el riesgo de perder liderazgo.

En resumen, la producción de vehículos eléctricos está hoy condicionada por la necesidad de obtener baterías con más densidad energética, investigación que encarece el coste de los vehículos eléctricos (encarecimiento solo compensado en parte por el incremento de ventas), y por los movimientos (tanto de fabricantes de vehículos como de fabricantes de baterías) dirigidos a controlar esta tecnología y el nuevo mercado estratégico que está emergiendo.

### Cambios en el ámbito de la energía

Además de significar un cambio en el ámbito de la producción de vehículos, la movilidad eléctrica puede comportar un cambio todavía mayor en la producción y distribución de energía para la automoción.

Según datos del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), el 33%

del consumo final de energía en España en el año 2015 estuvo motivado por el transporte por carretera que, mayoritariamente, utiliza gasóleo o gasolina para producirlo.

La introducción de la movilidad eléctrica tenderá a desplazar gradualmente este 33% asociado a los derivados del petróleo a la producción de energía eléctrica (que hoy representa el 25% del consumo final). Esta evolución, según el punto de mira sectorial, se puede cuantificar de la siguiente manera:

- Por parte de las empresas dedicadas a la producción de los productos derivados del petróleo (REPSOL, CEPSA, BP), el mercado del gasóleo y la gasolina (lo que podrían perder con la entrada de la movilidad eléctrica) representa el 47% de su mercado actual.

- Por parte de las empresas productoras de energía eléctrica (ENDESA, IBERDROLA, GAS NATURAL-FENOSA, EDP y EON), la movilidad eléctrica puede representar un mercado adicional que podría llegar al 134%(!) de su mercado actual.

En cuanto a la fuente de energía utilizada, la movilidad eléctrica restará demanda al petróleo y la aumentará sobre las renovables, la nuclear y el carbón (principales fuentes de energía utilizadas en la producción de energía eléctrica).

Ahora bien, cabe esperar que no todo el potencial que representa la creciente movilidad eléctrica sea absorbido por las grandes empresas productoras de energía eléctrica. Las políticas de transición energética — impulsadas desde las Administraciones públicas — beneficiarán la producción renovable de energía eléctrica, especialmente solar y eólica, y no siempre sobre la base de grandes complejos productivos sino a partir del autoconsumo y aprovechando la flexibilidad de las baterías domésticas y de la economía colaborativa.

Todo ello representa un escenario de riesgo al crecimiento de las empresas productoras de energía eléctrica que, como estrategia de defensa, se blindan legalmente para dificultar esta transición energética y, de rebote, intentan tutelar y controlar la introducción de la movilidad eléctrica.

Por último, la distribución de combustibles derivados del petróleo para la automoción también se verá impactada por la movilidad eléctrica. Los vehículos a motor térmico llenan su depósito de combustible en uno de los más de 10.000 puntos de venta o gasolineras, gestionadas mayoritariamente por REPSOL, CEPSA y BP, que existen en España y que, con la movilidad eléctrica verán reducirse su número de clientes. En cambio, los vehículos eléctricos recargan las baterías en el aparcamiento de su vivienda habitual, a poder ser durante la noche y aprovechando la instalación eléctrica ya existente.

Esta situación da toda la ventaja ante la movilidad eléctrica a los productores y distribuidores de energía eléctrica, razón por la que empresas como REPSOL están intentando introducirse en el mercado de las electro-lineras para vehículos eléctricos creando gestores de recarga propios (como IBIL, filial de REPSOL).

Las gasolineras, con la llegada de la movilidad eléctrica, tendrán que reorientar su centralidad a la distribución y comercialización de otros servicios al automóvil y a los ciudadanos (supermercados, puntos de recogida del comercio electrónico, electro-lineras rápidas para vehículos eléctricos...).

Para terminar, mencionar que la combinación de innovaciones como el vehículo eléctrico, la batería doméstica y el autoconsumo de ener-

gía fotovoltaica (solar) abren todo un campo nuevo para desarrollar un modelo energético alternativo. Así lo manifiestan los agentes que integran el sector de la producción de baterías de litio, formado por empresas chinas, surcoreanas y japonesas, que ya han empezado una carrera (con ventaja para China) por controlar las materias primas necesarias: litio y cobalto principalmente, cuyas mayores reservas se encuentran en Chile, Argentina, África central o en la misma China.

### 3. Cambios en el ámbito de los servicios a los vehículos

Con la movilidad eléctrica, no solo se verán impactadas la producción de vehículos o la producción y distribución de energía para la automoción. También las redes de proveedores, los talleres de mantenimiento o los servicios de venta tendrán que transformarse en mayor o menor medida.

#### *Cambios en las redes de proveedores de componentes y recambios*

Un vehículo eléctrico no utiliza ni caja de cambios, ni inyectores, ni tubo de escape, ni depósito ni bomba de combustible, ni correa de distribución, ni catalizador o filtro de partículas, ni alternador, ni embrague, ni lubricantes, ni filtros, etc. En total, un 60% aproximadamente menos piezas que un vehículo a motor térmico, y la mayoría de las piezas sobrantes son piezas móviles con tendencia a averías mecánicas. Esto tiene una primera implicación directa sobre los proveedores de componentes, algunos de los cuales ya están reorientando su estrategia sobre los componentes que sí utilizan los vehículos eléctricos.

#### *Cambios en los servicios de mantenimiento*

Teniendo en cuenta que un vehículo eléctrico incluye menos piezas susceptibles de averías mecánicas, y que los motores eléctricos son totalmente fiables tras muchos años de desarrollo y una amplia utilización, el mantenimiento de un vehículo eléctrico requiere hasta cuatro veces menos visitas al taller que un vehículo a motor de combustión. En términos de coste, el mantenimiento de un vehículo eléctrico solo representa un 40% del coste de mantenimiento de un vehículo a motor térmico.

En términos de personal mecánico especializado, teniendo en cuenta el recurso a los diagnósticos electrónicos y al conocimiento general de los motores eléctricos, los vehículos eléctricos no requieren nuevos perfiles formativos.

La batería, como nuevo componente recién desarrollado, podría representar incertidumbres en relación con su mantenimiento. No obstante, la experiencia acumulada estos últimos años muestra unos resultados próximos al mantenimiento cero y a una vida útil más larga que la prevista.

Como conclusión, el modelo de negocio que actualmente sustenta los talleres mecánicos podría entrar en crisis con la llegada de la movilidad eléctrica, favoreciendo el cierre de centros o la oferta de servicios multimarca.

#### *Cambios en los servicios de venta*

En el caso de los concesionarios, los argumentos de venta de un turismo o furgoneta a motor eléctrico y los de un vehículo a motor de combustión son claramente distintos. Los comerciales de los concesionarios actuales sobreviven con dificultades entre estos dos mundos, sobre todo cuando el fabricante mantiene gamas de vehículos con motor térmico y gamas paralelas de vehículos eléctricos. No obstante, una especialización de los

concesionarios (comercializando solo vehículos eléctricos en aquellos puntos de venta con personal especialmente formado) puede ayudar a mitigar el inconveniente. En esto tienen ventaja las marcas solo eléctricas como TESLA.

Por otra parte, dado el diferente ciclo de vida o el diferente valor residual de los vehículos eléctricos respecto a los de motor térmico, también se prevén adecuaciones a la movilidad eléctrica en el mercado de los vehículos de ocasión, en los servicios de renting o en los seguros. Incluso las empresas de desguace deberán adaptarse a la movilidad eléctrica, por ejemplo, acreditándose para el reciclaje de las baterías de litio.

### 4. El caso del AMB: el despliegue de una red de electrolineras para vehículos eléctricos

La creación de una red metropolitana de electrolineras para vehículos eléctricos fue una acción inicialmente propuesta por el Acuerdo marco de colaboración para la promoción del vehículo eléctrico firmado entre NISSAN, el Ayuntamiento de Barcelona y el AMB en el mes de septiembre de 2014.

Esta iniciativa fue posteriormente recogida por el Programa de movilidad sostenible 2014-2015 y por el actual Programa metropolitano de medidas contra la contaminación atmosférica.

Una vez creado el servicio metropolitano que tiene que gestionar esta red (octubre de 2015), su despliegue queda planificado en dos fases.

#### *Primera fase (2015-2017)*

La primera fase consistía en instalar 10 electrolineras en 10 municipios metropolitanos. A la vez, el Ayuntamiento de Barcelona ha instalado su propia red (con más de una docena de electrolineras rápidas), con criterios comunes y una tecnología fácilmente compatible con la red del AMB.

Cada electrolinera del AMB consta de una electrolinera rápida triestándar (CHAdEMO, COMBO CCS y Mennekes) para turismos y furgonetas, y una electrolinera lenta (dos enchufes Schuko) para motos.

Estas 10 electrolineras del AMB, cuya instalación se está actualmente completando, se han ubicado en el ámbito metropolitano atendiendo a los siguientes criterios:

- Fácil accesibilidad desde la red vial principal (autopistas y autovías) y desde los grandes núcleos urbanos.
- Fácil localización y fácil acceso, en zonas de referencia (centros comerciales, parques empresariales, etc.).
- Disponibilidad de servicios en su entorno inmediato: cafetería, tiendas, etc.
- Visibilidad: avenidas, al lado de equipamientos municipales, al lado de servicios 24 horas, etc.
- Acometida eléctrica viable y con un coste asequible.

Las características técnicas básicas de una electrolinera son las siguientes:

- Potencia instalada: 69 kW (trifásica, 400 V, corriente alterna). Instalación eléctrica propia.
- Punto de recarga rápida triestándar (solo permite la recarga simultánea de un vehículo). Existen tres tipos: Mennekes (modo 3, corriente alterna, 43 kW), COMBO CCS (modo 4, corriente continua, 50 kW) y CHAdEMO (modo 4, corriente continua, 50 kW).

- Permite la recarga al 80% en 15-30 minutos para la mayoría de los vehículos eléctricos (turismos y furgonetas) existentes actualmente.

- Punto de recarga lenta (para motos eléctricas): 2 enchufes Schuko (modo 1 y 2, corriente alterna, 3 kW).

- Cuatro plazas de estacionamiento reservadas: dos para turismos o furgonetas y dos para motos. Tiempo de estacionamiento limitado a 30 minutos para los turismos y furgonetas, y a 2 horas para las motos eléctricas.

- Servicio sin personal 24 horas / 7 días.

- Se activa con una aplicación telefónica o una tarjeta de usuario, previo registro del usuario (próximamente). Temporalmente, el servicio está abierto a cualquier usuario.

- Recarga gratuita mientras se mantenga la etapa de promoción.

Cada punto tiene un ámbito plurimunicipal (da servicio a más de un núcleo urbano) y se dirige a varias tipologías de usuarios potenciales: vehículos comerciales, taxis, vehículos privados, flotas municipales, etc.

A día de hoy existen cinco electrolineras del AMB en servicio (el Prat de Llobregat, Cornellà de Llobregat, Gavà, Sant Joan Despí y Badalona), y cinco más a la espera de la conexión eléctrica por parte del distribuidor.

Desde la puesta en servicio de la primera electrolinera (octubre de 2015) hasta hoy (con cinco electrolineras), se han distribuido 157.000 kWh, cantidad de energía eléctrica suficiente para cargar la batería a 6.500 NISSAN LEAF (aproximadamente 10 recargas diarias por término medio).

Durante el segundo trimestre de 2017, con una red en servicio de cuatro electrolineras, se han llegado a distribuir 11.000 kWh mensuales: aproximadamente 15 cargas completas por día (3-4 por electrolinera por término medio).

Las dos electrolineras con más demanda, el Prat de Llobregat y Cornellà de Llobregat, superan los 3.000 kWh distribuidos mensualmente: 3.400 kWh/mes en el Prat de Llobregat y 4.700 kWh/mes en Cornellà de Llobregat durante el primer cuatrimestre de 2017, o 315 cargas mensuales por término medio en el Prat de Llobregat y 360 en Cornellà de Llobregat (9-10 recargas diarias por término medio en cada electrolinera).

La ejecución de esta primera fase de la red de electrolineras del AMB ha contado con una ayuda económica del Plan MOVEA 2016 del Ministerio de la Presidencia y de las Administraciones Territoriales.

#### *Segunda fase (2017-2019)*

Para completar la red inicial de 10 electrolineras y seguir fomentando el uso de los vehículos eléctricos, el AMB está planificando una ampliación de la red de electrolineras hasta conseguir, al menos, una electrolinera en todos los municipios metropolitanos.

Este objetivo es necesario interpretarlo desde la perspectiva de la demanda potencial, con tres niveles de presencia municipal de la red de electrolineras del AMB:

- Municipios a partir de 30.000 habitantes (18 municipios, exceptuando Barcelona): puntos de recarga semirrápidos (hasta 22 kW) especialmente para profesionales y visitantes.
- Se instalarán puntos de recarga rápidos (69 kW) cuando coincidan con grandes nodos de

la red vial metropolitana (ya ejecutado en la primera fase) o cuando la demanda sea alta.

- Municipios entre 10.000 y 30.000 habitantes (8 municipios): un punto de recarga semirrápido (hasta 22 kW) o más, si la demanda lo justifica.
- Municipios de menos de 10.000 habitantes (9 municipios): al menos un punto de recarga semirrápido (entre 3 y 22 kW).

Esta previsión según la demanda significa que, en esta segunda fase, habrá que instalar mayoritariamente unos 25 puntos de recarga semirrápidos (22 kW), pensadas especialmente para taxis y para vehículos de distribución urbana de mercancías o de servicios domiciliarios (profesionales), visitantes y recargas de emergencia.

Los puntos de recarga semirrápidos permiten una recarga suficiente de la batería de un vehículo eléctrico en 2-4 horas. Se ubicarán en la vía pública: como en el caso de las electrolinerías de la primera fase, los Ayuntamientos facilitarán la ubicación con el correspondiente convenio de cesión de espacio para el punto y para las plazas de aparcamiento reservadas.

Esta segunda fase podría verse completada durante el año 2019.

### Consideraciones de futuro

A medida que aumente el parque de vehículos eléctricos, podría ser necesario doblar los puntos de recarga rápidos o de recarga semirrápida en algunos municipios metropolitanos. Eso podría servir de justificación para planificar una tercera fase de expansión de la red de electrolinerías del AMB más allá de 2019.

Una segunda razón que podría obligar a una tercera fase de expansión es la posible obsolescencia de los puntos de recarga rápidos instalados en la primera fase. Si las baterías de los vehículos eléctricos siguen aumentando para ganar autonomía, y lo hacen por encima de los 100 kWh (hoy están en torno a los 30-40 kWh), los actuales puntos de recarga rápidos de 69 kW dejarán de ser rápidos y pasarán a ser semirrápidos: cargarán la batería de un vehículo al 80% en 1-2 horas. En este caso, habrá que estudiar la sustitución de algunos equipos de recarga rápida antiguos por supercargadores de 100-120 kW o más (similares a los de TESLA).

Es preciso tener presente que la red de electrolinerías del AMB es un instrumento de promoción del vehículo eléctrico. Cuando estos escenarios futuros de alta demanda se hagan realidad, cabe prever que el suministro de energía en los vehículos eléctricos sea viable como actividad económica (con los cambios legislativos que sean necesarios para regularla adecuadamente) y que empresas del sector eléctrico o de otros habrán desarrollado su propia red de puntos de recarga públicos. En este momento, la necesidad de promoción del vehículo eléctrico habrá concluido con éxito y el AMB podrá plantearse su retirada.

## 5. Cambios pendientes en el modelo de movilidad

### La movilidad de las personas

La movilidad eléctrica incidirá claramente en la producción de vehículos, la producción de energía eléctrica o la distribución de combustibles derivados del petróleo, pero no es obvio que la movilidad eléctrica tenga que mejorar la movilidad de las personas, especialmente en los entornos urbanos.

En un escenario de implantación de la movilidad eléctrica donde, a medio plazo, cada uno

de los vehículos a motor de combustión sería simplemente sustituido por un vehículo eléctrico (en el supuesto de que las baterías alcanzan niveles de autonomía similares a la de los vehículos a motor térmico), no habría ninguna afectación a la movilidad: se mantendrían los inconvenientes de la congestión, del alto consumo energético dedicado a la movilidad, la alta ocupación del espacio urbano para circular o para el estacionamiento, la problemática de la seguridad vial persistiría, etc.

### La contaminación atmosférica

Con el vehículo eléctrico, el problema de la contaminación asociada a las emisiones de los motores térmicos solo quedaría parcialmente resuelto.

La introducción masiva de vehículos eléctricos en el parque circulante tendría numerosos efectos medioambientales.

Primero, las emisiones de gases contaminantes y de gases de efecto invernadero se verían deslocalizadas del entorno urbano y trasladadas a los puntos de generación de la energía eléctrica necesaria para los vehículos eléctricos.

Además, según el origen de la energía eléctrica, la reducción de las emisiones sería más o menos significativa: un porcentaje alto de producción renovable de la energía eléctrica implicaría una reducción notable de las emisiones, mientras que un porcentaje alto de producción a partir del carbón podría incluso significar un aumento de las emisiones (en el caso de centrales térmicas con una tecnología obsoleta). Si el origen de la energía eléctrica fuera nuclear, entonces se produciría un cambio en la naturaleza de los contaminantes que pasarían de ser gases nocivos a ser residuos sólidos radiactivos.

Con respecto a las partículas emitidas, la diferencia entre vehículos de combustión y vehículos eléctricos es irrelevante.

Pero además, los vehículos eléctricos aportan un problema medioambiental adicional derivado de los residuos de litio y cobalto que genera el reciclaje de las baterías. Y quién sabe si, cuando el número de vehículos eléctricos circulante sea elevado, la contaminación electromagnética creada alcanzará niveles inaceptables para la salud pública.

Por lo tanto, solo si la energía eléctrica proviene mayoritariamente de una producción renovable se producirá un impacto medioambiental positivo por parte de la movilidad eléctrica, eliminando emisiones y mejorando la calidad del aire.

### Escenarios alternativos

Como alternativa a este escenario continuista de implantación de la movilidad eléctrica, puede plantearse un escenario que persiga objetivos de mejora del actual modelo de movilidad aprovechando la llegada de los vehículos eléctricos.

Sobre la base de un mismo número y tipología de desplazamientos, este escenario alternativo de introducción de los vehículos eléctricos tendría que perseguir un modelo de movilidad que presentara las siguientes características: emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero reducidas al mínimo, seguridad vial con índice de accidentalidad próximo al cero, consumo de energía menor y más eficiente, menor ocupación del espacio urbano y metropolitano (especialmente por la circulación y estacionamiento de vehículos) y niveles de servicio de las infraestructuras aceptables, con menos congestión.

### Los retos de futuro

#### 1. La transición energética

La implantación de la movilidad eléctrica, sustituyendo progresivamente cada vehículo a motor térmico por uno eléctrico, conseguiría reducir las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero. Ahora bien, como se ha comentado antes, sin un contexto de transición energética orientado a las energías renovables, el impacto medioambiental positivo de la movilidad eléctrica se desvanecería.

Por lo tanto, es preciso optar por un escenario que plantee la implantación de la movilidad eléctrica dentro de un proceso de transición energética orientado a las energías renovables.

#### 2. La seguridad vial

Los vehículos eléctricos son tan seguros como los de motor de combustión, y las condiciones de circulación son también las mismas. Entonces, la llegada de la movilidad eléctrica no tiene por qué mejorar ni empeorar la seguridad vial. Para mejorar la seguridad vial, más allá de incidir sobre el comportamiento del conductor, deben aprovecharse todos los avances tecnológicos que permiten corregir, e incluso sustituir, la acción humana, haciendo que la circulación sea más homogénea y ordenada.

Para reducir la accidentalidad, hay que asociar la movilidad eléctrica a una segunda innovación en torno al automóvil: las ayudas a la conducción y la conducción autónoma.

#### 3. El reparto modal

Los motores eléctricos son más eficientes que los motores de combustión. En consecuencia, la movilidad eléctrica significará una reducción del consumo energético del transporte de personas y una mejora en la eficiencia energética. Pero sería incidiendo sobre los hábitos de las personas, consiguiendo un reparto modal óptimo desde el punto de vista energético (sustituyendo desplazamientos en vehículo privado cortos y con un solo pasajero por desplazamientos a pie, en bicicleta o en transporte público) como se maximizaría el ahorro.

#### 4. El uso compartido de los vehículos

El problema de la alta ocupación del espacio urbano y metropolitano por los vehículos y sus infraestructuras no lo resolverá la movilidad eléctrica por sí sola. En cambio, la anterior propuesta de un cambio de hábitos modales de la población, ligada a un uso compartido de una parte importante del parque de vehículos y motos privadas, nos conduciría a un escenario donde el número de vehículos circulando o estacionados sería sensiblemente inferior al actual (hay estudios que prevén reducciones por encima del 50%).

Introducir los vehículos eléctricos (turismos, furgonetas, motos) aprovechando el lanzamiento de servicios de vehículos compartidos (carsharing) favorece el cambio de hábitos del ciudadano y la reducción de los vehículos necesarios (y por lo tanto, del espacio que ocupan).

En un escenario continuista de implantación de la movilidad eléctrica, los servicios de vehículos compartidos se orientan a ampliar la demanda de movilidad en vehículo privado por parte de aquellos segmentos de población que no pueden acceder a un vehículo de propiedad: estudiantes, turistas, jubilados... o para cubrir necesidades puntuales de desplazamiento (particulares o profesionales). Si no se insiste en la oportunidad para el cambio de hábitos que significan los servicios de

vehículos compartidos, se pueden convertir en una competencia al transporte público.

## 5. La conectividad

Finalmente, para evitar los episodios de congestión de la infraestructura vial, teniendo en cuenta las anteriores propuestas de introducción de los vehículos eléctricos, de cambio de hábitos modales y de popularización de los vehículos compartidos, solo habría que añadir una segunda innovación en los vehículos: la conectividad. Un vehículo eléctrico autónomo (o con ayudas a la conducción) y conectado abre todo un campo de posibilidades a la gestión centralizada del tráfico y a la optimización del uso de las infraestructuras que, a buen seguro, no solo permitirá aumentar el nivel de servicio del vial sino, incluso, evitar la construcción de nuevas infraestructuras.

La conectividad se interpreta habitualmente como un nuevo atractivo, casi lúdico, al uso del vehículo privado, olvidando que el objetivo tendría que ser justamente el contrario: optimizar (para reducir) la circulación de los vehículos privados, y también de los vehículos comerciales dedicados a la distribución urbana de mercancías o a los servicios domiciliarios.

En el caso de la circulación de los vehículos privados, la conectividad tiene que permitir mejorar la selección de itinerarios, reducir la accidentabilidad y facilitar la aparición de nuevos servicios de movilidad (como la posibilidad de compartir el uso de los vehículos o las plazas de estacionamiento dentro de las redes de la economía colaborativa).

En el caso de la distribución urbana de mercancías, la generalización del comercio electrónico y de la distribución domiciliaria pueden llegar a producir un aumento de los flujos. El recurso a la conectividad de los vehículos (uso de sistemas de información embarcados, generación inteligente de rutas, explotación de flotas de vehículos compartidos, centros de consolidación multioperador, etc.) tiene que ayudar a mantener este aumento dentro de niveles aceptables.

## 6. El espacio urbano

Para acabar, más allá de una introducción de los vehículos eléctricos que provoque la evolución positiva del modelo de movilidad actual, también habría que plantearse una remodelación del espacio urbano o del territorio metropolitano (entendidos en un sentido amplio: usos del suelo, actividades económicas, infraestructuras de relación...) que favoreciera el cambio de hábitos deseado y, por lo tanto, una distribución modal más sostenible.

Sin entrar en detalles, esta remodelación del territorio metropolitano tendría que implicar menos desplazamientos o desplazamientos más cortos (susceptibles de estar hechos a pie o en bicicleta) y la posibilidad de transformar parte de la actual red de infraestructura vial en beneficio del transporte público y de los desplazamientos no motorizados.

### 6. Como incentivar la movilidad eléctrica

Hay un consenso general en que la implantación de la movilidad eléctrica entre los ciudadanos y las empresas requiere incentivos para acelerarla. Este consenso es fruto de la constatación de que hay obstáculos importantes que hay que superar: falta de conocimiento, coste económico, autonomía corta, futuro incierto, etc.

Además, de acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, es necesario que la introducción de los vehículos eléctricos sirva de catalizador de un cambio en el modelo

de movilidad (lo que implica un cambio de hábitos por parte del ciudadano o del profesional). Por lo tanto, es preciso también que venga acompañada de una remodelación del territorio que facilite el cambio, y de otras innovaciones, como los vehículos compartidos, la conducción autónoma o la conectividad.

Hasta hoy, los incentivos a la movilidad eléctrica se han dirigido a incentivar la venta de vehículos eléctricos y a prestar apoyo a su comercialización. Es decir, se han orientado a la sustitución de los vehículos viejos a motor de combustión por vehículos eléctricos nuevos (en un escenario continuista).

Estos incentivos han sido y son fundamentalmente fiscales, económicos y de promoción del uso de los vehículos eléctricos (incluidos los híbridos en algunos casos). Así, en el ámbito del AMB, se han aplicado y se aplican incentivos como los siguientes:

- Exenciones fiscales, en particular del impuesto de circulación y del impuesto municipal a los vehículos de tracción mecánica (IVTM).

- Reducción de los peajes en las autopistas concesionadas por la Generalitat de Catalunya.

- Autorizar la circulación de los vehículos eléctricos por los carriles VAO (vehículos de alta ocupación).

- Reducción de las tarifas de aparcamiento aplicadas a las zonas azules y verdes (manteniendo las limitaciones horarias).

- Ayudas directas a la compra de vehículos eléctricos y a la instalación de electrolineras (públicas o vinculadas), fundamentalmente a través del Plan MOVEA del Ministerio de la Presidencia y de las Administraciones Territoriales, junto con algunas convocatorias del ICAEN o del AMB para los ayuntamientos.

- Creación de redes de electrolineras públicas y suministro gratuito de energía eléctrica (como es el caso de la red de electrolineras del AMB).

En otros ámbitos, también se han aplicado incentivos como:

- Autorizar la circulación de los vehículos eléctricos por los carriles BUS.

- Exenciones de pago de los peajes urbanos.

- Autorizar la circulación de los vehículos eléctricos dentro de las zonas de bajas emisiones (ZBE) o dentro de las zonas urbanas de atmósfera protegida (ZUAP).

- Reserva de plazas para vehículos eléctricos en aparcamientos urbanos o de grandes equipamientos.

Un vehículo eléctrico tiene un precio de compra superior al de un vehículo a motor térmico (un 30-50% más caro, tomando modelos comparables), mientras que el coste por kilómetro recorrido (coste de mantenimiento y coste de la energía) de un vehículo eléctrico es inferior. Esto hace que, con el tiempo (para periodos de 5-10 años), el coste acumulado (compra y circulación) empiece a ser favorable al vehículo eléctrico.

Ante este dilema económico, el objetivo de los incentivos se ha centrado en la reducción de los costes de compra y de circulación de los vehículos eléctricos. Se intenta reducir el precio de compra de los vehículos eléctricos con el fin de reducir el impacto de un precio alto y el coste de circulación, para acortar los años hasta alcanzar beneficios.

Con estas medidas no se plantean objetivos de mejora del actual modelo de movilidad,

más bien todo lo contrario, pues se fomenta el uso y la circulación de los vehículos privados eléctricos, se facilita su aparcamiento o se reduce la competitividad del transporte público en las ciudades, aunque solo sea proporcionalmente en la pequeña escala del parque de vehículos eléctricos e híbridos.

Desde una perspectiva medioambiental, sería necesario que los incentivos a la implantación de la movilidad eléctrica también incluyeran acciones orientadas a una transición energética que fomentara las energías renovables; y desde la perspectiva de la movilidad, sería preciso que los incentivos consideraran el necesario cambio de hábitos de la población hacia un traspaso modal, el establecimiento de servicios de vehículos compartidos o la introducción de innovaciones respecto a la conducción autónoma y la conectividad de los vehículos.

### El ejemplo de París

Así lo han entendido ciudades como París que, en su Plan pour la Qualité de l'Air, han establecido ayudas para quienes renuncian a su vehículo privado que consisten en rebajas en los abonos en el servicio de coches compartidos (Autolib), en el servicio de bicicleta pública (Velib) o en el transporte público (Navigo), o ayudas a la compra de una bicicleta o una moto eléctrica.

En el caso de los jóvenes conductores, París también ofrece rebajas en el abono al servicio de coche compartido, con el fin de evitar la compra de nuevos vehículos.

Dentro de la estrategia de introducir los vehículos eléctricos y cambiar el modelo de movilidad, París no deja al margen a los profesionales (incluidos los de la corona metropolitana que trabajan en París), y propone ayudas económicas para la sustitución de los vehículos comerciales a motor de combustión más viejos, con importes que van de los 3.000 a los 9.000 € y que incluyen vehículos comerciales eléctricos o a gas, tanto vehículos de compra como de renting, nuevos o de segunda mano.

Estas ayudas a profesionales también incluyen la compra de bicicletas eléctricas, triciclos eléctricos de carga y motos eléctricas, así como el establecimiento de un servicio de vehículos comerciales compartidos (Utilib).

Con algunas condiciones, las ayudas municipales se pueden ampliar significativamente con las que ha establecido el Estado francés.

### El ejemplo del AMB

En el caso del AMB, algunas medidas del Programa metropolitano contra la contaminación atmosférica o del Compromiso metropolitano por la movilidad limpia ya incorporan, aunque sea tímidamente, este vector de mejora de la movilidad asociado a la introducción de los vehículos eléctricos, por ejemplo:

- Cesión de bicicletas eléctricas: cesión temporal de bicicletas eléctricas orientada a colectivos objetivo con respecto al cambio de hábitos (trabajadores, estudiantes, funcionarios).

- Fomento de la distribución urbana de mercancías con vehículos de bajas emisiones (eléctricos, híbridos o de gas), puntualmente compartidos: acción asociada a la creación de zonas de bajas emisiones (ZBE), o zonas urbanas de atmósfera protegida (ZUAP), que incluirá electrolineras específicas y ayudas para la sustitución de los vehículos a motor de combustión.

- Tarjeta verde metropolitana: nuevo abono al transporte público, gratuito durante tres

años, para aquellos ciudadanos del AMB que renuncien a su vehículo privado.

No obstante, esta articulación entre introducción de la movilidad eléctrica y cambio del modelo de movilidad donde tendrá que desarrollarse en profundidad será en las medidas a elaborar del futuro *Plan metropolitano de movilidad urbana* (PMMU).

## LAS SUPERMANZANAS PARA EL DISEÑO DE NUEVAS CIUDADES Y LA RENOVACIÓN DE LAS EXISTENTES. EL CASO DE BARCELONA

SALVADOR RUEDA PALENZUELA  
Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

### 1. Un modelo urbano para afrontar los retos de este inicio de siglo

Nos hallamos en pleno cambio de era y con este se nos presenta un nuevo paradigma y un cambio en las reglas de juego. Estamos pasando de la era industrial a la era de la información y el conocimiento.

La sociedad industrial se ha caracterizado por su consumo de recursos y su "independencia" de las leyes de la naturaleza. Efectivamente, la estrategia competitiva entre territorios se ha basado en el consumo de recursos: suelo, materiales y energía. En general, los sistemas urbanos que se han organizado mejor para consumir más recursos naturales han cobrado ventaja competitiva. Por otro lado, la creencia equivocada de la 'independencia' de las leyes de la naturaleza ha sido apoyada por el uso masivo de energía y por una tecnología con gran capacidad de transformación. El resultado ha sido un impacto insostenible sobre los sistemas y ecosistemas de la Tierra. Las incertidumbres sobre el futuro son de tal envergadura que nos obligan, como decíamos, a cambiar las reglas del juego y a crear un nuevo paradigma que incremente la capacidad de anticipación. Las bases del nuevo paradigma se asientan en:

- Un cambio de estrategia para competir entre territorios basada en la información y el conocimiento, que suponga, al mismo tiempo, la desmaterialización de la economía.
- Un cambio de régimen metabólico. La sociedad industrial se ha basado principalmente en el consumo de los combustibles fósiles como si no tuvieran límite. El consumo masivo de energía fósil y la tecnología han sido la causa de la simplificación de los ecosistemas en todas las escalas, es decir, de la generación de entropía generalizada con efectos irreversibles en muchos de los ecosistemas impactados. Para la construcción de un futuro más sostenible es necesario un nuevo régimen metabólico, el cuarto. El nuevo régimen metabólico tiene que estar basado, necesariamente, en la entropía, entendiendo que en este régimen metabólico el tipo de energía es la condición necesaria pero no suficiente. El consumo de energía escogida no tiene que aportar más entropía que la que se produciría de manera 'natural' con su disipación. Hoy, la principal fuente que reúne esta condición es la energía solar. Otra cosa es el uso de la energía solar, que puede ser tan impactante sobre los ecosistemas como lo es la energía fósil. La suficiencia la da la limitación del impacto de nuestra acción sobre los sistemas de la Tierra.
- Una acomodación, de nuevo, a las leyes de la naturaleza, donde la explotación de los

sistemas de apoyo no exceda su capacidad de carga y de regeneración. En los sistemas urbanos el reciclaje y regeneración de los tejidos existentes prima sobre la producción de nueva ciudad. En ambos casos la acomodación a las leyes de la naturaleza obliga a la formulación de nuevas herramientas, entre ellas, la formulación de un nuevo modelo urbano y de un nuevo urbanismo: el urbanismo ecosistémico.

La batalla de la sostenibilidad y la consecución del nuevo paradigma se librará en las ciudades, en el diseño de estas y, sobre todo, en la regeneración y el reciclaje de las actuales. El urbanismo que hoy se practica no se acomoda a los nuevos retos de este principio de siglo. Para abordarlos es necesario crear unas bases conceptuales y unos instrumentos diferentes, empezando por considerar la ciudad como un ecosistema complejo, el más complejo que ha creado la especie humana.

Los ecólogos suelen enfrentarse a la complejidad de los ecosistemas con la construcción de modelos que, en el caso de los ecosistemas urbanos, tienen que ser, necesariamente, intencionales si se desea reducir las incertidumbres sobre el futuro creadas por la sociedad industrial.

Hoy, del análisis de los problemas que presentan multitud de sistemas urbanos y del análisis de los que han conseguido minimizarlos, surge un modelo urbano intencional que es compacto en su morfología, complejo (mixto en usos y biodiverso) en su organización, eficiente metabólicamente y cohesionado socialmente.

Cuatro ejes íntimamente relacionados, que interactúan sinérgicamente para dar respuestas integradas a realidades urbanas en procesos de rehabilitación y regeneración y, también, para acompañar a los planificadores de nuevos desarrollos urbanos. El modelo incide en realidades diversas que van de la escala de ciudad a una escala menor en el barrio.

### 2. La ciudad es un sistema de proporciones

El conjunto de elementos constitutivos de una ciudad, con sus relaciones y restricciones, da como resultado un sistema de proporciones. Estas proporciones que son el resultado de múltiples factores e intereses pueden ser generadoras de disfunciones de naturaleza diversa. A favor de una fácil comprensión y salvando las distancias, una paella, este icónico plato típico español, es un sistema de proporciones. Incluso con los mejores ingredientes, si no se le pone sal, la paella será insípida; si se le pone demasiada, será incomedible.

A la ciudad le sucede lo mismo. Si la producción de ciudad se prodiga en la extensión excesiva de suburbio, es muy probable que se produzca una segregación social por rentas o culturas o etnias. La desigualdad entre territorios se hará realidad. En el suburbio, que suele tener la residencia como función casi exclusiva, el déficit de los servicios básicos y de equipamientos obligará a los residentes del suburbio a utilizar el coche para acceder a estos. Es preciso poner de manifiesto que la mayoría de la población no tendrá acceso a estos de manera autónoma porque no tiene licencia para conducir, porque es muy joven o muy viejo o porque, simplemente, no tiene coche.

Si el reparto modal está excesivamente decantado hacia el vehículo privado, la ocupación masiva del espacio público por el coche, la congestión o la calidad del aire, etc., darán como resultado una habitabilidad y una calidad urbana escasas. El consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero se incrementarán y la calidad del

aire empeorará con el consiguiente impacto sobre la salud humana.

El análisis lo podríamos extender a otros aspectos ligados a la movilidad, a las infraestructuras, a los equipamientos o a la promoción económica, etc. El vínculo de todas las variables para que estén acomodadas a un sistema de proporciones que evite las disfunciones y los impactos tiene que estar relacionado, necesariamente, con el modelo urbano intencional.

Así pues, es preciso buscar el sistema de proporciones que nos permita alcanzar el modelo intencional antes enunciado.

### 3. Los principios del urbanismo ecosistémico, base del sistema de proporciones de una ciudad más ecológica

Si la ciudad es un sistema de proporciones, es preciso saber cuáles son los principios que lo informan con el fin de producir una ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada socialmente.

Veamos de manera resumida las bases del nuevo urbanismo ecosistémico:

#### a) El contexto de la actuación urbanística

Abordar la transformación urbana de los territorios obliga a hacerlo teniendo en cuenta el medio, que actúa como sistema de apoyo, desde todas las vertientes: ambiental, económica y social. Las soluciones adoptadas no pueden crear más disfunciones en el contexto ni a las variables secundarias que lo acompañan. En todo caso, tienen que mitigarlas y dialogar al máximo con el entorno de manera que las actuaciones supongan un factor de mejora de las condiciones del contexto y de las incertidumbres a una escala global.

Este ámbito obliga a pensar en los retos, en las vulnerabilidades de cada emplazamiento (ya sean físicos, sociales o culturales), en la disponibilidad y aprovechamiento de recursos locales, en los hábitos y estilos de vida, etc, que caracterizan los sistemas urbanos, con el objetivo de transformar las ciudades de forma más eficiente y habitable.

#### b) La ocupación del suelo y la morfología de las ciudades

La morfología urbana hace referencia a la forma y distribución del espacio construido y al espacio público. La compactación o dispersión de los tejidos urbanos determina la proximidad entre los usos y las funciones urbanas. La forma de ocupar el territorio y su intensidad de uso permite fomentar un espacio urbano socialmente integrador, desarrollar con eficiencia aquellas funciones urbanas ligadas a la movilidad sostenible y a la dotación de servicios y equipamientos básicos y fomentar el intercambio y las interacciones entre complementarios.

La densidad de población y de actividades proporciona una determinada masa crítica que genera espacio público; que hace viable el transporte público, que da sentido a la existencia de los equipamientos; que genera la diversidad de personas jurídicas necesaria para hacer ciudad, etc.

En este punto se tienen que abordar los objetivos y los criterios del modelo de ocupación del territorio, así como la relación entre territorios, lo más eficientes posibles, para alcanzar tejidos urbanos más sostenibles y al mismo tiempo disminuir la presión sobre los sistemas de apoyo.

#### c) La funcionalidad urbana: modelo de movilidad y espacio público

La funcionalidad urbana, definida a partir de los patrones de movilidad y de servicios de

cada ciudad, determina, en gran medida, la calidad y habitabilidad del espacio público. Es preciso desarrollar un modelo de movilidad y espacio público más sostenible, con el fin de garantizar un espacio público más accesible, confortable, seguro y multifuncional donde las personas sean ciudadanos y puedan ejercer los derechos de intercambio, de cultura, de ocio y entretenimiento, de expresión y manifestación, además del derecho al desplazamiento. Con el actual modelo de movilidad, las ciudades dedican la mayor parte del espacio público a la movilidad y en estas condiciones la máxima aspiración es ser peatón: un modo de transporte. Al menos el 75% del espacio público debería destinarse al ejercicio de todos los derechos ciudadanos.

El espacio público tendrá que adquirir la máxima habitabilidad haciéndolo, al mismo tiempo: confortable (sin ruido, sin contaminación atmosférica y con el mayor confort térmico); atractivo (con una elevada diversidad de actividades y con la máxima biodiversidad), y ergonómico (accesible, con espacio liberado para ejercer todos los derechos y con una buena relación de alturas edificadas y anchuras de calle).

#### d) La complejidad urbana

La complejidad urbana hace referencia al grado de organización urbana de un territorio. Tanto en los sistemas naturales como en los urbanos, el aumento de la complejidad supone un incremento de la organización contribuyendo a la estabilidad y continuidad del propio sistema. La diversidad y abundancia de personas jurídicas (en los sistemas urbanos) o de organismos vivos (en los sistemas naturales) son los condicionantes clave para aumentar la información organizada.

Es preciso que la diversidad de personas jurídicas (actividades económicas, asociaciones e instituciones) sea lo más elevada posible con el fin de incrementar la complejidad del capital económico y el capital social.

La multiplicación de actividades y su diversidad tiene que atender y dar servicio a los residentes y también al modelo de ciudad del conocimiento. Por esto, deben crearse las condiciones de suelo y servicios para incrementar las actividades densas en conocimiento (@) y sus redes, que son la base de la ciudad 'inteligente', ya que son las que atesoran la máxima información útil. Entre las actividades densas en conocimiento se incluyen las que proponen un incremento de autoproducción.

Por otro lado, es necesario definir la proporción adecuada de techo destinado a residencia y de techo destinado a las personas jurídicas que ocuparán principalmente el frente de fachada.

#### e) El verde urbano y la biodiversidad

La biodiversidad es la riqueza de formas de vida de un territorio. El medio urbano supone una artificialización, con la impermeabilización de gran parte del suelo y profunda alteración del relieve, la calidad del aire, el suelo y el agua, el clima y el régimen hidrológico, que comportan la pérdida de hábitats y/o interfieren en la acomodación de las especies urbanas a las condiciones específicas de la ciudad.

Los objetivos sobre sostenibilidad de la biodiversidad no pueden separarse de los referentes que tienen que ver con otros ámbitos como son la edificación, el urbanismo o la movilidad.

#### f) Eficiencia metabólica

La eficiencia es un concepto relacionado con el metabolismo urbano, es decir, con los

flujos de materiales, de agua y de energía, que constituyen el soporte de cualquier sistema urbano para mantener su organización y evitar ser contaminado o simplificado en su organización. La gestión de los recursos naturales tiene que alcanzar la máxima eficiencia en su uso con la mínima perturbación de los ecosistemas.

#### g) La cohesión social

La cohesión social atiende a las personas y a las relaciones sociales en el sistema urbano. La cohesión social en un contexto urbano hace referencia al grado de convivencia existente entre grupos de personas con culturas, etnias, edades, rentas y profesiones diferentes.

El incremento de la cohesión social está íntimamente relacionado con el acceso a la vivienda, en un determinado lugar, de personas con rentas, culturas y etnias diferentes en las proporciones 'adecuadas'. Y también con la dotación de equipamientos que garanticen la mejor habitabilidad, situados a una distancia que pueda ser recorrida a pie en un tiempo de entre 5 y 10 minutos, dependiendo del equipamiento.

#### h) La gestión y la gobernanza

Cada objetivo del modelo, o modelos, de ciudades y metrópolis más sostenibles requiere una organización adecuada para alcanzarlo. En este punto deberemos preguntarnos si la técnica y las tecnologías actuales son suficientes para reducir las incertidumbres que se derivan del actual modelo de ocupación del territorio y del modelo urbano. Venimos obligados a repensar los mecanismos de gestión para alcanzarlos. ¿Cómo acomodamos las organizaciones a los nuevos retos?

Dada la complejidad que caracteriza a los sistemas urbanos es imprescindible revisar el actual enfoque de las políticas y modelos de gestión predominantes, basados en una estructuración vertical, segmentada y parcial.

El plano urbanístico actual, de dos dimensiones, es incapaz de incluir el conjunto de variables que incorporan los principios/objetivos enunciados. El urbanismo ecosistémico dibuja tres planos: en altura, en superficie y en el subsuelo, para integrar el conjunto de variables y principios que tienen que afrontar los retos anteriormente citados.

Además de los tres planos, el urbanismo ecosistémico propone articular y ordenar el territorio a través de una nueva intervía, una célula urbana, que en el caso de Barcelona puede ser de unos 400m x 400m, llamada 'supermanzana' y que tiene las dimensiones adecuadas para desarrollar e integrar el conjunto de principios y objetivos, y que se erige en la base de un nuevo modelo funcional y urbanístico de las ciudades.

#### 4. La intervía y las redes de transporte. De Cerdà a las supermanzanas

Cerdà estableció su manzana octogonal de 113 m de lado tras analizar varias propuestas y estudiar los ejemplos de las ciudades hispanoamericanas. Determinó la conformación cuadrada de las manzanas por razones jurídicas, topológicas, arquitectónicas y viales, y su ideario igualitarista fue uno de los motores ideológicos (Tarragó, 1988).

Cerdà concibió una ciudad que fue evolucionando progresivamente desde el anteproyecto de 1855 hasta el proyecto de 1863: la investigación acerca de la casa, la nueva ciudad industrial o el despliegue de los diferentes medios de locomoción le llevan desde la casa burguesa aislada o la casa obrera con patio grande de 1855, hasta el bloque de casas con paredes medianeras y patio grande

del año 1859, para llegar a la propuesta denominada 'isla ferroviaria', en que superpone la casa a la fábrica (Magrinyà y Tarragó, 1994).

Después de realizar un profundo análisis, Cerdà asignó a la intervía (espacio que queda entre vías) el papel de molde principal en la estructuración de la nueva ciudad, desplazando de este papel a la vivienda. La "pastilla" octogonal es una pieza que se repite sin límite y que le permite abordar la resolución de gran parte de los conflictos que quiere resolver.

La disposición de la isla separada por vías de la misma anchura (las vías trascendentales que tienen que conectar con el exterior son más anchas) configura una red homogénea e isótropa que resuelve los problemas de accesibilidad que presentan las redes radiales y permite ampliar la ciudad todo lo que se desee mediante la reproducción del módulo, reforzando así la idea de la movilidad universal.

La consideración de la intervía cuadrículada de 113 m x 113 m como pieza principal de la construcción de la nueva ciudad ofrece a Cerdà la posibilidad de aproximarse a la solución de los tres conflictos que pretende resolver: la higiene, la equidad y la movilidad.

Como decíamos, Cerdà propone la manzana como célula elemental del diseño propiamente urbano, en contraposición al edificio que se convierte en la unidad elemental del diseño arquitectónico. La base del diseño de la ciudad es, para el inventor del concepto de urbanismo, la red vial en su totalidad, por un lado, y las manzanas, por el otro. Es en el intervía donde se da respuesta integrada a las necesidades de la habitabilidad y la vialidad, y este debe ser el módulo de crecimiento de la ciudad.

El Plan de 1859 incluye la famosa manzana abierta que constituye la célula (el modelo) que por repetición sin límites (ver el plano) incluye la lógica interna de su propuesta: 40 m<sup>2</sup> por persona, calle con una anchura mayor que la altura del edificio, etc., y, al mismo tiempo, permite una continuidad eficiente de todos los modos de transporte.

Con la reelaboración del Plan, en 1863, introduce el ferrocarril y propone, de hecho, una especialización vial, según los medios de locomoción, en tres tipos de vías.

La incorporación del ferrocarril era la ventana para conectarse al mundo, perfilando su teoría del enlace marítimo-terrestre. La interrelación marítimo-terrestre a través del ferrocarril fue un cambio de escala que interconectaba las redes a escala global. La incorporación del ferrocarril supuso, al mismo tiempo, un cambio en la relación entre el transporte y el urbanismo, que dejó plasmada en la frase: "Cada modo de locomoción genera una forma de urbanización" (Cerdà, 1867).

En el Plano de 1863 propone una célula, una intervía para los modos de transporte no ferroviarios y una nueva célula, una intervía que constituye la primera supermanzana de 266 m x 266 m, que le permite introducir el nuevo modo de locomoción ferroviario.

En la Reelaboración de 1863, Cerdà propone una red ferroviaria paralela cada dos calles: Aragón, Mallorca y Rosellón. Estas alineaciones paralelas al mar que cruzan tres cuartas partes del Eixample entretegen un rosario de supermanzanas cuadradas compuestas de 4 islas con bloques en forma de L. Estas agrupaciones siguen acompañando la vía del tren cuando esta conforma enlaces en Y a gran escala o se dispone en forma diagonal por la Meridiana (Magrinyà y Tarragó, 1994).

Le Corbusier, con sus propuestas de urbanizar el automóvil, desarrolló un esfuerzo tan

revolucionario como el que hizo en Cerdà por resolver la urbanización de la locomotora. Este paralelismo, respetando la identidad de las obras respectivas, constituye un punto de vista más fértil (Magrinyà y Tarragó, 1994).

Le Corbusier desarrolló una tarea paralela e interactiva en los ámbitos urbanístico y arquitectónico, entre otros, con su investigación sobre la nueva ciudad del siglo XX y la definición del nuevo tipo de vivienda que le correspondía. Empezó con la crítica de las insuficiencias de la ciudad jardín y la propuesta todavía esquemática de *La ciudad contemporánea* de 1925, que estaba formada a partir de casas-dominó y rascacielos en el centro. Cinco años más tarde, llegó a una primera síntesis con *La ciudad radiante*, con una red cuadrículada para el automóvil y más flexible e independiente para los peatones, y con unos bloques de viviendas articulados a base de patios abiertos en forma de grandes grecas. Y, justo con la posguerra, establece *La unidad de habitación* como propuesta residencial concreta y *Los tres establecimientos humanos* como síntesis urbanística final, que comprenden las grandes ciudades radioconcéntricas (campo de aplicación del modelo de *La ciudad radiante*), los asentamientos lineales industriales (campo de aplicación de las fábricas verdes) y las explotaciones rurales interviales, todo ello interrelacionado por las TV, es decir, las siete modalidades de viabilidad diferentes establecidas por Le Corbusier (Magrinyà y Tarragó, 1994).

La propuesta que realizan Le Corbusier y Josep Lluís Sert en 1932 para Barcelona se denomina Plan Macià (1931-1938), y deja plasmada la función de circular proponiendo una cuadrícula de 400 m x 400 m por la que debían circular los automóviles.

La red perimetral de los redentes permite conectar una parte de la ciudad con otra, mediante la función de circular, liberando su interior a una propuesta urbanística que, siguiendo los principios del CIAMOS (IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna, 1933), busca desarrollar las funciones clave: habitar, trabajar y distraerse.

Pero el Plan Macià no se ejecutó y los coches invadieron la ciudad. El gran error, a mi entender, fue permitir el uso de la totalidad de las calles para la movilidad (hoy el 85% del espacio público vial está dedicado a la movilidad de paso con presencia del automóvil), sobre todo después de haber ocupado todo el verde planificado y quedar desequilibrada en la dicotomía relación-aislamiento. La presión sobre el Eixample central es hoy demasiado alta. El gran error fue no haber seguido la máxima de Cerdà, antes enunciada: "Cada modo de locomoción genera una forma de urbanización" (Cerdà, 1867). El coche es un modo de locomoción con unas características muy distintas a la locomoción animal o ferroviaria. En Barcelona, cuando entró el automóvil, se dejó la misma trama para el Eixample que Cerdà propuso en el Plano de 1859, como si los movimientos todavía fueran de tracción animal.

Los problemas con la ocupación masiva del espacio público por el coche se multiplicaron y un año antes de la conmemoración del centenario del Plan Cerdà de 1859, Antoni Bonet en una carta al director de "Cuadernos de Arquitectura" y Oriol Bohigas en el "Cuadernos" siguiente, siguiendo la estela de Bonet, propusieron la implantación de supermanzanas: "El problema actual está en encontrar una nueva escala. Al pasar de la manzana Cerdà a una supermanzana nueve veces mayor [...] El módulo debería ser ampliado para que fuera respecto a las nuevas velocidades lo que fue la manzana Cerdà para las velocidades de la época. La agrupación de 9 manzanas (400 m x 400 m) es absolutamente viable" (Bohigas, 1958).

Finalmente, la propuesta no tuvo efecto y los vehículos fueron aumentando hasta llegar al actual modelo de movilidad. El espacio dedicado actualmente a la movilidad de paso se acerca a los 15 millones de metros cuadrados y la longitud del vial dedicado a los desplazamientos alcanza los 912 km.

La movilidad es, hoy, el factor que mayores disfunciones aporta a la ciudad de Barcelona. El conjunto de usos que se podrían desarrollar en el espacio público quedan restringidos por el derecho exclusivo a la movilidad y, hoy, Barcelona le destina más del 60% del espacio público y el 85% de las calles. La contaminación atmosférica emitida por el tránsito rodado tiene un impacto inaceptable en la salud de la población del área metropolitana de Barcelona. En un estudio realizado por ISGlobal en un territorio de 56 municipios del área metropolitana de Barcelona, que incluye el municipio de Barcelona, se calcula que la polución del aire provoca 3.500 muertes prematuras al año, 1.800 hospitalizaciones por causas cardiovasculares, 5.100 casos de síntomas de bronquitis crónica en adultos, 31.100 casos de bronquitis infantiles, 54.000 ataques de asma entre niños y adultos (Künzli y Pérez, 2007).

La dimensión del impacto permite afirmar que los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica son hoy el principal problema a resolver de todos los causados por el actual modelo de movilidad. La ratio espacio verde/habitante en la mayor parte de los tejidos de la ciudad está por debajo de los mínimos recomendado por la OMS, de 10 m<sup>2</sup>/h. Solo apuntar que la superficie verde en el Eixample central es de 1,85 m<sup>2</sup>/h y que es, a su vez, el distrito con más tráfico y en que la población expuesta a ruidos inadmisibles (valores diurnos > 65 dbA) es casi el 50%. El impacto económico negativo de este hecho es de miles de millones de euros el año. Según el Banco Mundial para España fue de 45.000 millones de euros/año en 2013, considerando solo el impacto sobre la salud. El negro del asfalto y las emisiones de los coches son responsables de la parte más importante de la isla de calor urbano. Este aumento de más de dos grados de temperatura media (en las noches de verano se pueden superar los 5°C de temperatura diferencial con la periferia) resulta especialmente dañino y en algunos casos, mortal, para las personas más vulnerables: ancianos, niños y enfermos, cuando llegan las olas de calor producidas por el cambio climático. Cabe añadir los accidentes de tráfico, que suponen 30 muertes al año en Barcelona y más de 30 heridos por km y año en el Eixample. La intrusión visual y el deterioro del paisaje, entendiéndolo como expresión de la integración de varias variables, convierten a Barcelona en una 'olla a presión' que se extiende, como decíamos, al 85% de la longitud de las calles de la ciudad.

Los resultados del estudio realizado por ISGlobal (Rojas, D. 2017) para Barcelona y su área metropolitana, muestran el impacto que tienen algunas de las variables enunciadas en la morbilidad de los ciudadanos barceloneses.

El resultado es una ciudad que no está preparada para abordar los grandes retos de este principio de siglo: la sostenibilidad en la era de la información. Tanto el Plan Cerdà como el Plan Macià se proyectaron como nuevos desarrollos. Hoy lo que se impone no es tanto producir nueva ciudad como transformar la existente. Como se ha anunciado varias veces, la batalla de la sostenibilidad se ganará o se perderá según cómo se reorganicen las ciudades existentes. Estamos más en la era del reciclaje y menos en la de nuevos desarrollos.

Se impone un nuevo modelo ecosistémico con su correspondiente sistema de proporciones que incluya, al mismo tiempo,

la reducción de emisiones contaminantes, de ruido, de energía y que incremente el verde, los espacios de estancia, la diversidad de personas jurídicas, pero también las densidades en conocimiento. Un modelo urbanístico que se extienda por toda la ciudad y que tenga en cuenta los modos de locomoción actuales.

Del mismo modo que en el Plan Cerdà, en el modelo de la supermanzana la pieza elemental de la ciudad no es la vivienda, sino la intervia, es decir, la célula que se convierte en una pieza del mosaico de una red de vialidad, donde la continuidad del movimiento obliga a ocuparse de las vías en su totalidad y no una por una. Es el terreno de juego (el modelo) para aplicar el urbanismo ecosistémico y desarrollar, al mismo tiempo, el nuevo modelo de movilidad y de espacio público. La supermanzana es una célula de unos 400 m x 400 m (9 islas en el caso del Eixample de Barcelona), definida por una red de vías básicas que conectan los orígenes y destinos de toda la ciudad. Cuando la célula se va reproduciendo a lo largo y ancho del sistema urbano, su tamaño se acomoda a las características morfológicas y funcionales de la ciudad existente, buscando la liberación de la máxima superficie de espacio público hoy ligado a la movilidad de paso y, al mismo tiempo, garantizando la funcionalidad y organización del sistema. Es preciso destacar que el proyecto de supermanzanas es un proyecto de reciclaje urbano. El modelo de supermanzanas no es, por lo tanto, exclusivo del tejido Eixample y es perfectamente aplicable a cualquier tejido de la metrópoli que sea ciudad, exceptuando el suburbio.

La nueva célula viene definida por las vías básicas del perímetro por donde circula el tráfico de paso y de conexión a una velocidad máxima de 50 km/h. Las vías interiores (intervías) de la supermanzana constituyen una red local de velocidad limitada a 10 o 20 km/h, unas velocidades que permiten compartir usos urbanos. La supermanzana no se atraviesa, lo que supone que los movimientos en el interior solo tienen sentido si su origen o destino están en las intervías, provocando que las calles sean vecinales, seguras, sin ruido ni contaminación, etc., y liberando más del 70% del espacio que hoy ocupa la motorización de paso para los movimientos a pie y en bicicleta.

Las razones para escoger las dimensiones de la supermanzana de 3 x 3 se basan en las características de los coches que, a una velocidad de poco más de 20 km/h (que es la media de la velocidad urbana hoy en Barcelona) tardan un tiempo en dar la vuelta a la supermanzana similar al tiempo que tarda una persona que va a pie, a unos 4 km/h, en dar la vuelta a una isla. Con una disposición de cruces principales cada 400 m, la sincronización semafórica es más eficiente y se evita interrumpir el flujo principal por giros. Con estas distancias se puede pensar incluso en la priorización semafórica para el transporte público y se evitarían dos giros de cada tres.

## 5. La supermanzana, base para un modelo funcional y urbanístico: el caso de Barcelona

Las supermanzanas pretenden ser la base del modelo funcional de cualquier ciudad, pero, a la vez, se propone que sean la base de un nuevo modelo urbanístico. La población media de una supermanzana en Barcelona es superior a los 6.200 habitantes. Más de las tres cuartas partes de los municipios catalanes tienen menos de 6.000 habitantes y una capital de comarca como Vielha (norte de Cataluña) tiene 5.500 habitantes. Estos sistemas urbanos tienen la mayoría de los equipamientos de una ciudad mucho mayor. Parece razonable que a la supermanzana se le preste la atención urbanística que se merece una entidad con esta población.

Las supermanzanas urbanísticas, como uno de los instrumentos del urbanismo ecosistémico, permiten aplicar el conjunto de principios que el mencionado urbanismo propone. Cada supermanzana se erige en una pequeña "ciudad".

En este apartado, no obstante, nos centraremos en la supermanzana como base de un nuevo modelo funcional y las consecuencias que ello supone para el espacio público.

Las vías definidoras de las supermanzanas (en rojo, figura 9), cuando se conectan entre sí, dan lugar a la red de vías básicas por donde circulan las redes de transporte urbano de paso: transporte colectivo, vehículo privado, emergencias, servicios y, si la sección lo permite, la red de bicicletas. Esta red de vías básicas, que busca la máxima ortogonalidad, permite el acceso a la ciudad a la máxima velocidad admitida por ley (50 km/h).

La red básica del escenario de las supermanzanas supone una reducción del 61% de la longitud del total de vías de la red básica actual, pero se consigue mantener su funcionalidad y su organización, ya que en Barcelona, con una reducción de vehículos del 13% se mantiene un nivel de servicio como el actual.

Para abordar los graves problemas enunciados, el Plan de movilidad urbana sostenible de Barcelona aprobado por el Ayuntamiento de Barcelona en 2015 propone extender las supermanzanas por toda la ciudad e inducir una reducción del 21% de vehículos en circulación. Con esta reducción se estima que los valores de contaminación en todas las estaciones de medida estarán por debajo de los valores límite admitidos. Para lograr que las vías básicas tengan un nivel de servicio de tráfico similar al escenario actual, es decir, que la velocidad sea similar, es necesario reducir, como se ha dicho, el 13% de los vehículos en circulación. Esto supone que, con una reducción del 21% de vehículos circulando (escenario supermanzanas), el nivel de servicio del tráfico será significativamente mejor que en la situación actual y que sin lugar a dudas se circulará mucho mejor y las condiciones ambientales de las vías básicas definidoras de las supermanzanas serán significativamente mejores que en la actualidad. En todos los casos salen ganando los de dentro y los de la periferia de cada supermanzana.

Con esta disminución de vehículos, se prevé que el porcentaje de personas expuestas a niveles de contaminación admisible será del 94% (hoy es del 56%) y el de personas expuestas a niveles de ruido admisibles será del 73,5%, cuando hoy es del 54%. En consecuencia, el índice de habitabilidad alcanzará valores notables en todos los barrios de la ciudad.

Las supermanzanas son las células urbanas que permiten integrar el conjunto de redes de movilidad de paso (coche, bus y bicicleta) a su periferia, permitiendo, al mismo tiempo, que en el interior tengan prioridad los desplazamientos a pie y en bicicleta.

Las redes ortogonales son las más eficientes en los sistemas urbanos. Se ha evidenciado que los factores que favorecen el incremento de la velocidad comercial de la nueva red de autobuses barcelonesa son su topología ortogonal y la distancia de las paradas cada 400 metros, y no los factores clásicos como la priorización semafórica o los carriles bus.

Con los mismos autobuses se pasa de una frecuencia de 14/15 minutos a una frecuencia en torno a los 5 minutos en toda la ciudad (actuando como un metro en superficie), ya que el servicio es el mismo en el centro que en la periferia. En el diseño de la red se ha

buscado que la espera media en la parada esté en torno a los dos minutos, ya que para el reloj mental esperar dos minutos no se considera una espera. Es una red que conecta cualquier origen con cualquier destino con un único transbordo en el 95% de los casos. Tiene una estructura similar al juego de la batalla naval que sabe jugar un niño de 7 años. Es, por lo tanto, una red inteligible como lo es la del metro y, de hecho, incluso se estima que el número de transbordos será similar al del metro. Igual que en el metro, aparte de reducir la espera, es esencial reducir la distancia de intercambio. En el tejido Eixample la perpendicularidad de las líneas de la red permite que en las intersecciones (en los cruces octogonales) se habilite una parada única para la línea horizontal y la línea vertical.

La red de autobuses preexistente se parece a un plato de espaguetis indescifrable donde los usuarios conocen una parte de un espagueti o, como máximo, dos partes. De hecho, cuando un ciudadano se encuentra en una parte de la ciudad donde no pasa la línea conocida, no acostumbra a aventurarse a coger un bus y busca el metro o un taxi. La nueva red se parece a un gofre de chocolate con pequeñas celdillas. El usuario sabe que la red le llevará a destino. Naturalmente, tiene que saber dónde están el mar, la montaña y los dos ríos, es decir, tiene que estar orientado.

La red de bicicletas se ajusta también a la estructura de supermanzanas. La periferia de las supermanzanas acoge la red de transporte en bicicleta, con los correspondientes carriles exclusivos, y comparte la sección de la calle con el autobús y el coche. El interior de las supermanzanas a 10 o 20 km/h permite el paso de la bicicleta en los dos sentidos, atravesando la supermanzana. Su velocidad, sin embargo, tiene que ajustarse a la velocidad de los peatones y de los usos que se desarrollen en aquel momento y, si es necesario, tendrá que bajarse de la bicicleta. Las condiciones de las intervenciones permiten que los niños puedan llegar a la escuela en bicicleta o a pie sin necesidad de ir acompañados de un adulto.

La incorporación de los motores eléctricos para la automoción está en la agenda de todas las ciudades. No cabe duda de que la bicicleta eléctrica es el vehículo eléctrico a potenciar. No contamina, no hace ruido, es saludable, casi no consume energía (la energía consumida por un viaje realizado en bicicleta eléctrica, sumando la energía metabólica utilizada y la electricidad consumida, es menor que la energía consumida metabólicamente realizando el mismo viaje a pie). Con ella, una persona normal supera pendientes elevadas de hasta el 20% y se ajusta el esfuerzo al contexto. En verano incluso refrigera y permite su uso en la estación más severa sin tener que sudar. Su motor homologado se para a 25 km/h, lo que reduce la gravedad de los accidentes. Finalmente, la distancia media de un viaje en bicicleta clásica es de unos 5 km, mientras que la bicicleta eléctrica la amplía a los 10 km, que es la distancia de un extremo al otro del municipio de Barcelona. Así pues, la bicicleta eléctrica es, para una distancia de 10,5 km y a una velocidad un 30% mayor que la velocidad de la bicicleta clásica, el móvil más competitivo combinando el tiempo utilizado y la energía consumida.

La distribución isomorfa de las redes por todo el territorio proporciona un nivel de servicio equitativo mediante la red de autobús y bicicleta que antes solo tenía el coche.

Actualmente, Barcelona cuenta con 230 ha de calles con plataforma única, de peatones o con velocidades limitadas a 20 km/h. Si se añade también la superficie utilizada para

peatones de las grandes avenidas, supone el 15,8% del espacio público vial.

Con la implantación de las supermanzanas se liberan 6,22 millones de metros cuadrados. Esta liberación tan sustantiva, permitirá que este proyecto sea la propuesta de reciclaje más importante del mundo sin derribar ni un edificio.

El suelo liberado admite usos diversos imposibles de implantar en vías dedicadas exclusivamente a la movilidad.

## 5.1 Usos del espacio público y derechos ciudadanos: de peatones a ciudadanos

Quizás lo más radical de la propuesta sea la reconversión de la mayor parte del espacio urbano, hoy destinado a la movilidad, para dedicarlo a la multiplicación de usos y derechos. Digo radical porque va a la raíz del significado de espacio público.

La ciudad existe cuando, primero, hay espacio público y, segundo, cuando se reúnen en un espacio limitado un determinado número de personas jurídicas complementarias 'trabajando' sinérgicamente. Quizás nos encontramos con una urbanización de casas alineadas y un espacio entre ellas para que llegue el coche al garaje. En este caso podemos hablar de espacio urbanizado, pero difícilmente de espacio público. En una urbanización difícilmente habrá un mercado, un acto cultural o, incluso, se podrán ver niños jugando a pelota en medio de la calle.

La ciudad empieza a serlo cuando hay espacio público, ya que es la 'casa de todos', el lugar de encuentro para el intercambio, el entretenimiento y la estancia, la cultura, la expresión y la democracia y, también, el desplazamiento. El espacio público nos hace ciudadanos y lo somos cuando tenemos la posibilidad de ocuparlo para el ejercicio de todos los derechos enunciados. Hoy, la imposibilidad de ejercer los derechos ciudadanos nos relega a ser peatones, lo que no deja de ser un modo de transporte.

Devolverle al ciudadano el espacio público que perdió debido al actual modelo de movilidad es la clave del nuevo modelo de movilidad y espacio público basado en supermanzanas. Los vehículos eléctricos podrán reducir una parte del ruido (el ruido a partir de determinadas velocidades se debe al roce de los neumáticos con la superficie de rodamiento y no al motor) y una parte de la contaminación atmosférica (casi la mitad de la contaminación por partículas se debe al polvillo levantado por las ruedas, procedente de las partículas de los neumáticos, los frenos, los aceites lubricantes de los rodamientos, etc., que, como es sabido, contienen metales pesados y componentes de elevada toxicidad). Lo que no podrán reducir es el espacio que ocupan, siendo el espacio, en la ciudad compacta en general y en Barcelona en particular, el bien más escaso.

Las supermanzanas apuestan por devolver a los ciudadanos su carta de naturaleza a casi el 70% del espacio de la ciudad.

Las supermanzanas son, también, las células urbanas que permiten integrar el conjunto de redes de transporte y, como veremos, también la red verde.

Los espacios que no están cruzados por ninguna red de movilidad (coches, autobuses y bicicletas), es decir, el interior de las supermanzanas, son candidatos a ser utilizados para el ejercicio de todos los derechos ciudadanos.

La garantía del ejercicio de los derechos mencionados se consigue con velocidades compatibles con el uso del espacio por las

personas más vulnerables (por ejemplo, el paso de personas invidentes, niños jugando) y evitando el paso a través. Si la supermanzana es atravesada por la red de bus, la red de coches o la red de bicicletas con carril señalizado, deja de serlo porque no es compatible con el ejercicio de TODOS los derechos.

## 5.2 La red verde que aparece con la implantación de las supermanzanas

El análisis resumido de la evolución de las intervenciones según el modo de transporte, permite, en cada caso, proyectar espacio libre y, en su caso, superficie verde. En el caso del Plan Cerdà de 1859 y el Plan Macià, el verde está integrado en la propia lógica interna de la propuesta. Otra cuestión es el sistema de proporciones que resulta de estas. En ambos casos son más propios de un suburbio que de una ciudad. El Plan de 1863 es sustantivamente más denso que el de 1859 y acoge la masa crítica de población y actividades propias de una ciudad.

La situación actual está claramente desequilibrada y decantada hacia la compresión urbana. El tanto por ciento de verde de un área del tamaño de una supermanzana tipo es mínimo. Los espacios de descompresión son casi inexistentes.

El modelo de supermanzanas permite proyectar un escenario de superficie verde similar al del Plan Cerdà, haciendo uso de los tres niveles del urbanismo ecosistémico.

Muchos planificadores consideran que la permeabilidad del suelo es el mejor indicador, el más sintético para reflejar la potencialidad de naturalización de un tejido urbano. La presencia de suelos permeables reequilibra el ciclo del agua: favorece la infiltración de las aguas pluviales y rindió el agua de lluvia a través de las diferentes superficies vegetales. La vegetación protege el suelo de la excesiva insolación y lo protege de la compactación que provoca el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo. Al posibilitar que el agua permanezca más tiempo en superficie, se incrementa la posibilidad de que esta se infiltre hacia las capas freáticas y se reduce el riesgo de inundaciones. Potencia el cierre del ciclo de la materia orgánica, al proveer el suelo urbano de superficies de aplicación del compuesto generado en el autocompostaje de los residuos orgánicos. Los espacios verdes y la reserva de suelo para huertos urbanos constituyen espacios para generar comunidad entre los habitantes del barrio o unidad territorial.

Las superficies con cubierta vegetal ayudan a mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub>, a fijar este gas mediante el proceso fotosintético. Las superficies vegetadas son, además, captadoras potenciales de partículas contaminantes y ayudan a propiciar el confort térmico, amortiguando el efecto de isla de calor. Además, las superficies arborizadas proporcionan confort acústico y mecánico, reduciendo el efecto del ruido y del viento en el medio urbano.

La escasez de suelos permeables en Barcelona queda reflejada en los correspondientes mapas de verde. La superficie verde actual del ámbito del Eixample ampliado es de, solo, 171,2 ha. En la misma línea el número de metros cuadrados por habitante es de 2,7 m<sup>2</sup>, muy lejos de los 10 m<sup>2</sup>/h, que recomienda la OMS.

A la ausencia de verde se añade un impacto por ruido y por emisiones contaminantes, además, de un incremento de temperatura con un aumento significativo de las noches tropicales e infernales que pasan de los 25° C.

En una ciudad como Barcelona, con una escasez tan elevada de espacios libres, las supermanzanas permiten obtener unos

valores de compacidad corregida excelentes (equilibrio entre la compresión y la descompresión urbana). La liberación de los interiores de manzana en el tejido Eixample, aunque necesaria, es claramente insuficiente. En el Eixample, la avaricia ocupó los espacios verdes. Las supermanzanas permiten restablecer parte del espacio verde que tanta falta hace.

Las supermanzanas permiten, en el nuevo intervén, una sustitución del espacio ligado a la motorización por otro relacionado con el verde. Con las supermanzanas la superficie verde se incrementa significativamente llegando, y manteniendo la funcionalidad de la ciudad, a las 403,7 ha de verde potencial. Contando solo el espacio público, se pasa de los 2,7 m<sup>2</sup>/hab, a los 6,3 m<sup>2</sup>/hab para todo el ámbito del Plan Cerdà. En el área de Sant Martí, por ejemplo, la ratio sube a los 7,6 m<sup>2</sup>/hab.

La transformación de las calles, sustituyendo coches por verde, permite obtener paisajes urbanos como los que muestran las imágenes. El presente corresponde al proyecto presentado por el Ayuntamiento a los vecinos de la supermanzana piloto del Poblenou para el tramo de Sancho de Àvila entre las calles Llacuna y Roc Boronat. Como decía Oriol Bohigas: "Una calle tendrá para los latinos una infinidad de valores que nunca tendrá un jardín" (Bohigas, 1958).

La plaza ha sido y es el lugar por antonomasia del espacio público. En ella cristaliza el ejercicio de derechos ciudadanos en general y/o alguno de ellos especialmente. En el caso del Eixample de Barcelona, las ordenanzas suprimieron la mayor parte de los espacios de relación dejando, del proyecto original, únicamente las aceras de 5 m de ancho. La compresión que ha resultado de la aplicación de las ordenanzas de densificación se traduce en unas ratios de verde por habitante ridículas. En el Eixample central es, como ya se ha dicho, de tan solo 1,85 m<sup>2</sup>/h.

Con el proyecto de supermanzanas, el número y la superficie de nuevas plazas que aparecen en los cruces de la trama eixample se multiplican. En una supermanzana tipo de 3 x 3 manzanas, aparecen cuatro nuevas plazas de unos 1.900 m<sup>2</sup> cada una.

El número de nodos que se convierten en plazas completas de 1.900 m<sup>2</sup> es de 130, lo que supone en torno a 24,7 ha y el número de nuevas plazas con una superficie de unos 2/3 de la superficie completa es de 20, que suman 3 ha más. Potencialmente, pues, aparecen 150 nuevas plazas que sumarían una superficie de unas 27,7 ha.

A la superficie verde del espacio público habría que añadir el verde de los interiores de manzana y las cubiertas verdes. Los beneficios ambientales se incrementan con un aumento de la superficie del verde urbano en altura y en superficie.

Cuando a la superficie verde del espacio público se le añaden las cubiertas verdes (aquí se ha estimado una ocupación del 30%) y la superficie verde de los interiores de isla (se han contabilizado 1.500 m<sup>2</sup> por isla), la superficie verde por habitante aumenta hasta los 9,6 m<sup>2</sup>/h.

## 6. Un nuevo modelo urbano basado en supermanzanas

Los cimientos para establecer un modelo urbano basado en supermanzanas se exponen, en parte, en este artículo. La transformación que se consigue del espacio público (y de la movilidad como una de las funciones de este) con la nueva célula urbana se puede ampliar a la totalidad de las variables urbanísticas. De hecho, la supermanzana es uno de

los instrumentos técnicos claves del urbanismo ecosistémico, los otros son la definición de tres planos: en altura, en superficie y en subsuelo; y un sistema de evaluación basado en indicadores.

Los retos del modelo urbano basado en supermanzanas se concretan en:

- Implantar de manera integrada todas las redes de transporte y la red verde y, al mismo tiempo, desplegar las actuaciones del PMUS referentes al aparcamiento, a la distribución urbana, etc.
- Lograr el empoderamiento de la población del modelo.
- Extender la implantación de las supermanzanas a toda la ciudad y no solo reducirla a unos ámbitos.
- Difundir el nuevo modelo y extenderlo a nuevos territorios próximos de la metrópoli y a otras ciudades del mundo.
- Realizar una evaluación continuada con los indicadores del Certificado del Urbanismo Ecosistémico.

## EL CAMBIO MODAL EN EL ACCESO AL TRABAJO. UN EJE CLAVE PARA LA REDUCCIÓN DE LOS IMPACTOS DE LA MOVILIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BARCELONA

NÚRIA PÉREZ  
GEMMA SOLÉ

Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona

En una conurbación metropolitana, como lo es Barcelona, la gestión y la organización de un sistema de transporte y de movilidad eficaz resulta clave para dar respuesta a los numerosos movimientos que se dan diariamente tanto de personas como de mercancías. Este sistema, que tiene que contribuir a la competitividad territorial, también tiene que garantizar el derecho a la movilidad en igualdad de condiciones a toda la población, al mismo tiempo que tiene que garantizar los flujos de mercancías para el desarrollo de las actividades económicas. Además, este sistema debe plantearse en un escenario en que la competitividad territorial tiene que pasar necesariamente por la sostenibilidad territorial, a la vez que tiene que tener una clara función dentro de las políticas de cohesión social.

En las últimas décadas, en la metrópoli de Barcelona se han desarrollado numerosas mejoras en la red de transporte, tanto vial como ferroviaria y, en general, se puede decir que esta conurbación tiene un sistema de movilidad satisfactorio desde muchos puntos de vista, pero es necesario que dé mejor respuesta a los nuevos retos ambientales y sociales. Es preciso tener presente que el sector del transporte es el que consume más energía y, al mismo tiempo, genera notables impactos ambientales (particularmente en la calidad del aire, el ruido y el cambio climático). A su vez, la movilidad contribuye a aumentar determinadas situaciones de vulnerabilidad cuando la población no tiene acceso a un vehículo privado. Todo ello hace de la movilidad un eje de actuación clave dentro de las políticas metropolitanas.

La movilidad para ir y volver del trabajo, por sus características, muy dependiente del

vehículo privado, debe ser incluida dentro de los ejes prioritarios de cambio modal de los desplazamientos de la población. En este sentido, los resultados preliminares de la evaluación ambiental estratégica del Plan metropolitano de movilidad urbana del área metropolitana de Barcelona, ya pusieron de relieve la necesidad de abordar la mejora de la calidad del aire poniendo el foco en varios elementos que componen la movilidad metropolitana y que intervienen de forma decisiva en las emisiones contaminantes. Entre estos, se mencionaba la movilidad de las mercancías, la movilidad que se da en la ciudad de Barcelona (tanto conectiva como interna) y la movilidad generada por los desplazamientos por motivo trabajo.

En este texto se pone el foco en la movilidad por trabajo en el área metropolitana de Barcelona. Se explican las dinámicas recientes en relación con el ciclo económico y las dinámicas de ocupación del territorio de las últimas décadas, y también, en base a los datos más recientes y de más detalle disponibles, se analiza la localización de los principales flujos de movilidad y los modos de transporte utilizados. A continuación, se realiza una mirada a los principales impactos sociales y ambientales que genera para, en último término, plantear actuaciones de cambio modal que habría que abordar en los próximos años.

### 1. Rasgos dominantes de la movilidad por trabajo, una visión reciente

#### *Los volúmenes, los recorridos y los modos de transporte de la movilidad por trabajo y la vinculación con el ciclo económico*

La movilidad por trabajo de los residentes en el área metropolitana de Barcelona llega a los 2,4 millones de desplazamientos, el 23% de la movilidad de un día laborable<sup>1</sup>. Esto significa que, en relación con la movilidad personal, que engloba el 71% de la movilidad, los desplazamientos por trabajo tienen un peso claramente inferior. Es preciso tener presente, sin embargo, que la movilidad personal es mucho más diversa, ya que da respuesta a muchos tipos de actividades cotidianas realizadas por cualquier grupo de la población y con independencia de su situación laboral. Entre estas, puede haber actividades de carácter más obligado como las compras cotidianas o acompañar a personas u otras vinculadas con el ocio.

Estas cifras, sin embargo, más allá de aspectos estructurales como la demografía, oscilan en función de la coyuntura económica, visto el estrecho vínculo que se da entre el ciclo económico y la generación de actividad. De hecho, en los últimos años y en el conjunto de la región metropolitana de Barcelona, y como consecuencia de la recesión económica, el movimiento de personas y de mercancías se ha visto claramente afectado. En el periodo comprendido entre 2009 y 2013, cuando los indicadores económicos sufrieron las caídas más acusadas (figura 1) se dio un fuerte descenso de la movilidad para ir al trabajo. Y, con la tendencia a la recuperación económica que se inició en el año 2014 y a medida que los indicadores económicos mejoraban, los resultados de la Encuesta de movilidad en día laborable de los años 2015 y 2016 han mostrado un aumento de los desplazamientos por trabajo, si bien todavía no se han recuperado los valores observados durante el año 2007.

Otro rasgo característico de la movilidad por trabajo está relacionado con los tipos de recorridos. Es decir, mientras que la movilidad personal y por estudios implica, en términos

generales, una movilidad más próxima al entorno de la residencia, la movilidad al puesto de trabajo presenta unos marcos territoriales más amplios. De hecho, la autocontención laboral (peso de los desplazamientos dentro del municipio de residencia en relación con el total de desplazamientos de los residentes) se sitúa en el 52%, claramente por debajo de la movilidad personal, que llega al 82%. Las razones que lo explican y que han sido ampliamente documentadas en la literatura sobre las dinámicas demográficas y de ocupación del territorio recientes, tienen que ver en gran parte con los cambios derivados de las migraciones residenciales desde el centro de la metrópoli a la segunda corona metropolitana de Barcelona. Este fenómeno ha comportado un aumento muy destacable de los desplazamientos interurbanos (la distancia media de los desplazamientos para ir al trabajo en el año 1986 era de 4,5 km, mientras que en 2001 llegaba a los 6,7 km), que crecieron debido al rápido proceso de ocupación urbana del territorio metropolitano, lo que comportó mayores distancias entre el puesto de trabajo y el lugar de residencia.

El carácter interurbano de los desplazamientos por trabajo explica otro rasgo destacable de esta movilidad. Las distancias recorridas comportan que el nivel de motorización sea más elevado en relación con otros motivos de desplazamiento, ya que prácticamente el 80% se resuelve con medios de transporte motorizados, entre los cuales el transporte privado llega al 45% (figura 2). La baja ocupación del coche en los desplazamientos para ir al trabajo también es destacable: la ocupación media declarada es de tan solo 1,2 personas/coche, por debajo de la ocupación del motivo estudios, que es de 2,1, o para hacer gestiones personales, que es de 1,9.

Finalmente, se puede remarcar que el tiempo dedicado para ir o volver del trabajo, que suele ser distinto según el modo de transporte utilizado. Así, los que van en transporte público le dedican por término medio 36 minutos, mientras que los que van en vehículo privado le dedican por término medio 23 minutos. Esta distancia, si bien se evidencia tanto en la movilidad urbana como interurbana, destaca en el segundo caso, en el que la duración de los desplazamientos por motivo de trabajo en transporte público es de 44 minutos, 17 minutos más que en vehículo privado.

El tiempo de desplazamiento en transporte público, que es por término medio más elevado por las menores velocidades, de hecho, explica por qué la distancia entre los tiempos de viaje de los desplazamientos por trabajo y para cuestiones personales no es especialmente elevada. El tiempo medio para ir al trabajo es de 25 minutos, mientras que para hacer las actividades personales el tiempo medio es de 19 minutos.

#### *Los perfiles sociales de la movilidad por trabajo*

La distribución de la movilidad por trabajo según los perfiles sociales se alinea de acuerdo con las tasas de empleo por edad y sexo. Así, por ejemplo, el 87% de los 2,4 millones de desplazamientos por motivo de trabajo en el área metropolitana de Barcelona son realizados por ciudadanos que tienen entre 30 y 64 años. En particular, los hombres de entre 30 y 64 años son el grupo de población que más desplazamientos absorbe, con el 48% del total.

Sobre el uso de los modos de transporte según los perfiles de edad y de sexo, se puede destacar como, de la misma forma

que en otros motivos de desplazamiento, los hombres hacen un uso mayor del vehículo privado, mientras que por su parte, las mujeres se mueven mucho más en transporte público y a pie (figura 3). La distancia entre hombres y mujeres, sin embargo, se acentúa a medida que se incrementa la edad, lo que pone de manifiesto como el acceso al vehículo privado de las mujeres que trabajan es menor a medida que se incrementa la edad.

Otra mirada de los perfiles sociales puede realizarse a partir del análisis de la movilidad de la población activa ocupada con independencia del motivo, es decir, de toda su movilidad diaria. Dado que se trata del grupo de población que aglutina más franjas de edad y, por lo tanto, también más población, los activos ocupados son los que captan más movilidad a lo largo del día. Esto es importante tenerlo presente ya que este colectivo realiza, por su parte, el 29% de la movilidad personal, que se puede ver influenciada por el modo de transporte con que se va al trabajo. En comparación con el resto de grupos de población, los activos ocupados son los que tienen un comportamiento menos sostenible en el uso de los modos de transporte en la movilidad personal. El hecho de moverse para ir al trabajo con un vehículo privado puede favorecer que el resto de desplazamientos del día se realicen también con este medio de transporte, ya que se conoce que la elección modal de los viajes no se hace de manera separada, sino que se hace teniendo en cuenta todas las actividades diarias que se van a realizar (Van Acker y Witlox, 2011; Primerano et al., 2008). No debe perderse de vista que determinadas franjas de edad de la población activa acostumbra a tener unos usos del tiempo más diversos y complejos, ya que además del trabajo suelen cuidar de los niños o de las personas mayores. De esta manera, si se tiene en cuenta que el transporte público es poco competitivo en términos de tiempo en relación con el vehículo privado, el vehículo privado gana peso entre este grupo de la población.

#### *La organización de los flujos y las relaciones municipales de la movilidad por trabajo en el área metropolitana de Barcelona*

Más allá de conocer los rasgos principales de esta movilidad en cuanto a volúmenes, tipo de recorridos, modos de transporte, tiempos o perfiles de edad y sexo, es también sustancial conocer la localización de las relaciones territoriales de movilidad por trabajo. Esto permite identificar ámbitos de actuación prioritaria de cara a diseñar propuestas eficientes de cambio modal para los desplazamientos por trabajo. El análisis se realiza desde la óptica de los desplazamientos que pisan el área metropolitana de Barcelona utilizando como universo la población del conjunto de la RMB. En este caso, se observa que la movilidad por trabajo llega a los 2,7 millones de desplazamientos diarios. De estos, unos 1,3 millones de desplazamientos son desplazamientos intramunicipales y el 1,4 millones restantes son relaciones entre municipios distintos.

Uno de los primeros aspectos que destacan de estos datos es la elevada participación de Barcelona, que se explica tanto por el mayor volumen de población residente como por la concentración de puestos de trabajo en la ciudad y que abarca un mercado de trabajo que se extiende más allá de la región metropolitana de Barcelona. Eso implica que, tanto en los desplazamientos por motivo trabajo de carácter urbano como de conexión con otros municipios, Barcelona sigue generando la mayoría de los viajes (figura 5).

<sup>1</sup> Este dato se obtiene a partir de la Base de datos de movilidad metropolitana 2011-2013, que incluye un trabajo de fusión de varias encuestas de movilidad promovidas por el AMB y la Diputación de Barcelona para los años 2011 y 2013, así como las ediciones 2011 y 2013 de la Encuesta de movilidad en día laborable en que se analiza la población de 16 y más años. Incluye también el regreso a casa por este motivo.

De acuerdo también con los volúmenes poblacionales, así como por la localización de puestos de trabajo, aunque en una escala mucho más modesta, l'Hospitalet de Llobregat y Badalona, absorben por su parte, una parte importante de los desplazamientos intramunicipales por motivo trabajo. Destaca también el volumen de desplazamientos internos por trabajo en Sant Cugat del Vallès, en particular de los que se realizan en vehículo privado. Este caso, además de la concentración de puestos de trabajo que se generan en el eje de la B-30, la fuerte demanda de viajes internos en coche se explica por la existencia de amplias zonas residenciales de baja densidad, así como también, por los mayores niveles de renta, aspectos que quedan estrechamente ligados a un mayor uso del vehículo privado.

Con respecto a la movilidad interurbana, el peso de Barcelona también se hace muy patente. De los 1,4 millones diarios de desplazamientos interurbanos, el 61% tiene como origen o destino Barcelona (cerca de 850.000 desplazamientos). Las principales conexiones se dan con los municipios más próximos como l'Hospitalet de Llobregat, Badalona, Cornellà de Llobregat, Santa Coloma de Gramenet o el Prat de Llobregat. Los volúmenes poblacionales de estos territorios, así como también las zonas de mayor localización de puestos de trabajo, son la causa de ellos. También destacan los flujos entre Barcelona y el resto de la RMB (en particular, con el ámbito de Mataró, Granollers, Martorell y Caldes de Montbui), lo que constata el alcance territorial del mercado de trabajo de Barcelona que se extiende al conjunto de la región metropolitana. Las interrelaciones por motivo trabajo que se dan entre Barcelona y los municipios del Vallès Occidental que no pertenecen al área metropolitana, como Terrassa y Sabadell, también son notables.

En las conexiones con la ciudad de Barcelona, aunque el uso del transporte público es elevado en términos relativos (47%), el 52% del peso del vehículo privado se traduce en cerca de 450.000 desplazamientos diarios. De estos, casi medio millón de desplazamientos diarios, el 50%, se realizan a otros municipios de la primera corona metropolitana y el 33% en el ámbito del metro, territorio que en términos generales se presenta con unos niveles de servicio de transporte público elevados.

Si bien las conexiones intramunicipales y los flujos con la ciudad de Barcelona captan la mayoría de la movilidad por trabajo (80%), el resto de conexiones intermunicipales (que llegan a los 550.000 de estos desplazamientos) destacan sobre todo por tener una fuerte presencia del vehículo privado (la cuota modal del vehículo privado es del 80%) y, también, por darse intensas relaciones de movilidad entre algunos municipios limítrofes.

Las conexiones que se dan entre municipios pertenecientes al AMB (sin Barcelona) captan cerca de 290.000 desplazamientos diarios. Las principales relaciones territoriales se dan entre municipios del Llobregat, en particular del Llobregat centre y de los municipios de la franja litoral. Destaca el flujo entre Cornellà de Llobregat y l'Hospitalet de Llobregat, y otros en torno al Vallès como los que se dan entre Cerdanyola del Vallès y Sant Cugat del Vallès. De igual manera que se ha visto en la movilidad en Barcelona, una parte importante de la movilidad en vehículo privado se localiza en el territorio de la primera corona metropolitana (56%) y en particular en conexiones entre municipios que no quedan conectados por la red de metro (40%).

Aunque con menos intensidad, también son destacables las conexiones entre el resto de la RMB y municipios pertenecientes al

AMB (sin Barcelona), que son del orden de 260.000 desplazamientos diarios. Las principales relaciones se dan entre municipios del ámbito del Vallès que pertenecen al AMB (Cerdanyola del Vallès, Sant Cugat del Vallès y Barberà del Vallès) y los que se encuentran fuera de este ámbito (Terrassa y Sabadell). También se observan flujos notables entre municipios del entorno de Martorell con municipios del eje del Llobregat; y, entre el ámbito de Granollers con los municipios de Badalona y Santa Coloma de Gramenet.

## 2. Impactos sociales y ambientales de la movilidad por trabajo

La movilidad en el trabajo que, como se ha dicho, reúne el 23% de la movilidad de los residentes en el área metropolitana, presenta un conjunto de rasgos que amplifican sus impactos ambientales, como consecuencia de las distancias recorridas y de los medios de transporte que mayoritariamente se utilizan. La dependencia del vehículo privado comporta, al mismo tiempo, una dimensión social de los impactos de esta movilidad, vista la existencia de grupos de población más dependientes del transporte público y de la movilidad activa.

Sin embargo, si bien este artículo no profundiza, no deben olvidarse otras consecuencias generadas por los modelos de movilidad basados en el vehículo privado. La accidentalidad vial asociada a los desplazamientos por trabajo es uno. En el año 2016 en Cataluña el 13% de los accidentes laborales con baja fueron declarados como accidentes de tráfico. Además, se trata de accidentes que con relativa frecuencia son muy graves o incluso mortales (entre los accidentes laborales mortales, el 42% son accidentes laborales de tráfico). Más allá de las consecuencias personales, estos accidentes comportan la asunción de los costes derivados de las bajas laborales y de las indemnizaciones por parte de los empresarios.

El sedentarismo es otra de las consecuencias generadas por este modelo de movilidad en que este artículo tampoco profundiza. Así, la falta de ejercicio físico diario y constante, relacionado con el uso hegemónico del vehículo privado como medio de transporte utilizado para cualquier desplazamiento, y especialmente para acceder al trabajo, repercute en la salud de las personas. Un estudio reciente (Lear et al., 2017) afirma que 1 de cada 12 muertes se podría prevenir incorporando a la rutina diaria hábitos como ir caminando al trabajo.

### Impactos sociales

El transporte público y la movilidad desempeñan un papel importante en la reducción de la exclusión social que sufren los grupos de población más vulnerables. En las sociedades modernas, el acceso al trabajo es el principal mecanismo de integración social y, cuando las condiciones de acceso al trabajo son desiguales entre la población, se pueden generar disfunciones en el mercado laboral y situaciones de exclusión social (European Parliament, 2015). En sectores no vinculados al transporte se puede solicitar entre los requisitos para acceder a un trabajo disponer de permiso de conducir e, incluso, se puede exigir o valorar positivamente la disponibilidad de vehículo propio. El acceso al trabajo se suele considerar que es una responsabilidad del trabajador, por ello, las personas que son dependientes de los modos de transporte no motorizados y del transporte público pueden hallarse en una situación de desventaja respecto a otros trabajadores cuando la oferta en transporte público o la calidad de la infraestructura para realizar los desplazamientos a pie son deficientes.

Este puede ser el caso de las mujeres, los jóvenes, las personas con menos renta,

la población inmigrada o con disfunciones sensoriales u otras discapacidades, colectivos que en términos generales, tienen un grado de motorización inferior al de otros colectivos. Con respecto al sexo, se conoce que mientras que el 40% de la población de más de 16 años no dispone de permiso de conducir, este valor llega hasta el 53% en el caso de las mujeres y baja hasta el 26% en el caso de los hombres (DGT, 2015).

En relación con la renta, en el conjunto del área metropolitana, prácticamente el 30% de los hogares no dispone de coche porque declaran que no se lo pueden permitir. Entre los trabajadores esta cifra es del 22%. Todo ello comporta que se den diferencias notables en el uso de los modos de transporte para ir al trabajo según el nivel de renta (figura 9). Se ve como la mayoría de las personas con rentas más bajas (las que se sitúan por debajo del 50% de la mediana del área metropolitana) van al trabajo caminando o en transporte público (73%). En cambio, el porcentaje de trabajadores con rentas altas que se desplazan en transporte público o caminando es del 54%. Esta situación se acentúa entre las mujeres que tienen rentas más bajas, el 85% de las cuales se desplazan en transporte público o a pie (ECVHP, 2011).

Estrechamente ligado al nivel de renta, el tipo de contratación también se deja notar en el uso de los modos de transporte para ir a trabajar. El 40% de los trabajadores con contrato indefinido van al trabajo en vehículo privado, mientras que entre los que tienen contrato temporal o bien no disponen de contrato, el uso del vehículo privado baja hasta el 27% (ECVHP, 2011).

Todo eso puede comportar que, cuando las distancias entre el puesto de trabajo y de residencia son elevadas y los servicios de transporte público son inexistentes o deficientes, los marcos territoriales laborales de las personas que no tienen acceso a un vehículo privado, sean inferiores respecto a los que sí tienen acceso a este. Y, más allá de las dificultades para acceder al trabajo o a los servicios básicos, un sistema de movilidad poco integrador puede terminar limitando el acceso a la cultura y al ocio y, por lo tanto, a una red más amplia de relaciones sociales. Además de las consecuencias personales y sociales, la perpetuación de estas disfunciones puede tener efectos negativos sobre la competitividad del sistema productivo, ya que puede reducir el mercado laboral tanto de los trabajadores como de las empresas, limitando la posibilidad de ajustar óptimamente los perfiles de los trabajadores y los puestos de trabajo.

En el entorno metropolitano de Barcelona, si bien se pueden dar dificultades y contribuir a la exclusión social de determinados colectivos, la realidad es que la red de transporte público tiene unos niveles aceptables e, incluso, se pueden considerar muy satisfactorios en la conurbación central metropolitana. Por su parte, también se han dado prácticas de regeneración urbana en las ciudades y recuperación del espacio público, aumentando el grado de accesibilidad de las calles, que en términos generales se puede considerar aceptable. Cabe decir, por lo tanto, que la dimensión social de la movilidad ya empieza a formar parte de las agendas públicas de las Administraciones. Por su parte, la ciudadanía es consciente de esta problemática y a menudo exige respuestas a la Administración. Es cierto, en este sentido, que existen otras realidades urbanas donde los sistemas de transporte y movilidad vigentes son mucho más excluyentes y agudizan con más intensidad las situaciones de vulnerabilidad social y de pobreza. Realidades donde el espacio destinado a la movilidad de peatones puede llegar a ser muy minoritario en relación con el espacio dedicado al coche, y en que la

accesibilidad en transporte público puede ser muy deficiente. Esta problemática, que lógicamente se agrava en ciudades y entornos urbanos en vías de desarrollo, también puede ser muy palpable en nuestro entorno más próximo, como pueden ser el resto de sistemas urbanos catalanes. En algunos de ellos se dan dinámicas de movilidad propiamente metropolitanas que, si bien son muy modestas en relación con Barcelona, son elevadas en relación con la población que reside allí. Para la población trabajadora residente en los ámbitos urbanos del Camp de Tarragona, de Girona o de Lleida, disponer de un vehículo privado para ir al trabajo pasa a ser una necesidad para muchos trabajadores.

Esta reflexión conduce a pensar que, derivado del nivel de oferta de transporte público del área metropolitana de Barcelona, los trabajadores de este territorio tienen, a priori, menos dificultades en el acceso al trabajo, en comparación con los de los territorios en los que la oferta de transporte público es más baja. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que en los ámbitos con altas densidades de población y con más presión sobre el espacio público, los niveles de motorización entre la población disminuyen. Además de tener menos necesidad de un vehículo privado porque las distancias entre actividades disminuyen, también se explica por los costes del vehículo privado, en particular por el sobrecoste del aparcamiento, que pueden generar gastos excesivos para determinados hogares. En estos casos, el ámbito territorial de referencia de la población sin acceso a un vehículo se restringe a los lugares donde la oferta en transporte público es mejor.

Este podría ser el caso del eje del Besòs, un territorio que además de tener un buen nivel de cobertura en transporte público, tiene una elevada densidad de población y una población especialmente dependiente del transporte público (el peso de la población con rentas bajas supera el 15%, siendo uno de los valores más altos del área metropolitana de Barcelona). En este ámbito, además de un reparto modal decantado hacia la movilidad a pie y en transporte público, los flujos interurbanos de los residentes se dan sobre todo con el resto de Barcelona (en concreto con el Eixample) y con el resto del ámbito de influencia del ferrocarril metropolitano. Contrariamente, se observan menos conexiones cuando la oferta en transporte público es menor, como es el caso del eje del Llobregat fuera de la primera corona metropolitana.

En relación con el sexo se ve un hecho parecido. Las mujeres, mucho más cautivas de los modos activos y del transporte público, suelen trabajar en ámbitos más próximos al lugar de residencia, generando una movilidad más autocontenida que la de los hombres, priorizando, por lo tanto, trabajos más próximos al lugar donde se vive.

Otro aspecto a tener presente en la movilidad en el trabajo son las consecuencias generadas a parte a partir del diferente valor que la población activa ocupada otorga al factor tiempo. Para esta población, el valor del tiempo del trayecto para ir al trabajo resulta clave en la elección modal, precisamente porque los usos del tiempo suelen ser más complejos en relación con otros grupos de la población, en particular para determinadas franjas de edad de la población ocupada, ya que además del trabajo suelen hacerse cargo de otras actividades, como las compras, las gestiones personales o acompañar a los hijos a la escuela. Todo ello hace que el tiempo dedicado a un desplazamiento de carácter recurrente se vuelva importante. Analizando las respuestas de los motivos para utilizar el transporte privado, se observa que entre la población activa ocupada, la rapidez se encuentra entre los tres motivos más mencionados para utilizarlo. Por esto,

y teniendo en cuenta que se ha visto que el tiempo medio de los desplazamientos en transporte público es más elevado que en vehículo privado, los trabajadores que van al trabajo en transporte público se encuentran en una situación de desventaja. Es decir, como el tiempo es una variable que pesa mucho en la elección modal, se penaliza los usos del tiempo de los trabajadores que solo pueden acceder al trabajo en transporte público, y les genera mayores dificultades para conciliar el ámbito laboral, familiar y personal. Esta situación afecta en general más a las mujeres, porque además de ser más usuarias de los medios de transporte público, como se ha visto, normalmente recae en ellas una mayor proporción de las tareas de carácter personal, debido al desigual reparto entre hombres y mujeres de las cargas del hogar y del cuidado de las personas dependientes. Al mismo tiempo, es también un elemento que desincentiva el uso del transporte público en los trabajadores que tienen acceso a un vehículo privado.

Finalmente, otra de las consecuencias para la población activa tiene que ver con el hecho de que parte de la población que preferiría acceder al trabajo a pie, en bicicleta o en transporte público, se vea obligada a hacerlo en coche o en motocicleta debido a la falta o a la insuficiente oferta de transporte público o por la dificultad de llegar a este en modos no motorizados. Este grupo, que puede ser muy diverso desde el punto de vista de las personas que agrupa, puede incluir, por una parte, a personas que en relación con su renta tienen que hacer un esfuerzo económico importante para afrontar los gastos que comporta tener en propiedad un coche. También puede haber personas que no quieren ir al trabajo en vehículo privado porque no les gusta, porque les genera algún tipo de inseguridad o porque están concienciadas de los impactos ambientales que genera la movilidad motorizada.

#### Impactos ambientales

En el área metropolitana de Barcelona la calidad del aire se convierte en un problema socioambiental de primer orden. Como consecuencia del fuerte carácter urbano y de las elevadas densidades de tráfico, la concentración de determinados contaminantes atmosféricos alcanza valores por encima de los legalmente establecidos por la UE y por la OMS, y se generan problemas sobre la salud de la población. Así, según se constata en el informe Evaluación de la calidad del aire de la ciudad de Barcelona de 2016, el 95% de los ciudadanos está potencialmente expuesto a niveles de partículas en suspensión superiores a los niveles de referencia de la OMS. El sector del transporte, además, es un gran consumidor de energía, altamente contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero y una de las principales fuentes de contaminación acústica. En este sentido el Instituto de Salud Global de Barcelona ha estudiado recientemente cómo el ruido del tráfico provoca más enfermedades que la contaminación atmosférica.

Como se ha visto, una mayores distancias recorridas para ir al trabajo y los modos de transporte utilizados, principalmente motorizados, hacen esta movilidad más relevante en términos ambientales de lo que las cifras absolutas *a priori* muestran. Así, la movilidad en el trabajo, que es del orden del 23% del total de la movilidad metropolitana, representa prácticamente la mitad del consumo energético y de las emisiones contaminantes de los desplazamientos diarios de la población metropolitana (figura 12). El impacto de la movilidad por trabajo es, pues, superior al de la movilidad personal, aunque esta acoge más desplazamientos diarios tanto en vehículo privado como en su conjunto.

Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de priorizar actuaciones de cambio modal en la movilidad por trabajo, no solo por su impacto global sino porque, como se ha dicho, el desplazamiento para ir y volver del trabajo de la población activa puede influenciar los modos de transporte que se utilizan en el resto de desplazamientos cotidianos de esta población. Es decir, el cambio modal por motivo trabajo puede terminar acelerando también el cambio modal en la movilidad personal, movilidad que no deja de tener un impacto en las emisiones y el consumo energético que no se ha menospreciar (del orden del 45%). Como se ve en la figura 13, los activos ocupados son el grupo de población que más contribuye a la contaminación y al consumo de energía diaria (del orden del 65% en el consumo y en las emisiones contaminantes locales). No solo porque es el grupo de población más numeroso, sino porque es el colectivo que en su movilidad personal es el mayor usuario del vehículo privado.

Realizando un análisis de los desplazamientos que se dan en el área metropolitana según la corona de residencia, se observa que el impacto medio de los desplazamientos por trabajo de los residentes en Barcelona y en el resto de la primera corona metropolitana es claramente inferior al de los residentes en la segunda corona metropolitana y al de los del resto de la RMB (figura 14). Es decir, se observa la misma tendencia que se da en el reparto modal de los desplazamientos, en que a medida que nos alejamos de Barcelona la cuota modal del transporte público disminuye. Esto se debe a la mayor presencia del transporte público en el reparto modal en el ámbito más central de la metrópoli. Sin embargo, no debe olvidarse que el 29% del consumo y de las emisiones que se dan en el área metropolitana por motivo trabajo provienen de población residente en Barcelona y que prácticamente llegan al 60% si añadimos el resto de la primera corona metropolitana (figura 15). Se pone de nuevo de relieve la necesidad de priorizar medidas de cambio modal en el ámbito de la primera corona metropolitana, por los volúmenes de población que representan los desplazamientos de su población residente.

### 3. Estrategias prioritarias para el cambio modal

#### Un enfoque estructural vinculado con el urbanismo y con las políticas de vivienda y de cohesión social urbana

Como es sabido, los motivos de elección del modo de transporte de la población pueden ser muy diversos. El perfil social de los individuos (la edad, el sexo o la situación profesional), el tipo de hogar, el nivel de renta, la disponibilidad de vehículo privado, las preferencias individuales (que implican decisiones en la elección residencial), el ciclo económico, pueden estar entre los motivos de elección de los modos de transporte. No obstante, la literatura científica recoge desde hace tiempo la fuerte incidencia que tiene el modelo de asentamiento urbano y de los usos del suelo (por ejemplo, Cervero, 1998; y Pozueta, 2000). Este modelo, en cierta medida, también condiciona el nivel de servicio o de accesibilidad en transporte público y privado e, incluso, la oferta y la calidad de la infraestructura para los desplazamientos a pie y en bicicleta. Son, por lo tanto, notables las diferencias que se dan en la movilidad de la población de acuerdo con el modelo de implantación urbana. Es decir, se observa una estrecha relación entre las características urbanas del lugar de residencia de la población y los modos de transporte utilizados (*El tratamiento de la movilidad en el planeamiento urbanístico metropolitano*, 2016. IERMB y AMB). Por ejemplo, se ha visto en nuestro entorno que en los hogares con el mismo

nivel de renta y localizados en coronas diferentes desde el punto de vista de la densidad y la complejidad, la disponibilidad de vehículo privado disminuye a medida que nos acercamos a Barcelona. Los barrios más densos, compactos en su forma y complejos en sus funciones, por lo tanto, favorecen patrones más sostenibles en los desplazamientos de la población.

Realizando un ejercicio parecido, pero analizando la cuota modal del vehículo privado de los desplazamientos a destino en los barrios o zonas por motivo trabajo y poniéndola en relación con las características urbanas del lugar de destino, se observa también una clara relación entre la forma urbana y los usos del suelo y los modos de transporte utilizados (figura 16). La inclusión de la movilidad sostenible en el planeamiento urbanístico se convierte, pues, en una estrategia de fondo en la generación de patrones más sostenibles en los desplazamientos por trabajo. En cualquier caso, sin embargo, no deben obviarse las características sociodemográficas de los individuos y de los hogares, que inciden claramente en los usos del tiempo y en la complejidad de las actividades que se realizarán a lo largo del día, lo que también condiciona la elección modal (de acuerdo con el fuerte peso que los trabajadores otorgan al tiempo en la elección modal). En términos generales, es sabido que los desplazamientos pendulares (para ir de casa al trabajo y volver) están más condicionados por la forma urbana y los usos del suelo, mientras que en los triangulares (cuando antes de volver a casa se realizan otros desplazamientos por motivos diversos) el impacto suele ser menor (Van Acker y Witlox, 2011).

Para hacerlo bien, sin embargo, es necesario que el urbanismo sepa integrar y vincular los principios de la movilidad sostenible a la praxis de la planificación y gestión urbanística a fin de que se adapten al modelo de movilidad deseado. El objetivo es hacer que los principios asociados a la movilidad sostenible acaben teniendo consecuencias en el planeamiento urbanístico, en aspectos como la localización de nuevos desarrollos, en las densidades, en los usos del suelo, en la morfología y la escala de las calles, en los tipos de edificaciones y, también, en la configuración de los sistemas generales y locales de movilidad y otros servicios asociados, como puede ser el aparcamiento. Por todo ello, es clave fomentar crecimientos urbanos continuos y favorecer un modelo de ocupación del suelo compacto.

Estos nuevos conceptos entrarían dentro de lo que actualmente se denomina *urbanismo sostenible o urbanismo ecosistémico* que, además de plantear ciudades y barrios integrados metabólicamente con el entorno, buscan potenciar la eficiencia de los desplazamientos generados y contener la movilidad que puedan generar nuevos desarrollos urbanos. Se plantea, por lo tanto, un nuevo paradigma en que la expansión urbana vivida en las últimas décadas (y que hizo crecer la movilidad metropolitana), se vea contenida, para establecer nuevos procesos de densificación, de reforma y mejora urbana, haciendo más eficiente el entorno ya construido.

Sin embargo, es preciso decir que no solo la práctica urbanística puede comportar cambios en las dinámicas de movilidad del territorio, sino que pueden aparecer otros elementos que impliquen cambios en la movilidad residencial o en el funcionamiento y en la extensión metropolitana. La crisis, por ejemplo, en los últimos años comportó un frenazo rápido del ritmo de construcción de viviendas ayudando a contener la movilidad interurbana. Por ello, no se tienen que dejar de considerar otros elementos que aparezcan en escena, como puede ser el impacto de la situación de la vivienda de alquiler en

Barcelona y en municipios próximos. En la medida en que se ha dado un aumento de la población, en que la principal forma de acceso a la vivienda es el alquiler (como consecuencia de la burbuja inmobiliaria del periodo 1997-2006) y se ha experimentado un aumento de precios (tanto de la vivienda de alquiler como de la de compra) desde el año 2014, se puede generar un nuevo episodio de migraciones residenciales desde el centro hacia la periferia metropolitana en busca de una vivienda más accesible.

Es posible, pues, que el surgimiento de cambios en el modelo de implantación de la población en el territorio genere cambios en la estructura, las distancias y los modos de transporte para ir al trabajo, suponiendo nuevos aumentos de la movilidad interurbana. En este sentido, resulta clave que, en paralelo, se ejecuten políticas de vivienda que ayuden a contener la especulación inmobiliaria y los procesos de segregación urbana y contribuyan a regular el mercado, a partir de la promoción de la vivienda social y otros tipos de iniciativas vinculadas con la cohesión social urbana.

#### ***Un enfoque dinámico basado en la gestión de la demanda de la movilidad***

Con la aprobación de la Ley 9/2003 de la movilidad, en Cataluña se han impulsado varias políticas públicas con el objetivo de promover el cambio modal en los desplazamientos por trabajo, y más particularmente en los denominados *centros generadores de movilidad*, como polígonos industriales, polígonos de actividad económica o equipamientos educativos o sanitarios, entre otros. Muchas de las iniciativas ejecutadas se han basado en la redacción de planes de movilidad y planes de movilidad de empresa. Se trata de una herramienta que puede ser útil para negociar entre trabajadores y personas contratantes mejoras en la seguridad y los desplazamientos, pero que en muchos casos se ha convertido en un objetivo y no en una herramienta en sí misma. Es decir, los esfuerzos se han centrado más en la planificación que en la gestión. Estas políticas, sin embargo, no se han elaborado en vano, han sido útiles para tener un mejor conocimiento de la realidad de los polígonos de actividad, se han organizado numerosas mesas o consejos de movilidad en varios polígonos y centros de trabajo y se han estandarizado metodologías para la elaboración de los planes.

Sin embargo, como se ha visto, en los últimos años no se han dado cambios estructurales en las dinámicas territoriales ni en los modos de transporte para ir al trabajo. Muchos de los cambios recientes que se han dado han sido consecuencia de la situación de crisis económica y, por lo tanto, derivados del estrecho vínculo que se da entre ciclo económico y desplazamientos de la población y de bienes. Todo esto comporta que sea necesaria una mejora de las políticas de gestión de la demanda de la movilidad, así como de las que ayudan a hacer que los tiempos de viaje de los desplazamientos en transporte público sean más competitivos, mejorando la oferta existente, la calidad y la cobertura territorial de los servicios, dada la importancia que los trabajadores otorgan al tiempo en la elección modal. Es necesario impulsar actuaciones que puedan resultar muy eficaces, tales como la gestión sostenible de peajes viales, la limitación de acceso de vehículos a determinadas zonas de la ciudad o la gestión del aparcamiento. En particular, la ordenación y la tarificación del aparcamiento en destino puede ser una de las herramientas más eficaces en determinados ámbitos donde existe un sobredimensionamiento claro de la oferta (figuras 17 y 18).

Sobre la gestión de la demanda en vehículo privado, es importante mencionar que del

mismo modo que hay una parte de la población que se considera cautiva del transporte público (es usuaria del transporte público porque no tiene coche, no tiene permiso de conducir o no tiene otro remedio), también existe un sector de la población que se puede considerar "cautivo" del vehículo privado. La preferencia por el transporte privado es una respuesta dada como motivo para no utilizar el transporte público, lo que pone de manifiesto la perdurabilidad de determinados valores asociados al coche como la libertad de movimiento, la privacidad física e, incluso, la aceptación social del coche como elemento sustancial para la competitividad de un territorio. Todo esto hace concluir que existe una parte de la población a la que la oferta de transporte público no condiciona su elección modal y se decanta casi siempre por el transporte privado.

La necesidad de gestión de la demanda de la movilidad privada también se justifica porque una gran parte de los territorios que localizan los principales flujos de movilidad en vehículo privado son territorios con una mayor cobertura del transporte público y con una elevada densidad de población. Observando los flujos en destino por motivo trabajo (figura 19) se ve como el ámbito central de la metrópoli y los municipios del continuo urbano de Barcelona son las zonas que captan más destinos por este motivo. Y, aunque el reparto modal se decante por el transporte público, sigue habiendo un número elevado de desplazamientos en vehículo en privado.

Con todo, también se ve cómo la movilidad privada de estos ámbitos se concentra con más intensidad en aquellos puntos donde la oferta de transporte público es más baja (por ejemplo, en la Zona Franca), pero también allí donde las políticas de regulación del aparcamiento están menos extendidas, de manera que la elección modal se modula también en función de la gestión de la movilidad privada. Este podría ser el caso de las zonas más excéntricas de Barcelona (como Sarrià o Sant Martí), municipios próximos a Barcelona o a Sant Cugat del Vallès.

Contrariamente, se ve como en determinados ámbitos del centro de Barcelona, aunque se generan muchos desplazamientos diarios por trabajo, el área verde ayuda a disuadir el tráfico en coche en el centro de la ciudad. Se trata de un sistema de ordenación integral del estacionamiento en la calzada en que todo el espacio de aparcamiento dentro de la zona de regulación se distribuye y regula a través de unas normas y unas tarifas, variables según se trate de residentes o no residentes. Son, pues, justamente, este tipo de medidas las que pueden ayudar a contener la movilidad privada. Con todo, y como se ve en los mapas, todavía hay zonas de la ciudad de Barcelona que siendo muy céntricas, y en qué está implantada el área verde, siguen generando muchos viajes en vehículo privado (prácticamente 40.000 desplazamientos). En gran medida se trata de desplazamientos que se realizan en motocicleta o ciclomotor, medio de transporte en que los tiempos son muy competitivos en relación con el transporte público y con un coste de aparcamiento en destino prácticamente inexistente. De hecho, el uso de la moto en los desplazamientos por trabajo de carácter interno en vehículo privado en la ciudad de Barcelona, tiene una cuota modal del 58%, respecto del 41% del coche, según datos de la EMEF 2016.

#### ***Otras medidas aceleradoras del cambio modal***

Finalmente, además de la regulación y la gestión de la movilidad motorizada que, como se ha visto, puede ser muy eficaz para el cambio modal, la estrategia no tiene que desligarse de otras medidas que pueden acelerar el cambio. Se trata de potenciar y mejorar la fis-

calidad ambiental de los desplazamientos por trabajo, tal y como se viene haciendo desde hace tiempo en países de nuestro entorno (ver apéndice 1, "La promoción y la gestión de la movilidad sostenible en el trabajo a través de medidas fiscales", de Manel Ferri). La negociación colectiva también permite que personas contratantes y trabajadoras lleguen a acuerdos que, en el marco de la responsabilidad social corporativa, mejoren la seguridad, la salud de los trabajadores y contribuyan a reducir las externalidades sociales del transporte (ver apéndice 2, "El acceso al puesto de trabajo en la negociación colectiva: ¿es una variable que se tiene en cuenta? Reflexiones al respecto" de Albert Vilallonga).

Otras medidas eficaces pueden ir en la línea de fidelizar a los usuarios habituales del transporte público, como los trabajadores, con una tarificación competitiva que ayude a captar a más viajeros. Así por ejemplo, la creación de abonos anuales más baratos que los abonos vigentes podrían ir en esta dirección.

## Apéndice 1

### La promoción y la gestión de la movilidad sostenible en el trabajo a través de medidas fiscales

MANEL FERRI TOMÀS

Oficina Técnica de Cambio Climático y Sostenibilidad, Diputación de Barcelona

Las medidas fiscales son un buen instrumento para la gestión sostenible de la movilidad en el trabajo. Entre otros, se puede otorgar un trato fiscal positivo a los desplazamientos que se realicen con medios de transporte alternativos al vehículo privado o bien otorgar un trato fiscal negativo a la tenencia y uso del vehículo privado. Los subsidios a las tarifas de transporte público pueden ser otra vía.

El otorgamiento de estos incentivos no es una idea nueva. Existen numerosas experiencias llevadas a cabo en algunos países europeos de nuestro entorno donde se aplican fórmulas de compensación: reducción de los tipos impositivos sobre la renta, sobre el impuesto de sociedades o la seguridad social. Por su parte, en los Estados Unidos también se han desarrollado políticas en esta dirección. En cualquier caso, son países con elevados niveles de desarrollo económico y pioneros en muchos casos de la aplicación de fiscalidad ambiental.

A continuación, se recogen algunas de las medidas implantadas en estos países:

En Francia, a partir de la Ley nº. 82-684, del 4 de agosto de 1982, relativa a la participación de los empresarios en la financiación del transporte público, los empresarios reintegran el 50% del abono de transporte público a los trabajadores de Ile-de-France en sus desplazamientos entre el lugar de residencia y el puesto de trabajo.

Siguiendo la experiencia de promoción de la bicicleta de Bélgica, en Francia desde el año 2016 los trabajadores que van al trabajo en bicicleta pueden ser indemnizados con 0,25€/km (con un límite de 15 km diarios), que por término medio pueden equivaler a 3,15 € al día o bien a 94,5 € mensuales<sup>2</sup>.

En Bélgica, desde 1962 el sistema fiscal permite disfrutar a empresarios y trabajadores de ciertas bonificaciones en los gastos por

desplazamiento entre el domicilio y el centro de trabajo. A su vez, los empresarios están obligados a intervenir en los gastos de desplazamiento de su plantilla de acuerdo con el convenio colectivo que se firme en cada caso.

En el año 2002 se impone un régimen especial para las empresas que organicen el transporte colectivo de sus trabajadores, que pueden deducir el 100% del coste. A continuación se señalan algunas particularidades fiscales del sistema belga según modo de transporte:

Desplazamientos en transporte público: las Administraciones públicas abonan el 100% del título de transporte a sus empleados. En el caso de la empresa privada, este porcentaje es del 60%, coste que está libre de impuestos y que la empresa se puede deducir.

Transporte colectivo organizado por la empresa: desde el año 2003 las empresas que presten servicio de transporte colectivo a su personal (autobús, microbús, autocar o coche compartido) pueden deducir fiscalmente el 100% de los gastos afectados por estos desplazamientos, y pueden, además, amortizar el 20% de la inversión. En el caso del coche compartido, el itinerario realizado para ir a recoger a los compañeros debe incluirse en el coste asignado.

Desplazamientos en bicicleta: se indemniza al ciclista con 0,15€/km recorrido (se puede utilizar la bicicleta en todo el recorrido o en una parte del desplazamiento realizando intercambio con el transporte público). Esta indemnización es acumulable a otras exoneraciones que pueda disfrutar en otros desplazamientos en transporte público o colectivo.

En el Reino Unido, la Ley de finanzas de 1999 introdujo una exención fiscal anual para promover viajes más saludables para ir al trabajo y reducir la contaminación ambiental. Como parte del Plan de transporte verde del gobierno se permite que tanto la Administración como los empresarios presten bicicletas y equipos de seguridad a los empleados. Se otorgan, al mismo tiempo, subvenciones a la compra de bicicletas y a la instalación de aparcamientos. A su vez, los empresarios pueden pagar hasta 20 peniques por milla (libres de impuestos) a los empleados que utilicen la bicicleta en los desplazamientos por motivo de trabajo. Se dan exenciones tributarias a las empresas que impulsen servicios de autobús para los trabajadores.

El Gobierno de los Estados Unidos aprobó en octubre de 2008 un conjunto de actuaciones por valor de 700.000 millones de dólares relacionadas con el clima, el ahorro de energía y la regulación del transporte. Los trabajadores que se desplazan en bicicleta pueden recibir hasta 20 \$ mensuales (240 \$ por año).

En España, la Ley de impuestos sobre la renta de las personas físicas (art. 42.2.h; y art. 17 del RDL 6/2010, BOE del 13.04.2010) establece que quedan exentas de este impuesto las cantidades que los empresarios abonen a los trabajadores en concepto de desplazamiento entre residencia y centro de trabajo en transporte colectivo. Se establece un límite de 1.500€ anuales por trabajador.

A pesar del interés demostrado en el ámbito de la movilidad sostenible en el trabajo por la UE, actualmente no existe un cuerpo legislativo que regule directamente la planificación,

la gestión de la movilidad y los incentivos en los desplazamientos por trabajo en Europa, que se explica por la aplicación del principio de subsidiariedad que rige las políticas europeas. En consecuencia, la gestión de la movilidad es un ámbito de trabajo en el que se considera que las regulaciones y la legislación son más eficientes si se toman a nivel local, regional o estatal que comunitario.

Sin embargo y con respecto a los Estados, es preciso decir que hoy por hoy no existen fondos estables destinados a la gestión de la movilidad, sino que es a partir de diferentes programas y de acciones, no directamente vinculados a la política de movilidad estatal, que las Administraciones locales pueden optar a financiación. Se trata pues, de un punto débil a resolver, ya que el éxito de las actuaciones de movilidad y, en particular las dirigidas a la mejora de los desplazamientos al trabajo, reside en la asunción de responsabilidades compartidas entre todos los agentes (públicos y privados) implicados.

## Apéndice 2

### El acceso al puesto de trabajo en la negociación colectiva: ¿es una variable que se tiene en cuenta? Reflexiones al respecto

ALBERT VILALLONGA ORTIZ

Instituto Sindical de Ambiente y Salud, CCOO (ISTAS)

La negociación colectiva, como instrumento fundamental para mejorar la calidad del empleo y, por lo tanto, las condiciones de trabajo, abre una oportunidad para promover la movilidad sostenible para desplazarse a los centros de trabajo. Las actuaciones favorables al cambio de modelo actual tienen más garantías de alcanzarse mediante el acuerdo entre los representantes de los trabajadores y las direcciones de las empresas o las Administraciones públicas, mediante los convenios colectivos, pactos o acuerdos de empresas.

En este contexto, el Acuerdo Interprofesional de Cataluña 2015-2017, firmado por las organizaciones empresariales y los sindicatos más representativos, establece las orientaciones, las recomendaciones y los criterios que tienen que regular las relaciones laborales, haciendo referencia de forma particular a la movilidad sostenible a los centros de trabajo<sup>3</sup> y a su vinculación con el medio ambiente<sup>4</sup>.

El Plan de desplazamientos de empresa podría ser el máximo exponente de consenso para favorecer la movilidad sostenible, segura, saludable y equitativa en el trabajo. En este sentido, el Plan de calidad del aire, que afecta a 40 municipios del entorno metropolitano de Barcelona, plantea (también lo hacen otros instrumentos como el Plan director de movilidad de la región metropolitana de Barcelona) la elaboración de planes de desplazamientos de empresa en el marco de las actuaciones para luchar contra la contaminación atmosférica<sup>5</sup>.

Sin embargo, una de las vías por las que se abre la posibilidad de iniciar estos tipos de pactos y de redactar planes de movilidad de empresa, es a través de la participación de los representantes de los trabajadores en la prevención de los riesgos laborales, dado que los accidentes de tráfico que sufre el trabajador al ir y volver del puesto de trabajo se consideran accidentes laborales<sup>6</sup>. En este sentido, los planes de movilidad vial en el

<sup>2</sup> www.developpement-durable.gouv.fr COMMUNIQUE DE PRESSE, Frédéric Cuvillier Lance, L'expérimentation de l'indemnité kilométrique vélo, Paris, le lundi 2 juin 2014.

<sup>3</sup> "Las organizaciones firmantes formularán métodos e instrumentos para la evaluación de la movilidad de las personas trabajadoras entre su residencia y su puesto de trabajo, así como las posibles medidas destinadas a mejorar la seguridad de los desplazamientos y la eficacia de los medios de transporte".

<sup>4</sup> "Se estudiarán medidas destinadas a mejorar la seguridad durante los desplazamientos de los trabajadores, la reducción de impactos ambientales y la optimización de los medios de transporte utilizados".

<sup>5</sup> Acuerdo de Gobierno 127/2014, de 23 de septiembre, por el que se aprueba el Plan de actuación para la mejora de la calidad del aire en las zonas de protección especial del ambiente atmosférico.

<sup>6</sup> Real decreto legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

marco de la prevención de los accidentes *in itinere*<sup>7</sup> a los que los trabajadores tenían que dar su conformidad (y las empresas podían reducir las cotizaciones), permitieron iniciar un espacio de negociación entre los delegados de personal y la dirección de la empresa para tratar la mejora de la movilidad de los trabajadores. Desgraciadamente, un reciente decreto que sustituye al anterior ha eliminado este incentivo.

Al mismo tiempo, la negociación colectiva puede determinar que la empresa incorpore el plan de movilidad en los estudios para obtener un certificado de gestión ambiental. Por ejemplo, tal y como dispone el certificado EMAS (sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental), los trabajadores tienen derecho a recibir información y formación, así como, a participar en el proceso de implantación y seguimiento del certificado.

Más allá de los planes de desplazamiento de empresa, las formas en que se han trasladado a la negociación colectiva las actuaciones para reducir la dependencia del vehículo privado motorizado y el fomento de los modos y prácticas alternativas, a pesar de ser todavía escasas, son muy variadas y van aumentando. Así, una medida que puede tener un amplio recorrido es la que establece una exención en la tributación del impuesto sobre la renta del importe destinado al pago del transporte público en los desplazamientos entre la residencia y el centro de trabajo<sup>8</sup>.

Otro campo que da juego al pacto entre las partes es la responsabilidad social corporativa, entendida como "la integración voluntaria por parte de las empresas de las cuestiones sociales y medioambientales en las operaciones y en las relaciones con los clientes, los proveedores, los trabajadores, los accionistas y la comunidad en que opera".<sup>9</sup>

En este marco, ha sido sobre todo por medio de la acción sindical que se han logrado avances en esta materia. Cada vez tenemos más experiencias en que los delegados han promovido acuerdos para sacar adelante medidas efectivas en movilidad sostenible, tales como:

- Puesta en marcha y ampliación de servicios de autobuses de empresa; incluso han surgido iniciativas para mancomunar estos servicios de transporte colectivo entre varias empresas.
- Pago, por parte de las empresas, íntegramente o parcialmente, de títulos de transporte público a los trabajadores o de abonos a los servicios públicos de préstamo de bicicletas.
- Instalación de aparcamientos seguros, duchas y vestuarios para fomentar el uso de la bicicleta; pero también impartir formación teórica y práctica de cursos para circular en bicicleta y para hacer pequeñas reparaciones y mantenimiento; del mismo modo, las empresas han distribuido bicicletas a sus trabajadores para los desplazamientos al trabajo.
- Implantación de aplicaciones informáticas para gestionar el coche compartido, conjuntamente con la oferta de aparcamiento reservado en el recinto de las empresas y de incentivos económicos.
- Establecimiento de pactos para promover el teletrabajo con condiciones convenientes para ambas partes, con el fin de reducir la movilidad.

- Información y explicación a los trabajadores de los servicios de transporte público que dan servicio a los centros de trabajo, así como, de los accesos a pie y en bicicleta.

- Realización de campañas informativas y formativas para sensibilizar y concienciar a los trabajadores de los beneficios que comporta el cambio de hábitos en movilidad.

Otro de los logros obtenidos, gracias a la negociación colectiva, y que ha favorecido estos progresos, ha sido la creación de espacios estables de negociación entre los delegados de personal y las direcciones de empresa o de la función pública, donde se tratan los aspectos relacionados con la movilidad en el trabajo.

A todo ello cabe añadir que, para llevar a cabo y triunfar en las propuestas sindicales, desde el sindicato se ha impartido formación y se ha editado un buen número de materiales de apoyo. Sobre todo, se ha ofrecido asesoramiento y orientación técnica y sindical a los representantes de los trabajadores para emprender, con conocimientos y habilidad, acciones de negociación colectiva para fomentar la movilidad sostenible, segura, saludable y equitativa para acceder a los centros de trabajo<sup>10</sup>.

## ESTRATEGIAS DE DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS PARA FOMENTAR UNA MOVILIDAD MÁS SOSTENIBLE

MIQUEL ESTRADA ROMEU  
JOSÉ MAGÍN CAMPOS CACHEDA

Escuela técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña

### 1. Problemática de la distribución de mercancías en las ciudades

La población mundial está inmersa en un proceso de concentración en ciudades o áreas metropolitanas debido al acceso diferencial a oportunidades económicas o servicios diferenciales (UNFPA, 2012). El año 2008 fue el primero en que las aglomeraciones urbanas superaron en número de población a las zonas rurales (UNFPA, 2007). Con el fin de permitir esta concentración, las ciudades tienen que proveer unas redes eficientes de servicios para garantizar su funcionamiento, seguir ofreciendo estas oportunidades y satisfacer las necesidades futuras de los ciudadanos a un coste adecuado. Este es el caso de la distribución urbana de mercancías, de ahora en adelante DUM. La DUM es la manifestación física de las relaciones económicas entre empresas productoras y consumidores en las ciudades.

Existe un reto económico. La demanda de flujos de mercancías en la ciudad ha crecido y seguirá creciendo en número absoluto (toneladas), en frecuencia de entregas y en calidad (compromisos de satisfacción de los requerimientos temporales de los clientes). Se están consolidando nuevos paradigmas de comercio (electrónico, just-in-time) que incrementarán las necesidades físicas de distribución. La pregunta a hacerse es si las redes existentes o futuras de distribución de productos podrán soportar los requerimientos físicos que generarán

las nuevas formas de comercio, en particular, el electrónico.

Siguiendo la lógica de optimización de sistemas, la DUM en una ciudad tendría que disponer de una serie de recursos (vehículos, energía, personal, espacio urbano) para dar una respuesta adecuada a la demanda de aprovisionamiento de bienes de consumo. Cualquier incidencia en la distribución física de los productos (demoras, incertidumbre en las entregas, etc.), tiene una incidencia significativa en la economía de una área metropolitana, que podría ser valorada en pérdidas económicas por baja producción, en incrementos de inventario de productos o en mayores costes logísticos.

Sin embargo, los flujos de mercancías generan efectos negativos como congestión, contaminación atmosférica y acústica, y un desgaste y deterioro de las infraestructuras de transporte. Y es que la movilidad de las mercancías representa entre el 10% y el 25% del total de los desplazamientos de una ciudad, medido en kilómetros por vehículo, pero ocasiona del 25% al 50% de las emisiones contaminantes. El parque de vehículos comerciales en Cataluña (DGT, 2015) constaba de 764.793 vehículos, el 43% de los cuales eran camiones de menos de 3.500 kg; el 6,5%, camiones superiores a 3.500 kg y el 50,5%, furgonetas. El tipo de combustible más utilizado por el parque móvil es el diésel (87,2% de los vehículos), seguido de la gasolina (12,5%). Los vehículos eléctricos solo representan el 0,11% del total, seguidos del gas natural comprimido, con un 0,010%. A la vez, es alarmante la elevada antigüedad del parque de vehículos comerciales censado (valor promedio de 13 años según la DGT, 2015) y que los vehículos más respetuosos con el medio ambiente (híbridos, eléctricos) tengan una cuota de mercado prácticamente anecdótica.

Esta movilidad de mercancías es creciente: en los últimos años se han recuperado los valores que se habían perdido anteriormente debido a la crisis, como se puede apreciar en las tablas siguientes para el caso de Cataluña y Barcelona.

Entre los problemas básicos de la DUM podemos destacar, por un lado, el tráfico de agitación, es decir, vehículos que circulan para encontrar un sitio donde aparcar, y que genera una logística poco adaptada a la ciudad, con incremento de los impactos ambientales; y por el otro, el estacionamiento no reglamentario, que origina interferencias al resto de flujos de las vías públicas y a las operaciones realizadas por otros usuarios fuera de la calzada y que afecta a la seguridad vial. Por este motivo a nivel europeo se han ido proponiendo medidas de solución para la logística urbana.

Las operaciones de transporte de mercancías en las áreas metropolitanas suponen frecuentemente un alto coste de transporte y un alto riesgo en el aprovisionamiento del servicio. En este sentido, la política de transporte tendría que maximizar los beneficios sociales de la actividad productiva a la vez que minimizar las externalidades negativas creadas por los flujos de los vehículos de distribución de los bienes de consumo.

No obstante, los objetivos de esta política de transporte chocan con todo un conjunto de condicionantes y restricciones técnicas, económicas, urbanísticas y organizativas que a menudo provocan que la realidad se aleje de este óptimo deseable. En primer

<sup>7</sup> Real decreto 404/2010, de 31 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales en las empresas que hayan contribuido especialmente a la disminución y prevención de la siniestralidad laboral.

<sup>8</sup> Real Decreto 1788/2010, de 30 de diciembre, por el que se modifican los Reglamentos de los Impuestos sobre la Renta de las Personas Físicas.

<sup>9</sup> Libro verde para el fomento de un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas. Comunicación de la Comisión Europea del año 2001.

<sup>10</sup> Portal de movilidad sostenible en el trabajo de ISTAS/CCOO <http://movilidad.istas.net>

lugar, si bien otras redes de distribución de servicios (agua, gas o electricidad) disponen de infraestructura exclusiva o derechos de paso regulados, la DUM tiene que compartir el espacio urbano con otros usos y servicios. Este hecho provoca una variabilidad de los tiempos de distribución, ya que dependen de los usos y demanda potencial de la red de transporte. La DUM utiliza la red de calles de las ciudades y el único espacio reservado de que dispone son las zonas de carga y descarga con diferentes periodos a lo largo del día.

Asimismo, debido a la multiplicidad de actores que participan y toman decisiones en la DUM resulta compleja la nueva gestión. Muy a menudo la situación actual es el resultado de un equilibrio económico entre los agentes. Cualquier nueva medida innovadora puede causar un efecto económico negativo en algún actor del sistema, lo que imposibilita el despliegue de la misma.

En este sentido, las Administraciones locales (que tienen capacidades ejecutoras), regionales, nacionales y supranacionales (financiadoras en materia de investigación e innovación) han planteado medidas para mejorar las prestaciones de la DUM y reducir sus efectos negativos. (BESTUFS, 2007; STRAIGHTSOL, 2014; Citylog, 2013; SMARTFREIGHT, 2016). No obstante, los esfuerzos se han centrado en desarrollar metodologías para realizar una evaluación ex-post de los resultados obtenidos en varias pruebas piloto, proponer lecciones a aprender y plantear posibles extensiones o transferencia de resultados a otros emplazamientos. Desdichadamente, no se ha llegado a generalizar su uso ni a proponer estimaciones ex-ante de los efectos de la medida en el sistema de transporte, obviando las relaciones causa-efecto entre variables.

Los criterios de sostenibilidad a menudo impiden una respuesta efectiva a los requerimientos y retos del transporte de mercancías en las ciudades, a pesar del especial interés en la economía de la aglomeración y los efectos en las cadenas de aprovisionamiento. Los retos requieren soluciones prácticas debidamente contrastadas que beneficien a la sociedad y al medio ambiente a la vez que al sistema de DUM.

El objetivo de este documento es identificar si las medidas innovadoras sobre la DUM que están planteando las distintas Administraciones son compatibles con las relaciones económicas entre los agentes que intervienen, e identificar qué grado de mejora del sistema actual pueden conseguir. Se analizan las diferentes familias de medidas de innovación en la DUM, identificando los puntos débiles y las oportunidades. Finalmente, se analizan a nivel de resultados dos de las medidas más prometedoras, la consolidación de mercancías y la distribución nocturna, pero que plantean unos retos organizativos y de gestión complejos.

## 2. Nuevas tendencias de consumo

El movimiento de mercancías es un tema crucial en las ciudades, ya que afecta al resto de actividades que se realizan en las vías públicas, y convive con la movilidad de personas y los servicios que circulan por estas vías. Nuestras sociedades son cada vez más urbanas (según el libro de la movilidad de la UE de 2007, el 60% de los habitantes de la UE viven en ciudades de más de 10.000 habitantes), con lo que los problemas derivados de la convivencia de flujos con características totalmente diversas se ven aumentados.

El crecimiento del movimiento de mercancías en las ciudades coincide con un aumento importante del uso del comercio electrónico, que está modificando la estructura funcional de la logística urbana. El negocio del comer-

cio electrónico ya representa el 55% de los ingresos de las empresas de logística en España, de forma que las empresas de mensajería han pasado del 15% al 60% en envíos a particulares desde 2012 (datos aportados por Francisco Aranda, secretario general de UNO, y recogidos en una entrevista en el periódico digital *todotransporte.com*).

Según los datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), el comercio electrónico llegó en España a los 6.166,8 millones de euros en el tercer trimestre de 2016, un 16,3% más que el año anterior.

Si en el comercio tradicional es el consumidor el que se desplaza para adquirir el bien, en el comercio electrónico con entregas domiciliarias es el transportista quien se ocupa de toda la cadena logística productor-consumidor. Este hecho, junto con el incremento del comercio electrónico, tiene una repercusión clara y muy directa sobre la DUM, ya que se incrementan significativamente los envíos a entregar dentro de las zonas urbanas, envíos que suelen ser de pequeño volumen y que cuentan con una elevada dispersión geográfica. En este sentido, en la CNMC del año 2016 se apuntaba que los envíos de mensajería y paquetería aumentaron el 20,9% (336 millones de envíos gestionados) en 2015 impulsados por el crecimiento del comercio electrónico.

El comercio electrónico está poniendo al límite al sector logístico, que empieza a cuestionarse si tiene capacidad o recursos para absorber la creciente actividad de las ventas *on-line*. El comercio electrónico obliga a entregas además de rápidas (en 24-72 horas y, más recientemente, envíos en la siguiente hora como ofrecen los grandes operadores logísticos) que tensionan las cadenas de aprovisionamiento, obligando a que prácticamente cada pedido requiera un vehículo. Asimismo, el hecho de dar un servicio de calidad al cliente, permitiendo que pueda escoger varias franjas horarias para recibir el paquete, obliga al transportista a que tenga que visitar varias veces al día una misma zona urbana, incrementando los costes de transporte y la congestión.

En este marco, se puede afirmar que la tendencia de consumo individual está totalmente desalineada de los objetivos de reducción de las externalidades negativas del transporte en las ciudades y de la lógica de eficiencia de costes de los transportistas. Este hecho está provocando una reestructuración del sector de la distribución, con un nuevo planteamiento de tarifas y de asociación entre empresas. Las ciudades tienen que prepararse ante este reto, aportando soluciones innovadoras para reducir los efectos negativos, como regular o normativizar la extensión de este modelo económico.

## 3. Relación entre los actores y las medidas de mejora de la DUM

Los actores básicos que condicionan las características económicas de la DUM son los proveedores y los receptores de la mercancía (Holguín-Veras y Sánchez-Díaz, 2016). Representan al productor y al consumidor final de la cadena de aprovisionamiento de los bienes de consumo. Las relaciones existentes entre ellos son cruciales para entender el comportamiento de los transportistas así como la expresión física y organización de los servicios de la DUM. Entendemos que los receptores son empresas, tiendas, departamentos comerciales e, incluso, Administraciones públicas. También se puede extender a entregas a viviendas (*home deliveries*). Los receptores demandan bienes de consumo con determinadas frecuencias y ventanas temporales. Por otra parte, los proveedores son empresas que producen y aportan bienes de consumo al mercado. Finalmente,

los transportistas son los responsables de realizar los servicios de transporte desde los proveedores a los diferentes receptores. Aparte de estos agentes básicos, algunas nuevas medidas de mejora de la DUM, como la consolidación de mercancía, implicarían la creación de nuevos agentes como el operador del centro de consolidación de mercancía (operador CC).

En la figura 2 se representan las relaciones básicas entre las partes interesadas y la identificación de las variables económicas y físicas que afectan a los costes de transporte. Básicamente, los proveedores y receptores controlan la cantidad de productos que se entregarán ( $y_k$ ), la frecuencia de los envíos ( $Q_k$ ) y las ventanas de tiempo de recogida / entrega ( $H_k$ ) en cada relación económica  $k$  entre ellos. Por otra parte, también establecen el precio de adquisición ( $P_k$ ) de los productos. Por lo tanto, las compañías de transporte definen la tarifa de transporte ( $PC$ ) para operar la red física y tienen que adaptar su flota ( $VC$ ), horario y rutas ( $RC$ ) para cumplir con los requisitos de los primeros. No obstante, los gobiernos locales han promovido medidas para mejorar la eficiencia y reducir los efectos externos en la logística urbana ( $\chi_L$ ). Muy a menudo, las Administraciones locales han sido el agente que ha fomentado el desarrollo de medidas de innovación para mejorar la calidad de vida en la ciudad (menos congestión, menos emisiones).

Estos conjuntos de medidas obligatorias ( $\chi_L$ ) están destinadas a los transportistas (el agente que distribuye las mercancías). Ellos tienen que reorganizar su cadena logística para cumplir con los requerimientos de receptores y proveedores, así como las regulaciones gubernamentales locales. No obstante, la gran mayoría de regulaciones sobre la DUM no tienen ningún efecto en las decisiones económicas entre proveedores y receptores (capa económica), sino que se centran en el agente que materializa físicamente las relaciones económicas en la red de transporte: el transportista. Se corrobora en varios estudios (Holguín-Veras et al., 2008) que los transportistas no pueden obligar a los receptores a modificar las ventanas de tiempo de entrega, incluso si se lleva a cabo una nueva regulación de la ciudad. De hecho, la distribución de productos a través de un centro de consolidación no representa, a primera vista, una medida tan atractiva para los proveedores o receptores, ya que no afecta a las relaciones económicas entre ellos ( $H_k$ ,  $Q_k$ ,  $y_k$ ,  $P_k$ ). De hecho, crea un nuevo agente, el operador del centro de consolidación (CC), al que cada transportista y le traspasa una fracción  $\mu$  de todos los envíos  $N_k$ , que tenga que gestionar. Como contrapartida, el operador del CC cobra una tarifa  $\theta_{CF}(k)$  al transportista en cuestión por responsabilizarse de la distribución de la mercancía en un entorno urbano.

Entender la lógica de las relaciones económicas, físicas y normativas entre los agentes es clave para analizar la viabilidad de una medida antes de llevarla a cabo.

## 4. Análisis de medidas de mejora de la DUM

En un último estudio realizado (Holguín-Veras et al., 2015) se han identificado más de 50 medidas de mejora de la DUM, con una gran heterogeneidad en eficiencia y consecución de objetivos. Este gran abanico de medidas se puede clasificar en 8 grandes grupos de iniciativas de mejora de la DUM. Las medidas se articulan en actuaciones basadas en cambiar y mejorar la oferta de infraestructuras, instalaciones y vehículos para llevar a cabo la DUM; y actuaciones enfocadas a cambiar la demanda y el comportamiento de los principales actores que originan los flujos comerciales en una ciudad.

#### 4.1. Gestión de infraestructuras

Estas iniciativas se basan en la construcción de nuevas infraestructuras o modificación de las existentes para mejorar el flujo de mercancías, debido a la falta de capacidad infraestructural o problemas de dimensiones de las instalaciones para permitir el servicio a los vehículos de carga. Ejemplos de estas medidas son la construcción de vías perimetrales en las ciudades para evitar el tráfico de vehículos pesados en el interior de las ciudades, desarrollo de centros de distribución y polígonos industriales, vías de acceso segregadas en plataformas logísticas o centros comerciales. Estas medidas facilitan el flujo de vehículos comerciales pero no actúan directamente sobre las variables económicas que controlan la actividad económica entre proveedores y receptores.

#### 4.2. Gestión de aparcamiento y zonas de carga y descarga

En los centros de negocio y zonas comerciales de las ciudades suele haber una carencia de zonas de carga y descarga (C/D) para los vehículos de la DUM, que se traduce en operaciones de aparcamiento ilegal e incremento del tráfico de agitación para buscar una plaza disponible. En función de la normativa vigente, las plazas de carga y descarga destinadas, en un primer momento, a la DUM también pueden ser utilizadas por los vehículos privados de los residentes y por vehículos de mantenimiento, de reparación o de actividad comercial. Estos últimos casos implican un tiempo de estacionamiento muy superior para los vehículos de la DUM, lo que todavía agrava más el problema de carencia de espacio. Con el fin de dar respuesta a esta problemática, algunas ciudades han dispuesto un espacio compartido en las aceras para uso exclusivo de vehículos de carga. En otras iniciativas se asigna temporalmente el uso de los espacios de carga y descarga a un vehículo comercial concreto (previa demanda) y en algunos casos se llega a implementar un pago por uso del aparcamiento (prueba piloto en Lisboa, STRAIGHTSOL, 2014). Alternativamente, en zonas con un número de plazas de C/D reducido que generan grandes flujos de mercancías se han creado las áreas de descarga y acumulación (staging areas). Son instalaciones ubicadas donde existe disponibilidad de espacio, a media distancia de estas zonas, donde la mercancía se descarga de los vehículos comerciales y se distribuye a los receptores finales en vehículos de reducidas dimensiones (bicicletas, trolleys) o a pie.

#### 4.3. Estrategias orientadas al vehículo

Estas iniciativas tienen como objetivo reducir el impacto de los vehículos comerciales de la DUM en la sostenibilidad ambiental. Algunas ciudades han restringido de forma general la entrada de los vehículos a los centros de actividad económica. Solo se permite el acceso a vehículos de bajas emisiones que cumplen unos determinados estándares o etiquetas medioambientales (EURO I-VI), o que utilizan otras fuentes de energía alternativas a las derivadas del petróleo. En los últimos años se ha apostado por el uso de vehículos eléctricos para la distribución. Si bien existen furgonetas y camiones ligeros con esta fuente de energía, su alcance es todavía reducido para garantizar el kilometraje medio de los vehículos. No obstante, la evolución tecnológica en las baterías eléctricas es muy rápida y actualmente el principal productor de vehículos eléctricos de alta gama ya ha presentado prototipos de camiones ligeros y pesados. Asimismo, también se está apostado por la sustitución de vehículos motorizados en la última milla, con la utilización de triciclos o bicicletas (asistidas por motor eléctrico o convencionales) o trolleys manipulados por operadores a pie.

#### 4.4. Gestión del tráfico

Estas medidas tienen como objetivo mejorar las condiciones de tráfico utilizando restricciones de acceso, gestión de carriles y técnicas de control de tráfico. Las medidas de restricción de acceso se basan en limitar parcial o totalmente la entrada de vehículos en determinadas zonas urbanas en función del tipo de vehículo (tamaño, peso o etiquetado ambiental), y la ventana temporal del viaje.

Estas restricciones no son bien recibidas por la mayoría de los transportistas, ya que se traducen en cambios operacionales de mayor coste. En un principio, las medidas de restricción de acceso a una zona en base a un tamaño máximo admisible mejoran la seguridad vial en entornos comerciales, pero tienen como contrapartida que el mismo volumen de mercancía tiene que ser transportado por un número mayor de vehículos de tamaño inferior. Existen diversos análisis en que se constata que este hecho ha empeorado la calidad de vida en la ciudad, al incrementarse la congestión y las emisiones (15% de incremento de vehículos/kilómetro y emisiones de CO, NO<sub>x</sub> en varias ciudades inglesas, Anderson et al., 2005). No obstante, las restricciones de acceso según el etiquetado medioambiental de los vehículos (apartado 4.3.) han conseguido una reducción de las emisiones contaminantes en el entorno de aplicación. En algunos casos, estos vehículos respetuosos con el medio ambiente han sido beneficiados por el uso exclusivo de zonas de carga y descarga y carriles especiales.

Por otra parte, las restricciones temporales de acceso tienen como objetivo reducir el tráfico de mercancías en los momentos del día más congestionados en zonas específicas de una ciudad. Básicamente, existen restricciones en algunas franjas temporales diurnas, restricciones durante todo el periodo diurno y restricciones durante todo el periodo nocturno. Estas medidas son a menudo bien valoradas por los ciudadanos. No obstante, estas medidas se aplican sobre los transportistas y no tienen en cuenta las restricciones temporales que imponen los receptores (comercios), lo que imposibilita la compatibilidad de las medidas con la realidad de la DUM. Adicionalmente, varios trabajos que han cuantificado los impactos de las restricciones han llegado a la conclusión de que las restricciones temporales reducen las externalidades negativas dentro de la zona de aplicación pero que las incrementan en su entorno, ya que los transportistas suelen utilizar rutas de distribución más largas (Van Rooijen et al., 2008; Quak y De Koster, 2009). Asimismo, otros estudios concluyen que estas medidas son totalmente ineficientes, ya que incrementan los costes operativos y el volumen total de las emisiones. En algunas implementaciones prácticas en ciudades asiáticas, las restricciones temporales diurnas en vehículos comerciales han supuesto que las empresas transportistas utilicen vehículos utilitarios (coches) durante el día para poder seguir operando regularmente, incrementando los costes operativos y las externalidades negativas del sector.

#### 4.5. Fijación de precios, incentivos e impuestos

Estas estrategias utilizan inputs monetarios para lograr determinados objetivos públicos como la generación de ingresos, fomento del uso de tecnologías emergentes o gestión de la demanda, entre muchos otros. La aplicación de peajes o tasas a la DUM se ha recomendado para reducir el tráfico de mercancías mediante la promoción de una mejor utilización de la capacidad de transporte (Ogden, 1992; Allen y Browne, 2010). En principio, el aumento de los costes de transporte producido por el peaje daría lugar a una reducción en el tráfico de mercancías.

No obstante, los transportistas no pueden cambiar unilateralmente los plazos de entrega y tienen un poder limitado para transferir los costes de peaje a sus clientes. Como resultado, las compañías tienden a absorber los costes de peaje y a evitar cualquier cambio operacional que podría alterar a sus clientes y conducir a la pérdida de negocio.

Por esta razón, se recomienda el uso de incentivos monetarios y no monetarios para fomentar prácticas sostenibles en uno o más agentes en la cadena de suministro, especialmente en los agentes de la capa económica de la figura 1. En este contexto, la combinación de regulaciones e incentivos a los receptores, extensible a los transportistas (cambio a vehículos más limpios) es probable que tenga un impacto significativo en el comportamiento de los agentes de carga.

#### 4.6. Gestión logística

El objetivo principal de estas estrategias es alterar la gestión y organización de cada actor participante en la DUM para reducir las externalidades negativas producidas. Estas estrategias también se pueden enfocar a mejorar la eficiencia de los desplazamientos de entrega de última milla a través del uso de energías limpias; la gestión de las rutas (reducción de los viajes en vacío o con bajo factor de carga); y la consolidación de los viajes de distribución. En este sentido, el uso de centros de consolidación urbana ha sido una medida que ha generado mucha controversia, pero que permite alcanzar reducciones notables de costes y de externalidades (ver apartado 5). La gestión logística también se puede beneficiar de nuevas innovaciones en sistemas de datos en tiempo real y plataformas de tecnologías de información y comunicación. Estos sistemas permiten una trazabilidad de los envíos, evitar aquella parte de la red de distribución en congestión y desarrollar rutas logísticas en tiempo real. Finalmente, en este grupo también se abordan medidas de mejora de la red capilar de distribución o de última milla, donde se han aplicado ventanas temporales de recepción de mercancías a grandes centros atrayentes, programas de formación de conducción eficiente para conductores, así como puntos alternativos de entrega de la mercancía. El objetivo de esta última medida es evitar que los vehículos de distribución tengan que visitar la localización de cada cliente y alternativamente, descargan toda la mercancía asociada a una zona en pequeños almacenes, armarios de uso exclusivo o tiendas asociadas, de forma que el cliente final tiene que desplazarse hasta este punto para recuperar su paquete.

#### 4.7. Gestión de la demanda de mercancías y usos del suelo

Las externalidades negativas producidas por el tráfico de camiones se abordan en estas estrategias mediante la modificación de la demanda y el comportamiento de los receptores. Eminentemente, existen dos familias de medidas: la primera busca modificar la naturaleza de la demanda de carga; la segunda se centra en el uso del espacio urbano y los usos del suelo.

La primera familia se basa en el desarrollo de programas voluntarios de distribución en periodo valle o nocturno, creando un sistema de incentivos a los receptores. Esta medida se analiza de forma más detallada en el apartado 6. Paralelamente a esta medida, se puede plantear una política de redistribución de las horas comerciales, cambios de modo transporte (tranvía, barcasas en ciudades con canales navegables, metro) y de recepción de la mercancía por parte de los receptores y medidas de consolidación de mercancías en áreas comerciales o en edificios enfocadas a los receptores. A diferencia de los centros

de consolidación orientados al transportista, donde los envíos desde los productores se realizan de forma independiente hacia el centro, en este caso los receptores de una zona pueden desarrollar una política conjunta de compras o de transportistas.

La segunda familia hace referencia a la concentración espacial y a la distribución de las actividades económicas que producen o consumen carga. Si bien el concepto de transporte de mercancías relaciona los volúmenes de mercancías con los centros de distribución ubicados en las afueras de las áreas metropolitanas, la mayor parte del tráfico de camiones es producido por pequeños establecimientos de los sectores detallistas y de alimentos. Por otra parte, más de la mitad de los sectores industriales y comerciales son consumidores intensivos del sector del transporte de mercancías. Las tasas de generación y atracción de mercancías no dependen de forma directa del tamaño de la empresa (Woudsma, 2001). Por lo tanto, los pequeños comercios generan proporcionalmente más tráfico que los grandes. En este sentido, varias ciudades han promovido la dispersión de la logística, alejando centros de distribución de los centros de las ciudades mientras que otras han desarrollado políticas de control de las actividades económicas a la ciudad para mantener los desplazamientos de mercancías dentro de unos flujos máximos.

#### 4.8. Gestión de los actores involucrados en la DUM

Uno de los principales escollos para el desarrollo de las medidas citadas anteriormente es la participación, implicación y liderazgo del sector público y entes públicos en la DUM, así como el acercamiento de las medidas al sector privado. El sector público no puede hacer frente a los problemas de transporte de mercancías sin comprender las interacciones económicas y los fenómenos involucrados descritos en el capítulo 3. A menudo, las decisiones políticas relativas a la zonificación, conceptos de diseño urbano, las normas de estacionamiento, y las restricciones en las rutas de camiones pueden dar lugar a problemas no deseados (Jones et al., 2009). La participación efectiva del sector privado requiere la creación de mecanismos para discutir el modelo de DUM de una ciudad con las comunidades para identificar posibles soluciones. En este sentido, se han desarrollado campañas de creación de un gestor de movilidad de mercancías en los principales puntos generadores o atrayentes de carga, mesas de movilidad donde participan todos los agentes involucrados, y campañas pedagógicas dirigidas a la sociedad, la policía y los planificadores de los diversos estamentos oficiales sobre la importancia de la DUM en la economía de una ciudad.

#### 5. Medidas de consolidación de mercancías

Las medidas de consolidación de mercancías tienen como objetivo incrementar el factor de carga de los vehículos de distribución en las ciudades. Los envíos realizados en diferentes rutas de entrega de uno o varios transportistas se agrupan en un único vehículo que realiza la distribución final en el área de destino. La consolidación de mercancías suele suponer la creación o adaptación de una terminal urbana (nueva o existente) donde se reciben mercancías y se asignan a vehículos adaptados a la circulación urbana para realizar la distribución a los clientes finales. Los efectos de esta consolidación son la reducción del número de vehículos en las ciudades y, consecuentemente, los costes logísticos de distribución, así como las externalidades negativas (emisiones, ruido, contaminación). No obstante, hay un reto importante para el éxito de las estrategias de consolidación: la organización de agentes y como los nuevos

costes de distribución de la instalación de la terminal o centro de consolidación son compensados por las partes interesadas que experimentan una reducción de costes.

Un ejemplo bien conocido de estas estrategias de consolidación es el concepto de centro de consolidación urbana (CC) o espacios logísticos urbanos (ELU). Son instalaciones logísticas situadas en las proximidades de la zona de distribución en la que se consolidan las entregas, que necesitan estar bien conectadas con las principales arterias y vías de entrada a la ciudad. En Browne et al. (2005) se presenta un análisis profundo de las potencialidades y las principales debilidades de los CC y los ELU. A pesar de los prometedores resultados esperados, uno de los principales retos es la financiación necesaria para pagar el coste de instalación de estos centros o espacios. Por otra parte, esta medida implica nuevos costes de manipulación, así como un incremento del tiempo de entrega para todos los envíos que se distribuyen a través del CC. Los efectos económicos para los múltiples actores involucrados en varias pruebas piloto de CC no han sido estimados detalladamente, lo que ha dado lugar a modelos de negocio inviables. De hecho, de más de 100 implementaciones de centros de consolidación en todo el mundo hasta el año 2012, solo 12 estaban todavía en servicio (Allen et al., 2012). Varias contribuciones han presentado una evaluación cuantificada de los impactos del CC para la implementación en ciudades concretas de Europa, Norteamérica y ciudades de Japón (Paddeu et al., 2014; Köhler, 2001; Kawamura y Lu, 2007; Chen et al., 2012). Estos resultados se aplican a cada caso de estudio y es difícil extrapolar los éxitos alcanzados a otros contextos físicos.

Por otra parte, el concepto de espacios logísticos urbanos (referido como *espace logistique de proximité* en Francia) ha tenido éxito en los últimos años como una estrategia de consolidación (Holguín-Veras et al., 2008). Se supera el problema de la financiación de la construcción de un nuevo centro de consolidación, ya que el espacio logístico se basa en un contenedor u otra estructura de almacenaje puntual de la mercancía de reducidas dimensiones, de bajo coste económico y que está ubicado en una instalación existente dentro de un centro de la ciudad (por ejemplo, un aparcamiento público o privado).

Los agentes que prevén un equilibrio económico completamente diferente debido a las estrategias de consolidación son aquellos que operan la red de distribución física, es decir, el transportista y el operador del CC (o del ELU). En la cadena de suministro tradicional, los transportistas regulares distribuyen bienes a los receptores finales desde los centros de distribución ubicados en los alrededores de la ciudad. Cuando se mueve una fracción  $\mu$  de los envíos totales  $N_i$  de una red tradicional de un transportista y en la nueva cadena de suministro con un centro de consolidación, el transportista tradicional solo opera la fase de acceso entre los centros de distribución y el CC urbano. Esto implica que los costes asociados a la red local ya no son incurridos por el transportista. No obstante, el operador CC se encarga de las operaciones de transferencia de mercancías de las rutas entrantes de los transportistas (interurbanos) y realiza las rutas locales en el área urbana. El operador CC puede ser una empresa neutra, un operador logístico o empresa existente o un organismo público. Este actor incurre en el coste de inversión de la construcción de las instalaciones y el coste operativo de la distribución de última milla (en muchos casos, la consolidación de la mercancía necesita una terminal urbana de consolidación). La distribución de última milla de esta instalación de consolidación tiene que cumplir los requisitos de los receptores,

así como las regulaciones impuestas por las autoridades locales (€).

No obstante, la cuestión clave en este análisis es como el coste total sufrido por el operador del CC es equilibrado por los ingresos o compensaciones con el fin de asegurar una rentabilidad positiva para todos los grupos de interés.

Las medidas de consolidación de mercancías pueden ser de dos tipologías diferenciadas (Holguín-Veras y Sánchez-Díaz, 2016): orientadas al comercio u orientadas al transportista.

#### 5.1. Consolidación de mercancías con participación de receptores (orientada al comercio)

Las medidas orientadas al comercio o receptores se basan en la coordinación entre los receptores, que fijan una política común de envíos a un gran centro atrayente de mercancías. Un ejemplo es cuando el gerente de un centro comercial, hospital, gran edificio de oficinas, reorganiza las cadenas de suministro y racionaliza las llegadas de vehículos de mercancías. En este caso, el gran centro atrayente de mercancías puede organizar de una forma más eficiente las recepciones, creando una distribución interna (en el edificio o instalación) más controlada.

Esta medida también se puede aplicar a todos los comercios distribuidos en un barrio con bastante actividad comercial, aunque plantea problemas de liderazgo, ya que hay una dispersión geográfica y no suele existir un gestor de movilidad ni un régimen jurídico en común entre todos los comercios. No obstante, las estrategias que buscan el apoyo y la captación de los receptores presentan una limitación significativa. Los receptores locales se supone que son insensibles a esta medida logística. La respuesta que se espera es que se comporten de forma neutra ya que no hay incentivo económico para tomar parte en la estrategia de consolidación. De hecho, las estrategias dirigidas a los receptores necesitan el uso conjunto de fijación de precios e incentivos económicos (Holguín-Veras y Aros-Vera, 2014) para fomentar la participación de los receptores en el programa de colaboración. Por otra parte, el CC se percibe como una etapa adicional en la cadena de suministro que genera una nueva penalización en el coste y tiempo de manipulación de la mercancía. Los receptores no perciben ningún ahorro de costes logísticos ni ningún incentivo económico, lo que limita la participación activa de los receptores en esta estrategia.

Esta medida en forma de prueba piloto se ha desarrollado en el barrio de Sant Andreu (Cámara de Comercio de Barcelona, 2008) y en el centro de l'Hospitalet de Llobregat (STRAIGHTSOL, 2014). En el primer caso, se construyó una terminal urbana donde los vehículos comerciales de capacidad media de varios transportistas descargaban la mercancía para ser distribuida en el barrio. Posteriormente, una empresa pública neutral distribuía la mercancía en bicicleta o a pie a los diferentes comercios de la zona. Aunque se consiguió que varios comercios participaran en la prueba piloto, esta no continuó porque se perdía la monitorización y trazabilidad de las mercancías (ruptura de plataforma TIC de seguimiento) y por los incrementos en el tiempo de entrega de la misma. El argumento de un receptor general fue que la ruta a través del centro de consolidación aumenta la complejidad de la recepción del envío.

En la prueba piloto de l'Hospitalet de Llobregat (2012-2013) se habilitó un centro de consolidación de mercancías en un almacén existente perteneciente a la empresa DHL, ubicado a las afueras del municipio. La misma empresa se encargaba de entregar de

forma gratuita las mercancías desde el centro de consolidación hasta el comercio final. Se pidió la colaboración a más 140 comercios de la zona en el sentido de que cambiaran la dirección de entrega final por la del centro de consolidación. Como contrapartida, el Ayuntamiento de l'Hospitalet haría campañas de publicidad de los comercios y les entregaría un distintivo de comercio respetuoso con la movilidad sostenible. Después de varias campañas de promoción, únicamente 9 comercios participaron activamente en la prueba piloto, ya que los incentivos de marketing al comercio eran insuficientes para justificar el cambio organizativo. La principal debilidad expresada por los comerciantes locales era que la disposición del CC podía aumentar el tiempo de entrega de la carga y podía suponer un incremento de la tarifa de transporte (Pc) a pagar por los receptores o proveedores a los transportistas o el operador del CC. A pesar de la poca participación del comercio, la prueba piloto consiguió ahorros de costes y de emisiones del 25% debido a la reestructuración y consolidación interna de las tres rutas de distribución existentes de la empresa operadora del CC desde los almacenes externos de la empresa a la terminal urbana. Anteriormente a la prueba, cada camión y furgoneta de la empresa que suministraba mercancías en l'Hospitalet de Llobregat recorría mensualmente 2.366 km y 1.773 km, respectivamente. Durante la prueba, estos indicadores se redujeron a 1.320 km y 990 km, respectivamente, incrementando el factor de ocupación en un 5%. Sin la participación directa de un transportista tradicional o incentivos a los receptores, esta medida difícilmente puede ser justificada.

El único caso de éxito en el fomento de esta medida para un conjunto de comercios distribuidos en un barrio, sin estar dirigido a un transportista, ha sido el caso Binnenstadservice en los Países Bajos (Van Rooijen y Quak, 2010), en que varios receptores participaron en una iniciativa de consolidación, consiguiendo reducciones de costes similares a los de l'Hospitalet de Llobregat.

## 5.2. Consolidación de mercancías con participación de transportistas (orientada a los transportistas)

En el caso anterior se requería la colaboración activa de un gran número de comercios para alcanzar una demanda crítica que justificara económicamente el uso de centros de consolidación y que los comercios cambiaran la dirección de distribución. En este caso, la consolidación de las mercancías se consigue con la participación de distintos transportistas. Con un número reducido de transportistas, responsables de un volumen significativo de mercancías a distribuir, se pueden alcanzar ahorros de costes logísticos y medioambientales importantes.

Cada transportista es responsable de la realización de múltiples entregas a un subconjunto de estos receptores. Con la creación de la terminal urbana, los vehículos comerciales de los transportistas solo tienen que parar una vez en esta instalación para entregar todos los bienes a los receptores situados en esta zona. En esta instalación, los envíos se juntan y una flota común los distribuye a los destinos finales. Las estrategias de consolidación implican un cierto nivel de colaboración entre transportistas, ya que sus áreas de distribución y clientes se combinan en la flota común para la entrega de última milla.

En este sentido, la medida busca la colaboración directa del agente que puede sufrir un cambio significativo en su estructura de costes: el transportista. Por lo tanto, se prevé que el transportista participe en la prueba sin la necesidad de un liderazgo activo de las Administraciones locales o del otorgamiento de incentivos económicos para hacer cambiar

el paradigma actual de la distribución. El principal inconveniente de esta estrategia de consolidación es que implica una pérdida de contacto del transportista regular con los receptores o clientes. Por otra parte, las compañías a menudo necesitan la aprobación de los proveedores para realizar la distribución definitiva de sus mercancías a través de la instalación de la consolidación. No obstante, estas barreras corporativas pueden ser superadas con la percepción positiva de los vehículos ecológicos por parte de la sociedad.

Este concepto se ha llevado a cabo en la prueba piloto en Barcelona (proyecto SMILE) durante los meses de enero a junio de 2014, donde se construyó una terminal urbana para la microdistribución de mercancías en el barrio de Ciutat Vella. La terminal o microplataforma consistía en dos contenedores y una marquesina de protección y fue ubicada en el paseo Lluís Companys de Barcelona (figura 4a). El servicio de gestión de la microplataforma y de distribución de las mercancías desde la terminal hasta los comercios de Ciutat Vella fue realizado por la empresa VanaPedal con triciclos eléctricos de 1,2 m<sup>3</sup> de capacidad. Este servicio era gratuito para todos los transportistas que quisieran participar mediante la financiación europea del proyecto SMILE, con una limitación de 20 paquetes al día. Los triciclos compartidos distribuían las mercancías de múltiples transportistas en la zona de distribución definida por los códigos postales 08001-08003 de Barcelona. Durante los meses de la prueba piloto, participaron 6 transportistas, 3 habituales y 3 puntuales, con una demanda creciente, que pasó de los 469 envíos/mes hasta las 1.100 expediciones mensuales al final de la prueba. Cada triciclo hizo una media de 16,5 km al día, entregando unos 44 paquetes diarios, esto es entre 1,07 y 2,77 paquetes por kilómetro recorrido.

El factor de éxito para los transportistas fue una mayor eficiencia de los triciclos eléctricos para realizar la distribución en una zona de acceso restringido (figura 4b), ya que estos vehículos pueden circular por la acera y presentan una mayor productividad de envíos (mayor velocidad puerta-a-puerta y menor tiempo de entrega al poder aparcar ante el comercio). Los beneficios para la ciudad se resumieron en la reducción de aproximadamente 1,7 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> y el ahorro de 1.752 litros de combustible. El principal inconveniente que alegaron los transportistas era la limitación de 20 paquetes diarios, por lo que, a partir de julio de 2014, la empresa operadora del servicio ofreció triciclos en exclusividad a cada transportista, de forma que únicamente entregaran su mercancía a cambio del cobro de una tarifa a cada transportista, regulada por un contrato entre la empresa proveedora del servicio de microdistribución y el transportista tradicional. En este nuevo planteamiento, los transportistas asignaban a la terminal de consolidación los envíos de pequeño volumen para ser distribuidos en bicicleta eléctrica (sin limitación de número de paquetes), mientras que los paquetes voluminosos seguían siendo transportados por furgonetas o camiones ligeros. En este contexto, la distribución por medio de un triciclo eléctrico conseguía eliminar una furgoneta de la operativa del transportista, lo que se alineaba con los objetivos de sostenibilidad ambiental de la ciudad y con la rentabilidad del transportista. En este punto, el tema clave es la definición de la tarifa 9CF a pagar por los transportistas por cada paquete a ser distribuido vía la terminal de consolidación urbana.

## 6. Distribución en hora valle y nocturna

Para reducir la congestión y la contaminación durante las horas diurnas, esta medida promueve un cambio en el horario de las entregas y realizarlas durante las horas valle de tráfico o franja nocturna, DOV (19 pm-6 am). Esta medida no es nueva: en tiempo de

los romanos se aprobó la Lex Iulia Municipalis BC 45 que prohibía la circulación de los vehículos comerciales (carruajes) en la ciudad de Roma desde la salida del sol hasta las 10 am. Sin embargo, a lo largo del tiempo esta medida ha causado mucha controversia en su aplicación según sea voluntaria o bien coercitiva y en función de como se consigue el cambio de modelo de recepción por parte de los comercios.

La principal ventaja para los transportistas es que la distribución se realiza en un periodo temporal donde no hay congestión, por lo que se requieren menos vehículos para poder realizar los envíos. Asimismo, también puede existir una mayor disponibilidad de zonas de carga y descarga gracias a la utilización de carriles o zonas que durante el día están destinadas a la circulación. Para la ciudad, esta medida es positiva ya que reduce las externalidades relacionadas con la congestión y las emisiones contaminantes. Únicamente se pueden generar impactos negativos en la contaminación acústica, más incómoda en horario nocturno.

El punto clave en el desarrollo de esta medida es el comercio. Para una gran superficie comercial, recibir mercancías por la noche puede ser viable, ya que en este periodo hay personal realizando reposición de bienes de consumo que se puede encargar de recibir la mercancía. No obstante, se ha considerado tradicionalmente que no es una medida aceptada por el pequeño comercio, ya que obligaría a contratar más personal para recibir la mercancía por la noche. Sin embargo, hoy en día la recepción de mercancías por la noche se puede realizar sin la presencia de personal en la tienda (*unattended deliveries*) o flexibilizando el horario de recepción. En el primer caso, es necesario poner de manifiesto que la mayoría de comercios tienen un número reducido de transportistas de confianza que día tras día les visitan para proveerles de bienes de consumo. Estos transportistas, como sucede con otros servicios (limpieza, seguridad, mantenimiento), pueden tener acceso a la tienda fuera del horario comercial. En el segundo caso, se identifican comercios que exigen una franja temporal de recepción de la mercancía muy compacta que no responde a ninguna lógica económica ni funcional. Estos comercios podrían recibir la mercancía por su propio personal en una franja fuera de los episodios de congestión. En ambos casos, el comercio puede experimentar ganancias en materia de fiabilidad del servicio, ya que se puede asegurar disponer de la mercancía (incluso el día anterior) antes de la apertura comercial del establecimiento. Así pues, es preciso potenciar la aceptación del comercio para producir un cambio en la franja temporal de entrega de las mercancías.

Hoy en día, la medida de DOV suele ir acompañada de incentivos a los receptores por su compromiso de aceptar las entregas fuera del horario comercial. En primer lugar, su carácter voluntario garantiza un aumento del bienestar económico, simplemente porque las empresas que deciden hacer DOV lo hacen solo si las beneficia. En segundo lugar, se centra en los receptores como los agentes que toman las decisiones clave. Se podría argumentar que una tasa de congestión en los comercios para hacerles cambiar la hora de recepción también sería eficaz, pero hay diferencias sustanciales en la aceptabilidad política. Mientras que la tasa de congestión en el receptor puede provocar una fuerte oposición desde el sector empresarial, el uso de incentivos como parte de un programa de participación voluntaria es probable que genere un apoyo sustancial del sector comercial. Este hecho se ha demostrado en un programa piloto desarrollado en la ciudad de Nueva York.

El elemento central del programa de promoción de la DOV es el uso de incentivos para convencer a los comercios de aceptar la

distribución en hora valle. Una vez asegurada su participación, el apoyo de los proveedores y transportistas es directo, ya que pueden beneficiarse de los menores costes de transporte en DOV. Los incentivos financieros son necesarios para superar las deficiencias del mercado que impiden que el sistema de DUM llegue a su resultado más eficiente. La DOV ha sido objeto de bastantes estudios sobre la eficacia de los incentivos y los precios en el cambio de comportamiento y las condiciones necesarias para la DOV y la fijación de precios (Holguín-Veras et al., 2015). Para algunos comercios, no hay necesidad de un incentivo en curso, por lo que aún es más fácil para el sector público implementar DOV. En otros comercios, solo ha habido un incentivo económico para participar en la prueba piloto durante unos meses. Un único incentivo para probar la medida ha sido suficiente para convencer al comercio de que la estrategia es efectiva.

Gracias a las posibles reducciones de los viajes de camiones durante las horas regulares, la promoción de la DOV ha sido utilizada de un modo muy eficaz como medida de gestión de la demanda para acontecimientos especiales, durante los cuales la congestión podría haber colapsado la actividad comercial (por ejemplo, los Juegos Olímpicos de Verano en Londres en 2012). Asimismo, los resultados obtenidos en la ciudad de Nueva York donde se ha aplicado esta medida de forma voluntaria entre las 7:00 pm y las 6:00 am ha logrado un movimiento de entre el 20% y el 40% del tráfico de vehículos comerciales al período nocturno o de hora valle. La reducción de costes de transporte experimentada por los transportistas llegó a ser del 35,2% y se amplió adicionalmente en un 17% si se considera el ahorro en multas por estacionamiento ilegal durante la hora punta. Las reducciones en emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas se sitúan entre el 55% y 65%. Se ha logrado una participación de más de 400 comercios y departamentos comerciales. Un porcentaje similar de reducciones de costes de transporte y ahorros en emisiones se han identificado en pruebas piloto realizadas en São Paulo y en Bogotá. Se esperan nuevos resultados de pruebas piloto en marcha o planificadas por todo el mundo (Bruselas, Copenhagen, Washington, Sydney y Melbourne).

## 7. Cuantificación de los efectos de las estrategias de consolidación de mercancías y distribución nocturna

La implementación voluntaria de las estrategias de mejora de la DUM anteriormente expuestas está condicionada a que los diferentes actores participantes experimenten unos efectos positivos derivados del nuevo esquema de gestión. En este sentido, en este capítulo se evalúa la rentabilidad del transportista, del operador del CC (en el caso de consolidación de mercancías) y del medio ambiente en un conjunto de situaciones en una ciudad genérica con actividad comercial importante. El modelo de estimación de los costes de cada actor para ambas estrategias de mejora se basa en estimaciones de las variables operacionales más relevantes por medio de aproximaciones continuas. Los detalles del modelo se pueden consultar en Estrada y Roca-Riu (2017) y Estrada et al. (en prensa).

Las variables relativas a la rentabilidad de cada actor con la implementación de la estrategia de colaboración son:

- Incremento relativo de los costes del Transportista Cooperativo,  $\eta_N$ . Se calcula como el cociente entre los costes de distribución del transportista en la estrategia de mejora y los asociados a la situación tradicional. En el caso de los costes de la estrategia de consolida-

ción, se incluye el pago de una tarifa por cada paquete transportado al operador del CC.

- Incremento relativo de los costes del Medio Ambiente,  $\eta_E$ . En este caso, la variable se calcula como el cociente entre la monetización de las emisiones de gases contaminantes del parque de vehículos de mercancías en la estrategia de mejora de distribución y la asociada a la situación actual.

- Beneficios del operador del CC,  $\Delta_{CC}$ . Estos beneficios solo se computan en el caso de evaluar la estrategia de consolidación. Se calculan como la diferencia entre los ingresos y los costes fijos y variables experimentados por el operador para ofrecer el servicio de microdistribución desde la terminal urbana. Los ingresos corresponden básicamente al cobro de una tarifa por paquete gestionado de cada transportista.

En la evaluación de la implementación de cada estrategia, las condiciones necesarias para asegurar la rentabilidad de los principales actores se traducen en verificar que las variables  $\eta_w, \eta_E$  presentan valores entre 0 y 1, y que  $\Delta_{CC}$  presenta un valor positivo. En las figuras 5-7 se muestran los valores resultantes de un análisis de sensibilidad de las rentabilidades de los actores para la estrategia de consolidación (a) y para la distribución nocturna (b). Este análisis se realiza en relación con dos parámetros de entrada del modelo: la fracción de mercancías que pasará a ser entregada por medio de la nueva estrategia de mejora (eje de abscisas,  $F(u)$  o  $\mu$ ) y la densidad de comercio existente en la ciudad (eje de ordenadas,  $\delta$  (comercios/km<sup>2</sup>)). En todos los casos, se supone que la flota que utiliza el transportista son camiones ligeros diésel de 9 m<sup>3</sup> de capacidad que se mueven dentro de la ciudad a  $v=20$  km/h. En la distribución nocturna, el transportista utiliza los mismos vehículos, pero en este caso se supone que la velocidad urbana aumenta a  $v=30$  km/h. En el caso de la estrategia de distribución, el operador CC utiliza bicicletas eléctricas de 1,2 m<sup>3</sup> de capacidad, manteniendo la misma velocidad urbana que en la distribución regular. Asimismo, se ha considerado que la tarifa que paga el transportista al operador CC es equivalente al 30% de los ahorros de costes por paquete que experimenta el transportista. Los detalles numéricos de los parámetros utilizados se encuentran en Estrada et al. (2017).

En el caso de la estrategia de consolidación, existen varias combinaciones de densidad de comercios ( $\delta$ ) y de fracciones de mercancías servidas por el CC ( $F(u)$ ) que comportan un resultado no factible, es decir, que no se puede garantizar la rentabilidad del transportista y operador CC a la vez. Esta situación siempre sucede cuando la fracción de mercancía pasada al CC es inferior al 30%, según la figura 5a. En esta figura se puede observar que el transportista mejora su rentabilidad a medida que se incrementa la densidad de comercios a servir en la zona y la fracción de envíos a través del CC. Se pueden llegar a reducciones del coste de transporte del 15-20% cuando toda la mercancía es transportada vía CC. En el caso del operador del CC, existe una densidad mínima de clientes que hay que superar para justificar económicamente la provisión del servicio (figura 7). No obstante, la rentabilidad mejora a mayor densidad de comercios en la ciudad y mayor fracción de mercancías, es decir, una mayor demanda para repartir los costes fijos de operación del CC. Finalmente, la rentabilidad medioambiental, con el análisis de los ahorros de las emisiones (figura 6a), es la condición más restrictiva para el desarrollo de centros de consolidación. Se constata que para fracciones de mercancía inferiores a  $F(u)<0.7$ , la medida incrementa el valor monetario de las emisiones en relación con la distribución tradicional. Se puede concluir que las estrategias de consolidación solo pueden ser planteadas cuando se dispone de una

densidad mínima de clientes y los transportistas traspasan una fracción muy elevada de mercancías al centro de consolidación.

En el caso de la distribución nocturna, las reducciones de costes del transportista son más importantes que en la estrategia de consolidación, llegando a ahorros superiores al 30% cuando la mayor parte de la mercancía es repartida durante la noche, resultados similares a las pruebas piloto de Nueva York, Bogotá y São Paulo. Los valores obtenidos dependen mucho más significativamente de la fracción de mercancías traspasada en la franja nocturna que de la densidad de comercios  $\delta$ . No obstante, es necesaria una densidad mínima superior a 15 comercios/km<sup>2</sup> para que la medida comporte ganancias al transportista. No obstante, los resultados en materia de emisiones no son satisfactorios. El hecho de superponer rutas diurnas y nocturnas en una misma área de la ciudad operadas con la misma flota provoca que las emisiones aumenten con la distribución nocturna. Este hecho se puede resolver distribuyendo la totalidad de las mercancías por la noche con vehículos de mayor capacidad, lo que permitiría reducir el número de rutas y la distancia recorrida por la flota.

## 8. Conclusiones

La distribución urbana de mercancías es una actividad necesaria e imprescindible para el buen funcionamiento de las ciudades. Aun así se ha comprobado que genera problemáticas (aumento de tráfico, empeoramiento de la calidad del aire, ruido, entre otros) difíciles de eliminar, pero que se pueden mitigar con varias soluciones, que dependen siempre de las condiciones de contorno de las ciudades y no existen soluciones "mágicas" que sean de aplicación universal. Para cada ciudad, incluso para cada barrio, existe una adecuada combinación de soluciones que deben identificarse.

Para lograr un mejor funcionamiento de la distribución urbana de mercancías es importante coordinar a sus actores principales (proveedores, transportistas y receptores) y garantizar el máximo beneficio en cualquier actuación. En la mayoría de los casos, la cooperación entre estos actores es básica para llegar a una solución viable.

El proceso de renovación del parque de vehículos comerciales hacia vehículos más limpios y respetuosos con el medio ambiente ha sido una constante en la última década. Los vehículos eléctricos permitirán reducir los impactos en materia de emisiones en la distribución local de mercancías. Sin embargo, esta medida no presentará ningún avance para combatir los episodios de congestión de las vías de comunicación y plazas de carga y descarga de las ciudades. En este sentido, es preciso acompañar el proceso de medidas de eficiencia, organizativas y de cooperación entre agentes para combatir la congestión y reducir el número de vehículos por kilómetro recorrido por la flota comercial. Así, las Administraciones pueden ayudar a realizar la renovación del parque móvil mediante subvenciones o incentivos fiscales, pero también tienen que apostar por la reducción de su kilometraje, habilitando la utilización de vehículos de gran capacidad en ciudades en horas valle de tráfico (o nocturnas) y fomentando la colaboración entre agentes.

Existen dos medidas que pueden ayudar a mitigar los problemas de congestión y de contaminación en las ciudades: las estrategias de consolidación y la distribución nocturna.

Las estrategias de consolidación son únicamente válidas cuando se dispone de una densidad mínima de clientes y los transportistas traspasan una fracción elevada de mercancías al centro de consolidación. No es

una medida universal para cualquier ciudad, ya que para cada implementación es preciso verificar que se alcanza una rentabilidad mínima para el transportista y para el operador del centro de consolidación y unos ahorros de emisiones para la ciudad. El desarrollo de esta medida necesita contratos privados entre los transportistas y el operador del centro de consolidación para convenir la tarifa a pagar por paquete enviado a través del centro. Esta variable desempeña un papel muy relevante en la rentabilidad obtenida por ambos agentes. Finalmente, es preciso remarcar que el desarrollo de esta estrategia se puede realizar sin la participación directa de los agentes que controlan las decisiones económicas de consumo: receptores y proveedores.

En el caso de la distribución nocturna de mercancías, el solo hecho de traspasar una fracción mínima de los envíos de un transportista en la franja nocturna ya supone un ahorro de costes de transporte. Los ahorros pueden llegar al 30% si se pasa todo el volumen de mercancías a la franja nocturna, sin la necesidad de crear contratos entre varios agentes como sucede con los CC. Para conseguir reducciones de las emisiones generadas por los vehículos es necesario operar la franja nocturna con una flota de mayor capacidad que la diurna. No obstante, a los transportistas no les interesa operar con vehículos de mayor capacidad dado que con vehículos menores ya tienen asegurada la reducción de costes. En este sentido, las Administraciones públicas podrían desempeñar un papel importante en la adjudicación de incentivos para adquirir estos vehículos de mayor tamaño. El principal obstáculo para el desarrollo de la distribución nocturna es fomentar que los receptores admitan este nuevo paradigma. Son necesarios incentivos económicos al principio de la implementación de esta medida para asegurar una suficiente participación de receptores. En definitiva, es una medida fácil de aplicar y de gestionar, eficaz, y que a largo plazo, una vez superados los incentivos iniciales, puede compatibilizar los objetivos de transportistas, receptores, proveedores y ciudad sin ningún tipo de sobrecoste o penalización temporal.

## CONCEPTOS CLAVE Y OPORTUNIDADES DE LAS VÍAS DE FINANCIACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO

SERGI SAURÍ

Centro de Innovación del Transporte (CENIT)

### 1. La financiación del transporte público como uno de los pilares de la movilidad sostenible en entornos urbanos

Actualmente se está produciendo una tendencia creciente a la concentración de la población mundial en las ciudades, en paralelo a un aumento de la población, tal y como ilustran algunos datos de Naciones Unidas (United Nations, 2014), que ponen de manifiesto que mientras en 1950 el 30% de la población mundial era urbana, la previsión para 2050 es que este valor se sitúe en el 66%. Es más, en Europa actualmente esta cifra se sitúa en el 73%. Uno de los retos de las ciudades actuales es, pues, compatibilizar este incremento de población urbana con una razonable calidad de vida, que pasa, entre otros aspectos, por articular una movilidad sostenible en general y un transporte público de calidad en particular.

En efecto, el binomio 'movilidad sostenible-oferta de calidad de transporte público' es indisoluble. Permite una mayor capacidad de

transporte, en términos de personas por unidad de vehículo, que el vehículo privado, por un lado, y, por el otro, los costes ambientales son menores. Así, por ejemplo, según datos de la Autoridad del Transporte Metropolitano de Barcelona (ATM, 2015), la media unitaria de los costes externos de los diferentes modos de transporte público (bus, metro, etc.) se situaría en 0,029 €/veh/km, con datos de movilidad de 2012, mientras que la media del vehículo privado (urbano e interurbano) sería 0,13 €/veh/km. Solo considerando los vehículos urbanos, este último valor se situaría en 0,199 €/veh/km.

Con el fin de garantizar una oferta de calidad del transporte público, uno de los elementos primordiales es la existencia de una financiación sostenible que permita cubrir de una manera predictiva y estable todas las necesidades de financiación de inversiones y costes de explotación en el tiempo. En última instancia, el objetivo esencial de la financiación del transporte público, desde la óptica de las políticas públicas, tiene que ser la maximización del bienestar social.

Actualmente, en términos de financiación, las principales problemáticas que afrontan los sistemas de transporte público urbano (Ardila-Gomez y Ortegón-Sánchez, 2016) son:

- Limitaciones de los mecanismos actuales de financiación, que generan ingresos insuficientes para cubrir las inversiones y los gastos operativos del servicio.
- Ineficiencia en los precios y distorsiones económicas en el transporte a favor del vehículo privado. A modo de ejemplo, no se computan las importantes externalidades del vehículo privado, y mientras que muchos de los gastos en inversiones y mantenimiento de la carretera proceden de los presupuestos generales, el transporte público obtiene una proporción menor de recursos públicos.
- Con frecuencia falta de una nítida correspondencia, en el modelo de gobernanza de la financiación, entre las responsabilidades de algunos organismos municipales y metropolitanos sobre el transporte público y sus capacidades financieras.
- Falta de correspondencia entre la periodicidad de los ingresos destinados al transporte público y sus necesidades de financiación.

El objetivo de este documento es evaluar la situación actual de la financiación del transporte público en entornos urbanos, con el estudio del caso particular de la región metropolitana de Barcelona, desarrollando las problemáticas descritas y los mecanismos existentes para afrontarlas, indicando los retos y las tendencias de futuro en la movilidad urbana y su financiación. Por todo ello, el documento se estructura en seis apartados. En el primero, se argumenta el origen de la falta de financiación estructural en los sistemas de transporte público urbanos desde el punto de mira microeconómico. Seguidamente, se describen y valoran sucintamente los diferentes mecanismos actuales de financiación del transporte público. En un tercer apartado se introduce el caso particular de la región metropolitana de Barcelona. El cuarto se centra en la vertiente institucional, el modelo de gobernanza, como una pieza esencial en la arquitectura de la financiación. A continuación, se muestran las tendencias actuales en la movilidad en entornos urbanos. Y, finalmente, se realizan unas consideraciones finales, a modo de conclusiones.

### 2. La insuficiencia financiera del transporte público en entornos urbanos. Algunas consideraciones microeconómicas

Una de las premisas de que se parte cuando se articula la financiación de cualquier siste-

ma de transporte público es su naturaleza deficitaria. La principal explicación de este hecho reside tanto en la política de tarifación del servicio como en la naturaleza tecnológica de la oferta de transporte público.

En efecto, desde el punto de vista de la oferta, a medida que una red de transporte público es más extensa, los costes medios se reducen, fenómeno que indica la presencia de economías de escala. Esta característica comporta que los costes medios sean siempre superiores a los marginales (ver De Ruso et al. 2003, por ejemplo). Intuitivamente, dada una red de metro, se puede captar que la ratio entre los costes totales (donde los costes fijos de capacidad tendrán un peso importante) y los vehículos/km (coste medio) será superior al coste adicional derivado por el incremento de un veh/km (coste marginal), que será esencialmente coste energético.

Desde la óptica de la demanda, con el fin de alcanzar la eficiencia asignativa entre la demanda y la oferta, la política tarifaria óptima implica fijar el precio en el punto donde la demanda (ingreso marginal) es equivalente a los costes marginales  $Q_m$ . En este punto, por lo tanto, se producirá un déficit equivalente a la diferencia entre los costes medio ( $CM_m$ ) y marginal ( $CM_g$ ) multiplicado por la demanda, tal y como se ilustra en la figura 1.

Este déficit se ha abordado tradicionalmente desde dos vertientes: política tarifaria y aportaciones de fondos públicos. En el primero de los casos, se suelen aplicar políticas de discriminación de precios. En efecto, el conjunto de los usuarios del transporte público se pueden segmentar en grupos en función de su disposición a pagar por un viaje, grupos determinados esencialmente por variables medibles como es el caso del número de viajes habituales y el nivel de renta (estudiantes o jubilados). A partir de aquí, se articula una estructura tarifaria que permita capturar al máximo posible el excedente del consumidor (la diferencia entre el precio que un consumidor está dispuesto a pagar por una cantidad concreta de un bien, con respecto a lo que finalmente termina pagando) de cada uno de estos grupos. Eso incluiría tanto a los que están dispuestos a pagar por encima del coste marginal como a los colectivos en la situación contraria (aquí nos situaríamos dentro del contexto de las políticas sociales). Así, por ejemplo, se pueden definir tarifas especiales (precios reducidos) para jubilados y/o estudiantes, abonos que permitan disfrutar de precios unitarios de viajes más reducidos que los billetes sencillos, etc.

Con todo, se obtienen unos niveles de ingresos diferentes a los que resultan de aplicar estrictamente la regla del coste marginal (los ingresos serían superiores o inferiores al punto de equilibrio según la política de transporte y social particular de cada organismo competente), y normalmente por debajo del coste medio, como se puede observar en la mayoría de ciudades de las economías más desarrolladas. Suponiendo unos ingresos tarifarios medios superiores a los costes marginales (ver figura 1), el déficit a cubrir finalmente se situaría entre el coste marginal y el coste medio, generando así una importante necesidad de aportaciones de fondos públicos (subsídios) para alcanzar el volumen socialmente óptimo de transporte público<sup>1</sup>.

Precisamente, la existencia de economías de escala en el transporte público justifica la racionalidad económica de invertir en este modo. Suponemos, por ejemplo, que  $N$  usuarios diariamente se desplazan de la periferia al centro de la ciudad por trabajo, y pueden ir tanto en transporte público como en vehículo privado. En la figura 2 se representan las curvas de costes medios en función de los usuarios; con deseconomías de escala en el caso del vehículo privado, por

los sobrecostes derivados de la congestión, y con economías de escala para el transporte público. El punto de equilibrio se sitúa donde las dos curvas de costes se cortan (en que  $N_{vp}$  serían los usuarios, de los  $N$ , que optarían por el vehículo privado). En este marco, una política de transporte orientada a incrementar la capacidad de las carreteras se traduciría en una nueva curva de costes medios de la carretera, desplazada hacia la derecha respecto a la original (de  $VP_a$  a  $VP_b$ ) dando lugar a un incremento de los usuarios de la carretera ( $\Delta N_{vp}$ ) y a un coste medio de equilibrio superior al inicial ( $E_b > E_a$ ). En la literatura, este fenómeno se conoce como la paradoja Downs-Thomson (Mogridge, 1997). Políticas de fomento del transporte público, por el contrario, comportarán un mayor uso de las economías de escala de este modo, reduciendo, por lo tanto, los costes unitarios del conjunto del sistema de transporte. Si a los costes directos se añaden las externalidades de cada uno de los modos, estas diferencias son todavía más acentuadas.

### 3. Principios y mecanismos para la financiación del servicio de transporte público urbano

#### 3.1. Principios teóricos para la financiación del servicio de transporte público urbano

En términos genéricos, cuando se aborda la financiación de un determinado servicio público, como puede ser el transporte urbano, la teoría de la hacienda pública nos ofrece dos aproximaciones para establecer impuestos: el principio del beneficio y el principio de la capacidad de pago. En el primero de los casos, el gravamen está en función de los beneficios recibidos por el contribuyente: quien más se beneficia, más paga, mientras que el segundo se basa en las posibilidades financieras de los contribuyentes, esto es, quien tiene más renta, más paga, con independencia del beneficio recibido.

En el caso particular del transporte público urbano, tradicionalmente se considera más adecuado adoptar el planteamiento del principio del beneficio (Ardila-Gomez y Ortegón-Sánchez, 2016) para entender qué es lo que permite dirigir los siguientes aspectos, relacionados con las problemáticas señaladas en la introducción:

- Distorsiones económicas. Permite dirigir aspectos como las externalidades del transporte.
- La necesidad de inversiones en transporte sostenible. Así, por ejemplo, este principio permitiría la aplicación de una tasa por contaminación a los vehículos privados y que los ingresos obtenidos se aplicaran a inversiones en transporte público.
- Obtención de ingresos periódicos para hacer frente a los gastos de inversiones, explotación y mantenimiento.
- Obtención de financiación pública y privada e implicación de diferentes niveles de las Administraciones públicas competentes.

Un primer paso de la aplicación del principio de beneficio es identificar a los beneficiarios

de las inversiones en transporte público, que se pueden segmentar en tres categorías:

- Beneficiarios generales: la sociedad en su conjunto.
- Beneficiarios directos: estaríamos hablando de los usuarios del transporte en su sentido amplio, tanto los mismos usuarios del transporte público como del vehículo privado. Y es que s preciso tener presente que la oferta de movilidad, que comprende todos los modos de transporte, está constituida por diferentes redes de transporte, conectadas entre ellas en mayor o menor intensidad. Cualquier cambio en una de ellas, como consecuencia, por ejemplo, de una nueva oferta de servicio de transporte público, tiene una incidencia en el conjunto de la red, como podría ser el caso de un cambio modal de usuarios del vehículo privado al nuevo servicio. Por lo tanto, hay que considerar el conjunto de los usuarios de la movilidad como beneficiarios directos.
- Beneficiarios indirectos: no son los usuarios del transporte, pero reciben los beneficios de las inversiones en términos de mejora de accesibilidad, mejora de la movilidad, oportunidades de negocio, etc. En este punto habría los propietarios de terrenos/viviendas o empresas localizadas donde da servicio el nuevo transporte público.

Otra perspectiva que nos permite argumentar el principio del beneficio con el fin de estructurar la financiación del transporte público es a través del análisis de la naturaleza de este modo de transporte como bien público, e identificar los principales beneficios que aporta el transporte público en tanto que bien público. En este sentido, los principales beneficios vinculados al transporte público son la mejora de la calidad del servicio de transporte, la mejora de la sostenibilidad del transporte a largo plazo y la mejora de la actividad económica y de la accesibilidad en el ámbito donde transcurre el nuevo servicio. En la figura 3 se clasifican estos beneficios según, por un lado, su nivel de exclusividad o tipo de beneficiario (conjunto de la sociedad, ámbito de influencia del nuevo servicio de transporte y usuarios del transporte) y, por el otro, según el grado de rivalidad de los beneficios (bajo/nulo, moderado y alto<sup>1</sup>).

Atendiendo a la situación de la mayoría de los beneficios en los dos ejes (rivalidad y exclusividad), indicados en la figura 3, el transporte público tiene una marcada naturaleza de bien público, si bien no es un bien público 'puro' en el sentido económico, dado que algunos de sus atributos tienen un cierto grado de rivalidad y exclusividad. Precisamente, la existencia de beneficios exclusivos y rivales apoyaría la aplicación del principio de beneficio para articular la financiación del transporte público e implicaría, pues, que la parte del coste financiado por cada uno de los beneficiarios debería ser proporcional a los beneficios recibidos por cada uno de ellos (Lari et al., 2009).

#### 3.2. Mecanismos financieros para el servicio de transporte público urbano

Después de la exposición de los planteamientos teóricos necesarios para la definición de mecanismos eficaces de financiación del

servicio de transporte urbano, se expone acto seguido un amplio espectro de mecanismos tanto de financiación de las inversiones como de los gastos operativos del transporte, comunes en el marco europeo. En la tabla 1 se muestran los mecanismos según los tipos de beneficiarios y a continuación se describen. Algunas consideraciones al respecto:

#### Mecanismos financieros vinculados a los beneficiarios generales (sociedad)

Más allá de los subsidios procedentes del Presupuesto General de la Administración Pública nacional, cuyo uso se ha justificado en el apartado 2, es preciso destacar las subvenciones y los préstamos de organismos nacionales e internacionales. El préstamo es una de las formas más comunes de financiación de las inversiones por parte de los entes locales y de gobiernos, con garantías que suelen salir del sector público. Las agencias internacionales de fondos y los bancos, por su parte, no han considerado tradicionalmente las inversiones en transporte público urbano como un ámbito de beneficios, debido a las necesidades de fondos públicos que han requerido estos tipos de inversiones. Es por ello que el volumen de fondos destinados a inversiones en los otros ámbitos de transporte son más elevados. Los fondos de las agencias internacionales y los bancos se han centrado básicamente en la fase de inversión más que en la financiación de la operativa y han tomado forma de préstamo en condiciones ventajosas en términos de tipo de interés y de duración.

Dentro del ámbito de la Unión Europea, cabe destacar los fondos estructurales y de inversiones europeos (ERDF, ESF y fondo de cohesión). Existen partidas especiales para movilidad urbana muy vinculadas a políticas de fomento del transporte sostenible. Otra línea de fondo son los fondos europeos para inversiones estratégicas (EFSI), instrumento organizado dentro del Plan de inversiones Juncker. Hay que añadir, además, las oportunidades de financiar acciones innovadoras con los programas de I+D+i, como el H2020.

Otros mecanismos de financiación vinculados a los beneficiarios generales son los fondos para la financiación de inversiones con carácter ambiental. Existe una amplia diversidad de fondos, tanto de ámbito público como privado, que suelen tener unos criterios de elegibilidad muy concretos. Son fondos que están dentro de la estrategia general de financiación de las inversiones en transporte público, pero con el objetivo de cubrir solo el coste asociado a la implementación de medidas para reducir los impactos ambientales.

Así, por ejemplo, a nivel de la Unión Europea, parte de los fondos estructurales y de inversión (ERF y ESF) están destinados a la mejora del transporte sostenible en general y a la reducción de las emisiones en particular en un contexto de movilidad urbana. Otros ejemplos de programas que permiten inversiones ambientales son los H2020 y los INTERREG Europe 2014-2020. El Banco Europeo de Inversiones, por su parte, tiene el programa ELENA que permite cubrir incluso el 90% de los costes de la propuesta técnica

<sup>1</sup> La justificación de los subsidios al transporte público también se puede realizar desde otra óptica, la de los costes incurridos por los usuarios de este transporte, en contraste con la óptica de los costes de producción del operador de transporte. A modo de ejemplo, suponemos una línea de autobús. Uno de los principales componentes de gasto de los usuarios es la valoración del tiempo incurrido (tiempo de viaje más el de espera). A medida que se incrementa el número de usuarios será necesaria una mayor frecuencia de autobuses, y se reducirá así el tiempo medio de espera de cada usuario. Por lo tanto, los costes medios de los usuarios se reducirán con el incremento de la demanda. Este efecto se conoce como efecto Mohring (Mohring, 1972), en honor al economista Herbert Mohring, el primero en analizar esta particularidad de los transportes en red. Así pues, un subsidio estaría justificado en la condición de que permitiría una mayor demanda que si el usuario asumiera el coste íntegro del servicio y posibilitaría así una reducción del coste medio de los usuarios.

<sup>2</sup> Los bienes públicos son bienes de consumo colectivo y en este sentido se caracterizan por las propiedades de no rivalidad y no exclusión; la no rivalidad implica que el consumo del bien por parte de un individuo no limita el consumo que puedan hacer otros individuos, mientras que la no exclusividad implica que el bien se provee de manera tal que todos los individuos, sin excepción, pueden disponer de este. Los bienes que estrictamente responden a esta definición (por ejemplo, el servicio público de policía o defensa nacional) son denominados bienes públicos puros, para diferenciarlos de una gama importante de bienes de carácter público que no obedecen totalmente a alguna de estas características (no rivalidad o no exclusión), así como de los bienes privados puros, que son tanto rivales (la demanda del bien por un individuo reduce el consumo que pueden hacer los demás) como exclusivos (al pagar un precio por el consumo de un bien, el resto de individuos quedan excluidos de su consumo).

para implementar medidas de eficiencia energética y ayudar a la obtención de financiación privada. Otros ejemplos son los *international climate funds* del Reino Unido y los fondos privados *clean development mechanisms*.

Otro de los mecanismos de financiación vinculados a los beneficiarios generales son las colaboraciones publicoprivadas (CPP), contratos entre el sector privado y el sector público para la construcción de infraestructuras y/o prestaciones del posterior servicio de transporte urbano. Las principales ventajas son: facilitan la experiencia, *know-how* y recursos humanos del sector privado; propician que el sector privado asuma el riesgo del coste del ciclo de vida, y permiten una cierta previsión presupuestaria. Según las funciones delegadas al sector privado, se pueden distinguir una amplia variedad de CPP. Así, tenemos, por ejemplo, diseño y construcción, construcción-operación-transferencia (hay una transferencia del riesgo al privado) y el diseño-construcción-financiación-operación (tiene como principal objetivo transferir el riesgo al sector privado en los grandes proyectos de inversiones en infraestructuras).

#### **Mecanismos financieros vinculados a los beneficiarios directos**

Más allá de los ingresos procedentes de la política de tarificación del transporte público, tal y como se ha explicado en el apartado 2, existe la posibilidad de obtener ingresos por la tarificación al transporte privado; por ejemplo, la tarifa al aparcamiento, por congestión, uso de la carretera y otras tasas vinculadas al vehículo.

En esencia, el principio económico fundamental es dirigir las externalidades negativas del transporte. Para el caso particular del vehículo, donde están centradas estas medidas, este presenta una serie de costes externos, como son la contaminación, el cambio climático, la congestión, los accidentes, etc., que no son asumidos directamente por los usuarios del vehículo y son soportados por el resto de la sociedad. Esto provoca, además del coste vinculado a las externalidades, una asignación ineficiente del recurso 'capacidad' de la carretera. Con el fin de corregir esta situación, la doctrina económica establece que los usuarios del vehículo privado tienen que internalizar (pagar) las externalidades que generan. Una forma de hacerlo posible es a través de un impuesto (impuesto pigouviano<sup>5</sup>) equivalente a las externalidades negativas generadas. A partir de este marco general, se articulan las diferentes tasas vinculadas al vehículo, como la tasa por congestión, por aparcamiento, por combustible, por contaminación, etc.

Hay que tener presente que en este tipo de tarificación es preciso buscar el compromiso entre una tarifa que refleje lo mejor posible el valor de las externalidades, lo que suele ser costoso a la práctica debido a las necesidades tecnológicas que eso implica, y unas mínimas necesidades de recaudación procedentes de la tasa. En el caso de la tasa por congestión, son múltiples los casos de éxito, como el de Londres. Las *london congestion charging schemes* se introdujeron en 2003 y los ingresos netos que generan se destinan obligatoriamente al plan local de transporte de la ciudad, o más concretamente a la mejora de la red de autobuses.

#### **Mecanismos financieros vinculados a los beneficiarios indirectos**

Finalmente, los mecanismos vinculados con los beneficiarios indirectos presentan unos ingresos no constantes a lo largo del tiempo y dependientes del ciclo económico. Además, suelen presentar dificultades administrativas por sus elevados costes de transacción y suelen requerir la coordinación entre diferentes agentes. No obstante, en el caso particular de los ingresos vinculados a la publicidad y a los trabajadores, los ingresos suelen ser más estables temporalmente.

Un ejemplo de este tipo de tasa es el *versement transport* de Francia, implantado en 1971, obligatorio para toda empresa, ya sea pública o privada, con más de nueve trabajadores asalariados y calculado como un porcentaje del coste de empresa de cada trabajador. Inicialmente se aplicó Île-de-France con el objetivo de obtener fondos para mejorar e incrementar la oferta de transporte público de la región de París, y posteriormente se extendió a otras áreas metropolitanas con autoridades del transporte.

Otro ejemplo de interés, y más reciente, es el *workplace parking levy* de Nottingham, un tributo a las empresas localizadas en la ciudad y que graba el número máximo de plazas de aparcamiento que se ponen a disposición de los trabajadores. El importe anual del impuesto por plaza es actualmente de 440 €. En el último ejercicio fiscal de 2015-2016 permitió una recaudación de 9,3 millones de libras. Se diseñó de manera tal que permitiera la financiación de un programa de inversiones de 23 años en transporte público, entre las que había la extensión de la red de tranvía.

Otro fondo de ingresos asociados a los beneficiarios indirectos son las tasas vinculadas al incremento de valor de la propiedad como consecuencia de un nuevo servicio de transporte público. Esta mejora se puede situar entre el 5% y el 10% en el caso de propiedades de uso residencial y entre un 10% y 30% cuando el uso es comercial (Agence Française de Développement y French Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and the Sea, 2009). La puesta en funcionamiento de un nuevo servicio de transporte público mejora la accesibilidad y la productividad de su zona de influencia.

Uno de los aspectos fundamentales de este tipo de medida es cómo captar, por parte de la Administración pública, este incremento de valor de la propiedad y poder utilizarlo para nuevas inversiones o gastos operativos de los servicios existentes. En esencia, existen dos métodos de captación. El primero es la compra anticipada de la propiedad, previa al anuncio de la nueva inversión. Posteriormente, se vende a precio de mercado con el consecuente aumento de valor. No obstante, si el periodo entre la compra y la venta es largo (relativamente fácil cuando se tienen que ejecutar grandes proyectos de inversión), las tendencias del mercado inmobiliario pueden reducir este valor adicional potencial. Un segundo método de captura del incremento del valor de la propiedad es por medio de las tasas a mejoras de la plusvalía de la propiedad. No debe confundirse por la tasa a la propiedad, sino que en este caso se graba una parte de la mejora del valor de la propiedad derivada de la implantación del nuevo servicio de transporte público.

#### **3.3 Evaluación de los mecanismos de financiación del servicio de transporte urbano**

Indicados los principales mecanismos de financiación del transporte público, el siguiente

paso es evaluar cada uno de ellos en base a los objetivos principales que tienen que perseguir. Siguiendo Ardila-Gomez y Ortegón-Sánchez (2016), y recordando lo que se ha explicado en el apartado introductorio de este artículo, es preciso que la financiación del transporte público sea:

- **Sostenible financieramente.** Esto supone que los ingresos cumplan en la mayor medida de lo posible los siguientes atributos: haya una cierta periodicidad; sean estables en el tiempo; sean aceptables; tengan capacidad para generar fondos de ingresos, y, cuando dependan de las Administraciones públicas, como las tasas, estén articulados administrativamente de manera tal que su cuantía sea ajena a decisiones políticas puntuales.
- **Promotor del transporte sostenible.** Esto se concreta en los siguientes atributos: que promueva inversiones eficientes; que permita equidad vertical y horizontal, y que promueva la sostenibilidad ambiental.

Bajo estos indicadores y criterios, en la tabla 2 se muestra una valoración cualitativa de cada uno de los mecanismos de financiación, mientras que en la tabla 3 se muestran las fuentes de financiación según los beneficiarios e idoneidad del gasto que puede cubrir (mantenimiento y explotación y/o inversiones).

En un ejercicio de síntesis, y con el peligro de simplicidad que ello supone, si de cada una de las propiedades básicas a exigir a las diferentes fuentes de financiación (la sostenibilidad financiera y la promoción del transporte sostenible), hubiera que escoger un atributo, seguramente serían las actuaciones con más efecto sobre la sostenibilidad ambiental y con más capacidad de generar fondos.

Las medidas que obtienen la máxima puntuación de ambos indicadores son las que tasan la movilidad del vehículo privado, como la tarifa por congestión (tabla 2). Cabe decir que la puntuación en cuanto a capacidad de generar fondos es muy dependiente de cómo se plantee el esquema tarifario. Esto plantea una doble visión, con respecto al largo plazo, de cómo implementar este tipo de medidas. La primera, los esquemas tarifarios que se aproximan mucho al coste ambiental generado por los usuarios y que, por lo tanto, son eficaces en la gestión de la demanda de vehículo privado, pero seguramente requieren importantes inversiones y costes de mantenimiento, en detrimento de la generación de fondos para destinar al transporte público. La segunda consiste en optar por un esquema tarifario más simple, que, si bien no gestione la demanda con la misma eficacia que la primera opción, permita destinar fondos al transporte público, fomentando así un cambio modal a largo plazo. La respuesta a esta cuestión dependerá en gran medida de la situación de partida, y más concretamente de la elasticidad-demanda del vehículo privado en relación con las tarifas vinculadas a la movilidad.

#### **4. La financiación del transporte público en la región metropolitana de Barcelona**

La gestión, planificación y financiación del sistema de transporte público de la región metropolitana de Barcelona (RMB) se articula por medio de la Autoridad del Transporte Metropolitano del Área de Barcelona, consorcio entre Generalitat de Catalunya, el Ayuntamiento de Barcelona, el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) y la Asociación de

<sup>5</sup> Una forma de resolver las ineficiencias en la asignación de un determinado bien producidas por las externalidades negativas vinculadas a la producción de este bien es por medio de los impuestos pigouvianos, en que este último equivale a la diferencia entre el coste social para producir el bien (coste interno del productor más la externalidad) y el coste interno (incurrido) para el productor. En el momento en que el productor incorpora en su estructura de costes las externalidades que genera, por medio de este impuesto, se produce la cantidad de producto socialmente óptima.

Municipios por la Movilidad y el Transporte Urbano (AMTU); la Administración general del Estado (AGE) tiene presencia en calidad de observador.

A nivel de financiación, el sistema tiene dos fuentes principales de ingresos: la procedente de las tarifas, en un sistema integrado, y la de las aportaciones de las Administraciones consorciadas. La ATM recauda los ingresos y los distribuye entre los distintos operadores. Las tarifas supusieron en 2016 unos 629 M€, que representan un 46,6% de cobertura, según datos de la misma ATM. Supone una tendencia a la recuperación respecto al 2009, cuando se situó en el nivel más bajo porcentual respecto al 2003, en el 40,6%. En 2003 fue del 50,9%. A nivel europeo, este porcentaje es muy variable. Según datos procedentes de los miembros de la EMTA (asociación que agrupa a autoridades metropolitanas europeas), el nivel de cobertura se sitúa entre el 80% (Reino Unido), seguido de cerca por Alemania (casi un 80%), y el 30%, de Italia. La media sería del 50%. La ATM se sitúa, por lo tanto, dentro de la media europea.

Con respecto a las aportaciones de las Administraciones consorciadas, tan solo hay un único caso de un tributo destinado específicamente a la movilidad. Se trata de un recargo del IBI de los municipios inscritos en el AMB, el llamado *tributo metropolitano*. Otros fondos de ingresos ad hoc, aparte de las aportaciones a cargo del presupuesto, serían el canon por los servicios de aerobús y de bus turístico (ingresos comerciales).

A pesar de esta recuperación de los niveles de cobertura, desde 2009, cuando los efectos de la crisis económica empezaron a ser más intensos, ha habido una dificultad para contener los gastos, por dos razones principales: se ha aumentado la oferta de transporte público, incrementando así los gastos corrientes, y no se han producido ni recortes en el servicio ni en la calidad del transporte público. Estos dos aspectos, por el lado de la oferta, juntamente a una política tarifaria moderada (hasta 2014 tenemos un incremento de la tarifa media y a partir de 2015 una reducción) y una demanda contenida debido a la crisis (aunque no existiera el escenario de crisis, hay que tener presente que son necesarios unos años de consolidación de la demanda de un nuevo servicio de transporte), por el lado de la demanda, han generado un déficit acumulado entre 2009 y 2013 de 547 M€. En la figura 4 se aprecia la evolución de estas variables en los últimos años.

Con el fin de corregir esta desviación la ATM definió el Plan marco de financiación 2014-2031 con dos pilares: 1) equilibrar los gastos corrientes y los ingresos a través de un incremento de las aportaciones de las Administraciones consorciadas (convenio de financiación), pasando de 551 M€ anuales a 683 M€, y de la contención del gasto de los operadores de transporte (contratos programa); y 2) refinanciar con las entidades financieras la deuda acumulada entre 2009 y 2013 y una nueva financiación para equilibrar ingresos y gastos en 2014-2016 (contrato de financiación con las entidades financieras).

Con independencia del nivel de éxito que pueda tener el plan articulado por la ATM, se trata de una arquitectura en que las nuevas inversiones en servicios de transporte público son muy dependientes de aportaciones adicionales por parte de las Administraciones consorciadas, con una capacidad inversora limitada. Precedentes de reducción de las aportaciones se han producido en el pasado; así, por ejemplo, la de la Administración General del Estado pasó de 150 M€ en 2010 a 95 M€ en 2013.

Si se quiere garantizar una financiación sostenible en el tiempo habrá que actuar en las siguientes direcciones:

- Por el lado de la oferta, continuar con la contención del gasto y redefinir los servicios de transporte público con una visión integral, multimodal, y no en clave unimodal, tanto en planificación de la red como en frecuencias y horarios, que seguramente podrá inducir un cierto nivel de demanda.
- Por el lado de la demanda, una política tarifaria que permita más ingresos y compatible con descuentos sociales, que, de hecho, se espera que sea el caso con la puesta en funcionamiento de la T-Movilidad.
- A nivel impositivo es preciso buscar otras fuentes de ingresos estables en el tiempo y destinadas exclusivamente al transporte público y, más concretamente, las procedentes de imposiciones a los usuarios de los vehículos privados por las externalidades causadas. Además de contribuir al sistema de transporte público, permitirán disuadir el uso del vehículo. En última instancia, el quid de la cuestión es establecer un *pool* de diversas fuentes de ingresos (tasas/impuestos vinculados al transporte, aportaciones e ingresos tarifarios) que permitan obtener una estabilidad presupuestaria, como mínimo para garantizar los gastos corrientes.

En este sentido, uno de los logros más importantes en financiación del transporte público en Cataluña se alcanzó en 2015 con la Ley 21/2015, del 29 de julio, de financiación del sistema de transporte público en Cataluña. En esencia, la norma establece el marco de referencia para garantizar la sostenibilidad financiera del transporte público. Destacan dos aspectos primordiales de la ley, con el fin de alcanzar este objetivo. En primer lugar, se garantiza el equilibrio financiero, es decir, las Administraciones públicas con competencia en esta materia están obligadas a velar por este equilibrio con aportaciones, lo que es relevante para los casos en que diferentes entes públicos coparticipan en la gestión y financiación de un servicio de transporte público concreto. Y, en segundo lugar, se formulan nuevas formas de financiación finalista, más allá de las aportaciones de las Administraciones públicas y de las tarifas de los propios usuarios. Así, permite tributos sobre la congestión y contaminación procedentes de los vehículos privados (lo que supone, sin duda, una visión integral de la gestión de la movilidad, más allá de un propio modo específico de transporte), o recargos sobre tributos existentes, como el impuesto de actividades económicas sobre superficies comerciales.

## 5. Algunas consideraciones sobre el modelo de gobernanza del transporte público

Uno de los elementos primordiales en que debe apoyarse la financiación del transporte público es el modelo de gobernanza, eso es, la articulación institucional y entre los operadores, en su caso, para garantizar y velar por una eficaz provisión de transporte público.

Actualmente, la provisión de los principales aspectos desde el punto de vista de la Administración pública que confluyen en un proyecto de transporte público como la planificación territorial y de infraestructuras, la financiación, etc., está distribuida entre diferentes niveles de gobierno, lo que dificulta una gestión integrada de la red de transporte (Turró et al., 2015). No obstante, son abundantes los casos de grandes ciudades europeas en que la red de transporte público es organizada por el mundo local, sin interferencia del gobierno central, como es el caso de Alemania, Italia o el Reino Unido.

Otras complicaciones de la actual organización del sistema de transporte son: las redes

de transporte público en grandes ciudades suelen ser multimodales, incluyendo el transporte ferroviario, pero la gestión es encargada a menudo a operadores diferentes, según una lógica modal, y los servicios con frecuencia están operados por diferentes empresas.

Las autoridades metropolitanas del transporte desempeñan un papel importante en la definición de los objetivos de las políticas de transporte, las dimensiones de las redes, la política tarifaria y la coordinación de políticas de transporte público con otros aspectos de la movilidad y políticas públicas en general.

En paralelo al proceso de descentralización de los poderes centrales hacia los poderes locales (Zegras et al., 2013), cada vez más áreas metropolitanas están considerando reestructurar la planificación del transporte en el sentido que esté gestionada por autoridades públicas del transporte.

## 6. Tendencias actuales en la movilidad metropolitana

La mayor parte de las tendencias actuales provienen del lado de la demanda. En primer lugar, tal y como ya se ha anticipado en el apartado introductorio, se está produciendo un incremento de la población que vive en las ciudades, donde las necesidades de dotación de transporte público y, por consiguiente, de financiación son importantes. En algunas ocasiones este crecimiento se realiza de una manera no sostenible, en forma de desarrollos fuera de la ciudad, generando deseconomías importantes (congestión, polución, etc.) y un sobrecoste significativo sobre la sociedad.

Una segunda tendencia de la demanda es la aparición en los últimos años de los 'nuevos' servicios a la movilidad. De hecho, existe una tendencia a clasificarlos de nuevos, pero la movilidad compartida es un concepto con algunas décadas de antigüedad. Las posibilidades que permiten las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, juntamente con el marco de crecimiento de la economía colaborativa, están dando un gran impulso en los últimos años a esta forma de movilidad.

No obstante, este tipo de movilidad debe verse como un complemento a los sistemas masivos de transporte. Aunque sus volúmenes actuales no son grandes con respecto al conjunto de la movilidad, constituyen un buen complemento para superar los puntos débiles de la oferta de transporte público (al dotar de servicio a las zonas de baja densidad, en los servicios nocturnos y para atender necesidades específicas), de manera tal que la integración de ambos constituye una oferta competitiva frente al vehículo privado.

Las diferentes formas de movilidad compartida permiten mejorar tres de los principales puntos débiles del transporte público desde el punto de vista de la calidad percibida por el usuario: disponibilidad (no siempre está disponible ni en los horarios ni en el nivel de cobertura geográfico), fiabilidad y confort.

Algunos de los estudios realizados para analizar la movilidad compartida sobre el sistema del transporte indican que existe una tendencia a una menor tenencia del vehículo y a una reducción del gasto en transporte entre los usuarios de la movilidad compartida, así como hacia el fomento del uso del transporte público (SUMC, 2016).

Otra de las tendencias en la demanda es el concepto de *mobility* as a service definido como "un sistema en que una empresa ofrece un amplio espectro de servicios de movilidad a los clientes a partir de la oferta existente" (Heikkilä, 2014). De hecho, es una evolución natural del servicio actual de diferentes operadores de transporte público

de ofrecer una tarifa integrada y/o un sistema de pago integrado, como es el caso de la mayor parte de las ciudades importantes europeas. El siguiente paso es integrar en este sistema servicios de movilidad provistos por operadores privados (taxis, movilidad compartida, etc.), que complementen la oferta de transporte público ofreciendo servicios de última milla, de esta forma se consigue proveer una propuesta integral de servicios de movilidad.

Desde el punto de mira de la financiación y el modelo de gobernanza del transporte público, las dos tendencias anteriores, en movilidad compartida y en movilidad as a service, plantean dos cuestiones relevantes:

- En primer lugar, quién debe tomar el liderazgo en esta tendencia (Holmberg et al. 2016). Parece lógico que sea el sector público, y concretamente las autoridades del transporte, dado que gestionan el transporte público, el elemento nuclear e integrador de la oferta de transporte. En este sentido, estas tendencias han supuesto una integración horizontal entre los servicios de transporte públicos y privados.

- Y, en segundo lugar, cómo se contribuye a la financiación del transporte público. A priori estas nuevas plataformas y ofertas de servicios, en tanto que se apoyan en gran parte en la oferta de transporte dada la complementariedad entre ambas demandas, deberían contribuir al mantenimiento del sistema de transporte público. Sin embargo, es preciso tener presente que no supondrían una fuente significativa de financiación, dado el reducido volumen que representan actualmente con respecto al total.

Otro tipo de tendencias afectan al lado de la oferta. Las más actuales son las inversiones en nuevas tecnologías de la información y comunicación para mejorar la calidad del servicio de transporte público, y las inversiones en flotas con nuevas fuentes de energía con menos impacto en emisiones, como es el caso de la eléctrica y el gas.

La variabilidad de los precios de los carburantes, con episodios de picos importantes, junto con la necesidad de reducir las emisiones por transporte en las ciudades está motivando la introducción de otras energías alternativas, GNL y electricidad, en el transporte público de autobuses. Si bien el uso de los vehículos eléctricos supone un precio de adecuación mayor (puede llegar a ser el doble que un diésel) y plantea ciertas rigideces en la planificación de la operativa del transporte, en los últimos años se ha producido una nítida tendencia al uso de flotas eléctricas (ZeUS, 2016).

## 7. Conclusiones

A modo de conclusión, se pueden indicar una serie de consideraciones. En primer lugar, si bien actualmente hay un amplio espectro de mecanismos de financiación, la financiación sostenible del transporte público sigue siendo uno de sus elementos débiles. Las necesidades crecientes en transporte público, debidas al incremento del grado de urbanización de las ciudades y a la necesidad de mejora constante de la calidad de este transporte, se enfrentan a una serie de debilidades del sistema actual. Así, muchos de los sistemas de transporte público dependen de las aportaciones a cuenta de los presupuestos generales de las Administraciones públicas responsables, sin ingresos tributarios finalistas, lo que no permite cubrir ni nuevas inversiones ni los gastos corrientes a largo plazo. En muchas ocasiones, además, no hay una correspondencia entre las responsabilidades que están asumiendo algunas Administraciones y sus capacidades presupuestarias.

Con el fin de avanzar hacia la articulación de una serie de mecanismos de financiación tanto en inversiones como en gasto corriente que permitan la sostenibilidad económica del transporte público, es preciso:

- Estructurar una tributación finalista para el transporte público.
- Que esta tributación tenga una lógica sistémica, es decir, promocionar tributos que permitan un uso más racional del vehículo privado y destinar los ingresos al transporte público.
- Que el modelo de gobernanza del transporte público permita que las Administraciones responsables de la planificación y la gestión tengan la correspondiente capacidad económica y financiera.
- Que las fuentes de ingresos se estructuren en un conjunto de mecanismos de financiación (tributos finalistas, aportaciones a cargo de presupuesto general, ingresos tarifarios, etc.), cuya combinación óptima dependerá de las situaciones particulares de cada municipio.

## LA CONVIVENCIA ENTRE LAS ENCUESTAS Y LOS NUEVOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE LAS PAUTAS DE MOVILIDAD. PERSPECTIVA HISTÓRICA Y OPORTUNIDADES FUTURAS

MAITE PÉREZ

Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona

### 1. Introducción

Conocer cuáles son los comportamientos de la gente en su día a día, qué hace, a qué dedica su tiempo, qué actividades realiza; relacionarlo con las condiciones personales y del entorno en que vive y se relaciona; analizar las repercusiones económicas, territoriales y ambientales que generan y vincularlas con otras variables de tipo preferencial, ha sido y todavía lo es una necesidad destacable en diferentes ámbitos de la planificación y diseño de políticas a cualquier escala territorial y en cualquier periodo temporal. Desde la planificación, gestión y operación de los sistemas de movilidad —el ámbito que hace más visible esta necesidad—, pasando por el planeamiento urbanístico, la economía territorial o las políticas de vivienda, hasta el diseño de políticas de equidad social o de mejora ambiental, entre otros, muchos sectores requieren disponer del conocimiento sobre las pautas de movilidad en el territorio.

Para aquellas personas que se han dedicado y se dedican a planificar u operar la red de transporte, siempre ha sido prioritario conocer con el mayor detalle posible a nivel territorial los flujos de movilidad (orígenes y destinos, en forma de matriz) y, según el ámbito de actuación concreto, el resto de necesidades podrían variar entre conocer el medio de transporte con que realizan estos flujos, el perfil de las personas que se mueven, las características temporales de los desplazamientos (cuándo se realizan y su frecuencia) o la motivación para realizarlos. Y estas necesidades son compartidas por otros equipos de disciplinas similares o completamente distintas, pero para las que el estudio sobre cómo nos movemos, qué motiva esta movilidad y cómo nos moveremos es del

todo indispensable para diseñar acciones futuras.

Históricamente, los métodos de investigación de las pautas de movilidad se han basado en la obtención indirecta de la información a través del uso de encuestas, de censos o de otras herramientas como registros administrativos, pero en las últimas décadas han empezado a surgir nuevas tecnologías que han permitido ampliar el abanico de opciones para obtener información al respecto, si bien deben tenerse en cuenta diferentes aspectos que hacen que todavía ahora no se puedan considerar totalmente homologables.

Este artículo quiere recoger, brevemente y en primer lugar, la historia de las metodologías tradicionales (encuestas de movilidad y censos) realizadas a nivel catalán, estatal y europeo; para continuar con una descripción básica de los nuevos métodos que han surgido para conocer las pautas de movilidad de las personas y qué aplicaciones tienen. Finalmente, se recoge un balance de las oportunidades y retos que ambas metodologías ofrecen de cara al futuro, en tanto que, como se verá, están obligadas a convivir, cuando menos, en el corto plazo.

## 2. Breve historia de las encuestas de movilidad y de los métodos tradicionales de recogida de las pautas de movilidad

### 2.1. En el ámbito metropolitano de Barcelona

En Barcelona y en su área metropolitana ha existido una larga trayectoria en el conocimiento de las pautas de movilidad de sus residentes. En los años 1981 y 1983 se efectuó la Encuesta domiciliaria en la conurbación de Barcelona (realizada por la Corporación Metropolitana de Barcelona, CMB). En 1986, TMB efectuó la Encuesta de movilidad y tarificación y dos años más tarde, la CMB efectuó de nuevo la Encuesta domiciliaria sobre la movilidad obligada y no obligada. Desde el año 1992 y hasta 2002, anualmente se realizó la Encuesta de movilidad y tráfico del área metropolitana de Barcelona (IEMB), incorporada dentro de la Encuesta de seguridad y victimización.

Con la creación de la Autoridad del Transporte Metropolitano en 1997, se inició una línea de actuación específica para desarrollar encuestas de movilidad en su ámbito de actuación, la región metropolitana de Barcelona. Nació entonces la llamada Encuesta de movilidad cotidiana (EMQ). De carácter quinquenal, la primera se realizó en 1996, y la segunda en 2001. La edición de 2006 se efectuó en el conjunto de Cataluña. Es la primera vez que se tiene una visión global de la movilidad de los residentes en Cataluña. La actual coyuntura económica no permite establecer un calendario de realización de la próxima EMQ.

Desde el año 2003 la ATM y el Ayuntamiento de Barcelona iniciaron un trabajo periódico, con el nombre de Encuesta de movilidad en día laborable (EMEF), de carácter anual, con menor muestra que la EMQ y sobre un subuniverso de la población (mayores de 16 años). Esta serie permite realizar un seguimiento de la información estadística de movilidad que complementa la de la gran encuesta EMQ. Esta encuesta amplió el ámbito territorial en los años 2008 y 2009 al conjunto de Cataluña, pero ha vuelto a establecer su alcance a los municipios de la Región I, desde el año 2014, en el ámbito del sistema tarifario integrado del área de Barcelona (ver tabla 1). Desde 2014 la EMEF es estadística oficial, y se incluye en el Programa anual de actuación estadística (PAAE) del Idescat.

Paralelamente al desarrollo de la EMQ y la EMEF, y motivados, en parte, por la

obligación de desarrollar planes de movilidad urbana (como establece la Ley de movilidad 9/2003), numerosos municipios han realizado sus propias encuestas de movilidad a sus residentes, siguiendo la estructura general, pero sin el procedimiento metodológico de diseño, supervisión y análisis de las oficiales.

La metodología de obtención de la información en todas estas encuestas ha pasado de la complementación de un cuestionario en papel autoadministrado (sin apoyo informático tipo CAWI) a realizar las entrevistas telefónicamente, con la ayuda de herramientas específicas (CATI).

Aparte de las encuestas, no ha sido desarrollado ningún método complementario para dar datos estadísticos oficiales respecto a la movilidad de la población residente.

## 2.2. En el ámbito catalán y el resto de territorio estatal

A remolque de lo que se desarrollaba en el entorno metropolitano de Barcelona, las necesidades de conocimiento de las pautas de movilidad de los residentes en toda Cataluña empezaron a surgir en la década de los ochenta, pero no fue hasta el año 2006, cuando se realizó la citada EMQ, que se pudo obtener una fotografía de los flujos de movilidad de la población catalana. Hasta entonces, como se explica más adelante, la información existente provenía de los censos de población y viviendas, realizados por el INE. Desde 2006, se han realizado dos ediciones de la EMEF donde el ámbito territorial abarca el conjunto de Cataluña, la de 2008 y la de 2009. Desde entonces, no se ha promovido ninguna encuesta más en este ámbito.

Se podría decir que la historia reciente de las encuestas de movilidad en el ámbito metropolitano de Barcelona y en Cataluña no tiene ninguna analogía en el ámbito estatal, excepto en el País Vasco y en la Comunidad de Madrid, con algunas particularidades (ver tabla 2). De hecho, también en estas dos comunidades autónomas la iniciativa de iniciar las encuestas de movilidad se basó sobre las instituciones locales de las capitales, los ayuntamientos de Bilbao y de Madrid, respectivamente y, posteriormente, los consorcios o autoridades de transporte respectivos (Consortio de Transportes de Bizkaia y Consortio Regional de Transportes de Madrid) y los respectivos gobiernos autonómicos han desarrollado encuestas de movilidad a nivel regional. Otras comunidades han promovido las encuestas de movilidad dentro de otras operaciones estadísticas, como es el caso de Andalucía, con la Encuesta social de 2011.

En el caso de Madrid, la primera encuesta de movilidad se realizó en el año 1974 en el área metropolitana de Madrid (27 municipios) y desde entonces se han ido realizando encuestas generales de movilidad más o menos periódicamente hasta el año 2004, en que se realizó una operación más amplia a nivel territorial y universo poblacional. Como en el caso de la EMQ, tenía que volver a realizarse —diez años más tarde, en 2014—, pero por cuestiones presupuestarias no se realizó y, en su lugar, se desarrolló la Encuesta sintética de la Comunidad de Madrid, con una muestra mucho más reducida. Este año 2017 se han licitado los trabajos para reanudar la realización de la Encuesta domiciliaria de movilidad, que se espera desarrollar en 2018.

En el caso del País Vasco, la realización de las encuestas de movilidad ha sido promovida tanto por el gobierno autonómico como por los diferentes consorcios de transporte. En el año 1997 se realizó la primera en el ámbito competencial del Consortio de Transportes de Bizkaia y en el año 2003 en todo el País Vasco. Desde entonces, se han realizado periódicamente varias encuestas; la última,

en 2016, promovida por el Gobierno vasco en todo el territorio. La operación promovida por el Gobierno vasco se realiza cada cinco años, aproximadamente. Es una estadística oficial incluida en el Plan vasco de estadística.

En el resto del territorio español, se han empezado a realizar encuestas de movilidad a raíz de la creación de los diferentes consorcios o autoridades de transporte, y no en todos los casos. De hecho, de la investigación realizada para escribir este artículo, se ha obtenido que solo siete gobiernos autonómicos han realizado encuestas de movilidad en las últimas décadas, en algunos casos impulsadas conjuntamente por los consorcios (ver tabla 2). Por su parte, sin embargo, los consorcios sí que han promovido más activamente este tipo de operaciones (ver tabla 3): ha sido durante los primeros años del siglo cuando han empezado a realizarse varias operaciones estadísticas que recogen los hábitos de movilidad de la población residente en sus ámbitos competenciales, si bien en pocos de los casos estas estadísticas se han incorporado como estadísticas oficiales a los planes estadísticos de las respectivas comunidades autónomas.

Es preciso tener en cuenta, igualmente, la realización de la Encuesta de movilidad de las personas residentes en España (Movilia), promovida por el Ministerio de Fomento, con el objeto de conocer los hábitos de movilidad diaria y los desplazamientos de larga duración, siguiendo las recomendaciones de los organismos de la Unión Europea para intentar obtener información homogénea en todos los países. Desgraciadamente, solo se han realizado dos ediciones, en 2000-2001 y en 2006-2007.

Paralelamente a la proliferación de encuestas de movilidad específicamente diseñadas para la obtención de pautas de movilidad y comportamientos relacionados con la movilidad diaria de los residentes, se ha podido obtener información específicamente sobre la movilidad laboral y por estudios a partir de los padrones y censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística desde los años setenta (ver tabla 4). Hasta el año 2001, la información recogida era totalmente extensiva y completa, y recogía los flujos de movilidad del primer desplazamiento para ir a trabajar o a estudiar de los residentes en España, y permitía una desagregación territorial que podía llegar a escala de sección censal. Desgraciadamente, como es sabido, la operación de 2011 se convirtió en una encuesta, y su exhaustividad solo ha permitido trabajar de forma agregada por ámbitos territoriales. Muchos de los trabajos de planificación de las redes de transporte y de movilidad que se sustentan sobre las matrices derivadas del Censo no han podido ser actualizados estrictamente en base a esta operación estadística, y se ven obligados a realizar un ejercicio de fusión de varias metodologías, proceso complejo y, a veces, con resultados difícilmente contrastables.

Los métodos de recogida de la información tanto de las encuestas como de los censos han evolucionado desde los cuestionarios en papel autocumplimentados sin ningún soporte informático directo (PAPI), hasta llamadas o entrevistas personales en los hogares con apoyo de herramientas CAPI o CATI, o, incluso, entrevistas realizadas a través de la metodología CAWI. En el último censo (2011), como ejemplo, se enviaba el cuestionario en papel pero se podía retornar por diferentes vías: correo postal, correo electrónico, teléfono, fax o internet.

Finalmente, se han realizado otro tipo de operaciones que, desde ópticas sectoriales, han intentado aproximarse a las dinámicas de movilidad de la población. Es el caso

del cruce de registros provenientes de la Seguridad Social, de la Agencia Tributaria, del Padrón Municipal o del DIRCE (Directorio central de empresas), entre otros, para obtener información del lugar de residencia y de trabajo de las personas trabajadoras, que dio lugar al estudio *Atlas de la movilidad residencia-trabajo en la Comunidad de Madrid* (Instituto de Estadística, Comunidad de Madrid, 2010); o del *Atlas de empleo de la Comunidad de Madrid 2017* (Instituto de Estadística, Comunidad de Madrid, 2017). Este último ya se había realizado previamente, con algunas variaciones metodológicas. Son estudios interesantes, tanto desde la planificación de la movilidad, como desde otras ópticas, como la economía territorial o del mercado del trabajo. Hasta el momento, sin embargo, estas iniciativas y estudios no se han trasladado al entorno metropolitano de Barcelona ni a Cataluña.

## 2.3. En el ámbito europeo

A nivel europeo, la realización de encuestas de movilidad estatales tiene una larga tradición, particularmente en el Reino Unido y en Francia. Los inicios parecen situarse el año 1965, cuando se realizó la primera encuesta nacional de movilidad en el Reino Unido, y un año más tarde se realizaba en Francia. Desde entonces, estos dos países han realizado ininterrumpidamente las encuestas, con variaciones en la periodicidad. La tabla 5 muestra un resumen de los países que han realizado encuestas de movilidad, indicando el nombre, el primer año en que se realizó, la periodicidad, el último año en que tuvo lugar y el método de recogida de la información utilizado en la última edición.

En las últimas ediciones de estas encuestas los métodos más tradicionales de recogida de la información, como los cuadernos autoadministrados a los entrevistados y devueltos mediante correo postal o presencialmente, sin soporte informático (PAPI, siglas de *paper and pencil interviewing*), todavía se utilizan en algunos casos (Alemania, Austria o Bélgica, por ejemplo). No obstante, progresivamente se ha incorporado el apoyo externo por parte de un equipo de entrevistadores y entrevistadoras, bien sea en la entrevista presencial o bien modificando el soporte y método de recogida de la información, utilizando soporte informático tanto vía teléfono (CATI, siglas de *computer assisted telephone interviewing*) o presencialmente (CAPI, siglas de *computer assisted personal interviewing*, o TAPI, *tablet assisted personal interviewing*). Se han explorado también otros métodos de encuesta aprovechando la elevada penetración de internet en los hogares, como el CAWI (*computer assisted web interviewing*), normalmente en combinación con otros. Es el caso de Alemania (combina CATI-CAWI) o los Países Bajos (CAPI-CAWI).

Paralelamente al desarrollo de estas grandes operaciones estadísticas de cariz nacional, se han ido realizando también varias encuestas de movilidad metropolitanas, promovidas por las Administraciones competentes en estos territorios, ya sean los consorcios o autoridades de transporte, o los gobiernos metropolitanos correspondientes. Este artículo no pretende recoger con exhaustividad todas y cada una de estas operaciones, solo se quiere dejar constancia de que los métodos de obtención de la información en estos casos no varían sustancialmente de los indicados en el párrafo anterior, aunque se ha detectado una mayor iniciativa para emprender cambios metodológicos sustanciales en las próximas ediciones de algunas de estas encuestas. Para poner algún ejemplo, en 2018 se realizará la *Enquête Globale Transport* en la región de Île-de-France totalmente mediante CAWI (Meret-Conti, 2017).

### 3. Nuevos métodos de investigación de las pautas de movilidad: GPS, 'smartphones' y 'big data'

Como se ha ido explicando, durante décadas los métodos de investigación de las pautas de movilidad se han basado exclusivamente en la realización de encuestas de movilidad que, irremediablemente, necesitan la implicación directa o activa de los entrevistados para obtener la información. Es lo que se podría considerar como método activo de obtención de datos. En este sentido, desde finales de los años noventa del siglo pasado y, particularmente, a partir del año 2000 han proliferado las experiencias para mejorar, ayudar o incluso sustituir las encuestas tradicionales con el uso del GPS (Wolf et al., 2001 y Axhausen et al., 2003, entre otros), ya sea con dispositivos específicos o integrados en *smartphones*, o un *mix* entre los dos. El principal motivo que llevó a dar este paso adelante fue una menor recogida de desplazamientos mediante las encuestas, así como una mayor duración declarada de los mismos (Stopher y Shen, 2011). La localización más exacta de los orígenes y los destinos de los viajes efectuados también ha sido uno de los puntos a favor para introducir paulatinamente estos dispositivos en la recogida de datos.

En la mayor parte de los casos donde se ha implementado el uso del GPS, se ha realizado sobre una submuestra (Shen et al., 2016), como en el caso del Reino Unido y de Francia, si bien, por ejemplo, en Israel o en Tejas se recogieron datos del total de la muestra.

Es necesario tener en cuenta, asimismo, que estos dispositivos no recogen automáticamente mucha información relevante que se obtiene a través de las encuestas tradicionales, como el motivo de los desplazamientos, los medios de transporte utilizados, las características personales de las personas (nivel de ingresos, nivel de estudios, tenencia de permiso de conducir o de vehículo, etc.) o algunas variables preferenciales. Si bien es cierto que las mejoras en la asignación indirecta del medio de transporte han sido notables en los últimos años, existe todavía la necesidad de interactuar o de implicar a las personas, para verificar o mejorar aquello que se recoge automáticamente con los dispositivos GPS, ya sea rellamando o facilitando webs o apps a los entrevistados para poder interactuar con ellos. No obstante, los trabajos realizados hasta el momento para optimizar los procesos internos de tratamiento de la información recogida sugiere una mejora notable de las debilidades iniciales descritas.

Paralelamente al uso de estos métodos directos de recopilación de información sobre las pautas de movilidad, desde los inicios de esta década han proliferado las tecnologías que permiten recoger grandes volúmenes de datos pasivos (*big data*), tales como los derivados de las tarjetas inteligentes en las redes de transporte público colectivo, de las redes sociales, las provenientes de la telefonía móvil, del uso de tarjetas bancarias o de otras empresas privadas como Google. En términos generales, los avances técnicos y científicos han permitido establecer algunas metodologías para mejorar los principales obstáculos en cuanto al preprocesamiento de los datos, la deducción o inferencia de localizaciones de actividad (vinculadas a los motivos de los desplazamientos) y, por lo tanto, de matrices OD; o la imputación del medio de transporte y rutas (Chen et al., 2016). No obstante, todavía quedan muchos aspectos por solucionar, pero principalmente hay dos que aparecen constantemente y que, hasta ahora, no han sido resueltos: la validación de los datos recogidos y su representatividad.

Hay que añadir, además, dos aspectos metodológicos o intrínsecos relevantes del

*big data*: el primero es sobre la ética en el uso de los datos y sobre el mantenimiento de la privacidad de los que los generan, seguramente sin un consentimiento dado conscientemente; el segundo, que los datos así recogidos a menudo no incorporan los requerimientos necesarios para su utilización en la planificación del transporte o de la movilidad.

Finalmente, también es preciso tener en cuenta los costes asociados a la utilización de estos nuevos métodos de recogida de datos de movilidad. Bien sea adquiriendo dispositivos GPS, desarrollando aplicaciones para *smartphones* o adquiriendo los datos en los comercializadores de *big data* de los operadores de telefonía móvil, entre otros. En el caso de la participación directa de las personas seleccionadas, tampoco debe obviarse la posibilidad de ofrecer incentivos económicos para compensar su colaboración.

#### 3.1. Aplicación en el entorno metropolitano de Barcelona y Cataluña

Visto lo expuesto en los anteriores apartados, se puede decir que los métodos de recogida de la información en las encuestas de movilidad que se desarrollan en el ámbito metropolitano de Barcelona (en Cataluña hace ya diez años que no se realizan), como la EMEF, no han experimentado grandes cambios en los últimos años, y se alinean con los utilizados en entornos próximos. No obstante, todavía hoy en día, y teniendo en cuenta que hace ya más de tres décadas que se empezó a trabajar con otros métodos, pasivos o activos, no se ha intentado ni siquiera testar qué podrían suponer estos nuevos mecanismos. En parte es porque no se ha iniciado ningún replanteamiento íntegro del diseño y metodología de la EMEF, excepto el cambio que ha supuesto su incorporación al Plan estadístico de Cataluña en cuanto a selección previa de la muestra (desde el año 2016 las personas que tienen que ser entrevistadas se obtienen previamente y de forma aleatoria del Registro de población de Cataluña; antes, la selección se efectuaba aleatoriamente en el momento de realizar las llamadas, a partir de una base de teléfonos pública). Pero también es necesario considerar otros condicionantes, como el económico, que, de hecho, ha sido el causante de no haber podido seguir realizando la Encuesta de movilidad cotidiana (EMQ) en toda Cataluña —el coste del trabajo de campo que supuso la realización de más de 106.000 entrevistas telefónicas fue de 1.153.400 euros, sin contar el apoyo externo a la supervisión, el análisis de resultados y el planteamiento metodológico. En este sentido, el uso del *big data* puede implicar una reducción de costes en la obtención de datos de movilidad, pero algunos otros métodos (como el uso de dispositivos GPS) son más costosos que las encuestas.

Con todo, e independientemente de la EMEF, se han realizado algunas pruebas para contrastar resultados entre las encuestas de movilidad tradicionales y el *big data*. Como ejemplo, en el año 2015 se realizó una comparación de métodos y resultados entre los datos de telefonía móvil y las encuestas de movilidad para el municipio de Sant Cugat del Vallès (IERMB, 2016). Se trabajó con los datos de flujos de movilidad de los residentes en Sant Cugat del Vallès en otoño de 2013 provenientes del grupo Telefónica (producto *Smart Steps*), y se comparó con los resultados obtenidos en la Encuesta de movilidad cotidiana 2013 promovida por el Área Metropolitana de Barcelona y la Diputación de Barcelona. La contratación de la empresa comercializadora de telefonía móvil supuso 18.000 euros, para disponer de datos de 28.000 clientes (tenía el 44,4% de cuota de mercado en este municipio). En el caso de las encuestas, se recogió información de 916 personas, con un coste de 7.786

euros (8,5 euros/encuesta). Las principales conclusiones a que se llegó en este estudio se resumen en:

- Hoy en día las herramientas *big data* todavía presentan carencias en cuanto al tipo de información o variables que ofrecen, teniendo en cuenta las necesidades para la planificación de los transportes. Las únicas variables que ofrecen son: origen-destino, la distribución horaria, la duración y el motivo del desplazamiento (solo en el caso de ser laboral). Por ejemplo, son necesarias mejoras notables para recoger el medio de transporte, por ejemplo, aunque se están mejorando continuamente los algoritmos que permiten hacer las imputaciones.
  - Los datos de telefonía móvil, por el contrario, al recoger observaciones reales de usuarios de su red de telecomunicaciones, en base a la localización de las antenas de telefonía, pueden dar información de flujos a un nivel territorial más desagregado que el de las encuestas. Pero es preciso salvar todavía algunas ineficiencias, como los desplazamientos de corta duración, que están infrarrepresentados.
  - Existen diferencias notables en los flujos detectados en términos absolutos entre ambos métodos, pero no tanto en cuanto a su distribución relativa.
  - Con respecto a los aspectos metodológicos y de representatividad de los datos, si bien en el caso de las encuestas de movilidad son ampliamente conocidos, en el caso del *big data* se conocen los aspectos generales, pero no el detalle de todos los procesos. Por ejemplo, no se llegó a conocer el procedimiento seguido para corregir el sesgo debido al 'cliente tipo' de Telefónica (respecto al global de la población), la depuración seguida para eliminar a clientes con dos líneas de móvil, el tratamiento de los menores en caso de que tengan una línea a nombre de un mayor de edad, etc. La confidencialidad de los datos era el motivo expresado para no poder tener acceso.
  - Relacionado con el punto anterior, cabe añadir que el método *Smart Steps* utiliza los datos de una parte de la población (sus clientes) sin añadir aleatoriedad (utiliza todos los datos de todos sus clientes). Este método puede provocar un sesgo denominado 'sesgo por selección muestral', e inferir a partir de estos datos puede provocar la obtención de resultados erróneos.
  - En ambos casos, existen limitaciones para publicar los datos, para poder garantizar la no identificación del individuo que realiza los desplazamientos o para garantizar su fiabilidad estadística (en el caso de las encuestas).
  - La población objeto de estudio, en el caso de la telefonía móvil, puede ir más allá de la residente en un territorio y, por lo tanto, se pueden obtener los flujos de personas no residentes (extranjeros no residentes) o, incluso, de colectivos difícilmente encuestables telefónicamente.
  - Las herramientas *big data* permiten obtener información de todos los días del año, las 24 horas del día. Con las actuales encuestas en el ámbito metropolitano solo se recogen desplazamientos en día laborable y durante unos meses del año (primavera-otoño, que suelen ser los meses más representativos de las pautas tipos de movilidad).
- Más allá de este ejercicio, que compara, entre otros, los flujos de movilidad detectados mediante ambos métodos, no se ha realizado ninguna prueba más al respecto con las encuestas de movilidad oficiales. Si que se ha trabajado para obtener otro tipo de información, como la localización de puestos

de trabajo (IERMB, 2017), con iguales conclusiones metodológicas.

#### 4. Oportunidades y reflexiones para el futuro

A nivel metropolitano y catalán, estamos en un momento en que sería necesario realizar un replanteamiento sobre qué datos sobre pautas de movilidad se requieren, tanto para el planeamiento territorial y de los transportes como para otros ámbitos que indirectamente acogerían, muy positivamente, disponer de ellos. Y esta afirmación se basa en las siguientes consideraciones:

- Para el conjunto del territorio catalán, los datos sobre pautas de movilidad de su población podrían considerarse obsoletos ya que, más allá del ámbito metropolitano de Barcelona, donde se sigue realizando la EMEF, en el resto del territorio catalán la última encuesta de movilidad se realizó hace once años. Es preciso añadir también, en este sentido, que los datos recientes tan solo recogen hábitos de movilidad en día laborable y, por lo tanto, se desconocen los relativos a los fines de semana y días festivos.
- Es necesario superar algunas carencias metodológicas que todavía ahora tiene la EMEF, como la baja respuesta en los colectivos con problemas idiomáticos (principalmente población nacida en el extranjero de origen asiático o africano), y
- No se prevé a medio plazo la repetición de una operación como el Censo 2001, con la recogida exhaustiva y con el detalle territorial que, a menudo, es utilizado por planificadores y técnicos de movilidad.
- La participación voluntaria de las personas para responder a las encuestas, sean o no oficiales, cada vez es más difícil de conseguir, y es preciso establecer metodologías más adecuadas para captar su interés o voluntad para realizarlas.
- Por su potencial para optimizar los procesos y los costes derivados, es de interés complementar la información recogida con encuestas, con otros métodos, directos o indirectos.

Este replanteamiento debería ir encaminado a poder diseñar una metodología de encuestas de movilidad que abordara los anteriores aspectos, en que la recogida de información se abriera a más de un canal (CAWI, TAPI, CAPI) y, complementariamente, se introdujeran pruebas piloto sobre una parte de la muestra utilizando GPS, *smartphones* o similares. En este proceso también habría que incorporar los datos de los registros administrativos que puedan ser asignados a las personas a entrevistar, a tales como las recogidas en la Seguridad Social o la Agencia Tributaria, entre otros.

Vistos los aspectos metodológicos y los resultados que pueden ofrecer los productos de big data derivados de telefonía móvil sobre las pautas de movilidad, a día de hoy estos productos pueden tener una función complementaria a las encuestas, particularmente si lo que se necesita es conocer únicamente flujos de movilidad de un área territorial más pequeña que la que ofrecen las encuestas. Con todo, sería necesario profundizar o hacer más transparentes los aspectos metodológicos de construcción de la base de datos de observaciones y usuarios que utilizan las empresas de telefonía, y sus procesos internos de depuración y ponderación. Por lo tanto, no se considera que puedan ser

utilizados como fuente de información básica sobre movilidad, y más si se desea mantener como actuación oficial en el Plan estadístico. No obstante, sin embargo, es preciso seguir de cerca su evolución y mejoras. Se espera que sean lo bastante interesantes como para intuir una no muy lejana utilización de estos nuevos productos.

## LA MOVILIDAD COMO SERVICIO: LA ECLOSIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE

CARME FÀBREGAS I CASAS<sup>1</sup>  
Autoridad del Transporte Metropolitano  
MANEL VILLALANTE I LLAURADÓ<sup>2</sup>  
Barcelona Regional

La movilidad en el siglo pasado y en los primeros años de este se ha caracterizado por el predominio del uso del coche privado, aportando a la gente el sentido de libertad a la vez que ha comportado el problema de la congestión y la creciente huella medioambiental. Sin embargo, el hecho de que cada vez existen más opciones de servicios de movilidad personalizados pone en cuestión este malentendido status social que ha tenido hasta ahora el coche privado como paradigma de movilidad moderna, hasta el punto de que en las áreas urbanas poseer un coche deja de ser un imperativo al estilo de vida. Este hecho, condicionado también por el nuevo contexto económico y social, hace que especialmente las nuevas generaciones estén más interesadas en disponer de servicios de movilidad que en la posesión del coche.

El coche de propiedad durante un tiempo ha simbolizado la movilidad personal individual, pero en el futuro puede parecer como tener un caballo hoy: una excentricidad.

### 1. Introducción

El ingeniero francés y director general de la SNCF (Société National de Chemins de Fer) Louis Armand (1905-1971) dijo a mediados del siglo XX, en plena eclosión del coche, que "el ferrocarril será el modo de transporte del siglo XXI si consigue sobrevivir al siglo XX". Hacía poco más de 50 años que se había matriculado el primer coche en Barcelona, propiedad de Rupert Garcia, y poco más de 60 que había circulado el primer prototipo de coche por la ciudad y también en el conjunto del Estado, en manos del industrial textil e ingeniero Francesc Bonet (Valls, 1840-1898). Concretamente, fue en el año 1890 y recorrió el paseo de Gracia, aunque le supuso cierta dificultad superar la pendiente.

Aunque poco podían suponerlo estos pioneros, el siglo XX fue el siglo del automóvil y este hecho condicionó, al ritmo de las dinámicas económicas, sociales y territoriales, el desarrollo de las políticas de movilidad y transporte público en todo nuestro entorno.

Remontándonos a la Barcelona de los años 60, marcada por el crecimiento de la población y por la revolución del automóvil, en tan solo diez años, se habían triplicado los coches, el número de motos era 11 veces superior y los taxis y camiones casi se habían duplicado, mientras que la población había crecido un 17% durante el mismo periodo.

Entonces los atascos diarios ya eran una de las principales preocupaciones ciudadanas,

dado que la red vial de la ciudad no podía hacer frente al incremento masivo de vehículos.

Paralelamente, el transporte público iba ganando pasajeros pero estaba muy lejos del crecimiento acelerado del automóvil. El autobús y el metro, poco a poco, se irían convirtiendo en los modos de transporte colectivo de los barceloneses y en el año 1971 se acabarían suprimiendo, por una malentendida modernidad, los últimos tranvías.

La llegada de la democracia municipal y la recuperación de la Generalitat supusieron un cambio radical en las políticas de lo que hasta entonces era tráfico y transporte, y pasaba a denominarse movilidad. Este no era un cambio solamente semántico, ya que suponía abordar la planificación integrada de todas las políticas públicas que inciden sobre la movilidad y, además, hacerlo desde una perspectiva metropolitana y regional. Se activaron los planes de infraestructuras y las políticas de regulación de la demanda y, sobre todo, se generó un modelo integrado y un nuevo sistema de gobernanza. En el año 1997 se alcanza el acuerdo institucional que posibilitó la creación de la Autoridad del Transporte Metropolitano (ATM) y, en el año 2001, con la integración tarifaria, además de despenalizar los desplazamientos intermodales, se pusieron los cimientos para la creación de un sistema integrado de transporte público en el conjunto de la región metropolitana.

En el año 2003 se aprobó la Ley de movilidad, pionera en el Estado y que regula la necesaria coordinación, desde la planificación hasta la gestión, de las políticas de movilidad, infraestructuras y urbanismo.

Estas actuaciones, y muchas más, configuraron entonces un modelo integrado que dio un fuerte impulso a la prioridad del transporte colectivo y a la configuración de un modelo de desplazamientos sostenible.

A estas alturas, el transporte público metropolitano es el principal modo mecanizado de los residentes de la ciudad para sus desplazamientos cotidianos y ya ha recuperado los niveles de demanda previos al periodo de crisis económica, a punto de alcanzar los 1.000 millones de pasajeros el año. A pesar de la mejora de la oferta realizada en las últimas décadas, la cobertura territorial sigue siendo desigual en el ámbito regional y presenta, todavía, déficits de competitividad con el vehículo privado, que se agrava a medida que nos alejamos de la ciudad central.

En este sentido, es patente la necesidad de disponer de un auténtico servicio de metro regional, a partir de la mejora de los servicios de cercanías y la integración con los Ferrocarriles de la Generalitat, que satisfaga la demanda de desplazamientos radiales de las coronas metropolitanas a la ciudad central. Aunque el balance global es positivo, estamos en un momento en el que se han producido cambios en las pautas y hábitos de desplazamiento así como en la percepción social ante la movilidad y su impacto ambiental, y con el fin de hacer frente y evitar que el transporte público se devalúe, sería necesario un nuevo impulso.

Entre el 70% y el 80% de las ciudades europeas de más de 500.000 habitantes superan los niveles máximos de contaminación fijados por la OMS. En Barcelona, según el Plan municipal de mejora de la calidad del aire, el 60% del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el 21% de las partículas en suspensión son generadas por el tráfico. La contaminación es responsable de unas 310.000 muertes

<sup>1</sup> Profesora del posgrado Smart Mobility: Sistemas Inteligentes de Transporte de la UPC School.

<sup>2</sup> Director del posgrado Smart Mobility: Sistemas Inteligentes de Transporte de la UPC School.

prematuras anuales en Europa y de 3.500 en Barcelona (Xavier Querol, CSIC) que se traducen, según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en un coste sanitario de entre 427.000 y 790.000 millones de euros en el conjunto de Europa. A corto plazo, el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) ha decidido, a partir de 2018, prohibir gradualmente la circulación de los vehículos diésel más antiguos en el interior del área de los municipios de la primera corona, y, de manera más estricta, en las rondas de Barcelona.

La accidentalidad y la congestión son dos externalidades del vehículo privado que dejan unas cifras que no se pueden pasar por alto. Según un estudio del RACC (2016), en los accesos de Barcelona se pierden por término medio 52.000 horas diarias debido a la congestión, lo que equivale a 12,8 millones anuales de horas perdidas, con un coste de 137 M€ anuales (equivalentes al 0,1% del PIB de Cataluña y 685 € por usuario afectado al año). Aunque la caída de la congestión entre 2006 y 2016 fue del 51%, la recuperación de actividad genera incrementos de tráfico que nos pueden devolver, a medio plazo, al escenario de mayor congestión de los años previos a la crisis.

En definitiva, nos encontramos en una nueva etapa en que habrá que seguir favoreciendo los modos de desplazamiento sostenibles y el transporte público como ejes vertebradores de la movilidad, resolver los déficits infraestructurales, pero sobretodo, mejorar e integrar la gestión con los nuevos servicios de movilidad que emergen. Todo ello en un entorno globalizado y de transformación digital, que algunos definen como disruptiva y que, como más adelante explicamos, afectará a las dinámicas sociales y las pautas de movilidad y abrirá nuevos escenarios de cambio de paradigma, requiriendo nuevas gobernanzas para garantizar la sostenibilidad, la eficiencia y la cohesión social y territorial.

En definitiva, nuevos escenarios, nuevas oportunidades, nuevos retos, nuevo modelo.

## 2. La disrupción digital: el valor de los datos y la información

Somos conscientes de que internet ha revolucionado nuestras vidas, pero quizás no lo somos de en qué medida y del hecho de que este fenómeno se ha dado en un periodo muy corto. Ya casi nadie recuerda cuando los teléfonos móviles servían solo para hablar. Los *smartphone* que tenemos en el bolsillo son ya verdaderos ordenadores personales, plataformas informáticas multimedia con una conectividad extraordinaria que nos permite estar permanentemente conectados y comunicarnos y recibir y enviar información de todo tipo aquí y ahora. Tan solo hace 10 años de la comercialización del primer *smartphone*, el Iphone de Apple y, a estas alturas, se han vendido más de 1.000 millones de este dispositivo.

La red ha pasado de los ordenadores hacia todo tipo de aparatos, desde neveras hasta sensores que se multiplican exponencialmente en nuestras ciudades.

Esta cuarta revolución industrial (revolución 4.0) está impulsando cambios determinantes, del mismo modo en que la máquina de vapor lo hizo en la primera; la producción en cadena y el vehículo privado, en la segunda, y las tecnologías de la información y la globalización, en la tercera.

Más 3.000 millones de personas están conectadas a la red, la economía digital representa más del 5% del PIB en economías medias, porcentaje que llega al 10% o más en otras más avanzadas. Para ponerle forma, si la economía digital fuera un país, por tamaño se situaría en la quinta posición del

mundo, solo por detrás de Estados Unidos, China, Japón y la India.

En España, en el año 2016, el 80% de los dispositivos móviles eran *smartphones* y se prevé que entre 2015 y 2020 el volumen de datos se multiplique por 7.

La industria misma se ha revolucionado por Internet y se ha creado la Internet industrial o la Internet de las cosas (IoT). Se basa en conectar a la red todos los dispositivos involucrados en la producción, de manera que envíen toda la información que generan en tiempo real, creando una industria inteligente que genera información a unos volúmenes, velocidad y variedad de datos totalmente inéditos. Se prevé que, en el año 2020, con el desarrollo del 5G, habrá 50.000 millones de dispositivos conectados a la red. Dado que, contrariamente a lo que se podría pensar, más del 99% de los dispositivos del mundo físico todavía no están conectados, estamos ante una gran oportunidad para la industria, siendo los sectores asociados a la movilidad de los primeros en beneficiarse.

Este despliegue masivo de Internet que ha comportado la mejora de la conectividad en tiempo real, la adopción masiva de teléfonos inteligentes —el número de móviles activos ya ha superado a la población mundial— y el despliegue de servicios de localización y ubicación son los factores determinantes de esta transformación digital que genera disrupción en muchos ámbitos. La 'nube' o como se conoce popularmente la tecnología cloud computing es una consecuencia de estos fenómenos y está siendo otro de los vectores de transformación de la sociedad en digital.

La mayoría de autores coinciden en definir una situación como disruptiva cuando las innovaciones que comporta impactan en los bienes y servicios haciéndolos más accesibles respecto a la distribución, más económicos para los consumidores y utilizando un modelo de negocio con ventajas estructurales respecto a las soluciones existentes hasta entonces. Es evidente que la revolución 4.0 cumple sobradamente estas condiciones. Estamos en una disrupción digital, una transformación que es compleja, silenciosa, pero absolutamente dinámica.

Es preciso asumir que esta transformación afecta a todos los sectores, como explica el consultor estratégico Genis Roca (Girona, 1966) en La transformación digital de los negocios (2014). Aunque este proceso es desigual y a distintas velocidades, es un fenómeno global y que abarca todos los sectores. El elemento común es el traslado del centro de interés hacia el cliente, ya que todas las operaciones giran en torno a este, desde la propuesta de servicio hasta el *marketing*. La personalización de los servicios y de los productos ofrecidos es el pilar vertebrador. El ámbito del transporte y la movilidad no quedan al margen y por lo tanto las estrategias tienden a simplificar la visión que ofrecen al viajero, poniendo esfuerzos en personalizar al máximo la oferta para llegar a todos los estamentos y grupos que conforman la sociedad y de acuerdo a sus necesidades. La tecnología lo permite y básicamente es el advenimiento de la tecnología *contactless* y la nueva billética lo que marca un antes y un después.

La perspectiva que ha dominado la conexión de las soluciones tecnológicas con las necesidades y oportunidades de negocio durante los últimos años es extremadamente limitante. Esta aproximación tradicionalmente ha sido de dentro hacia fuera, comportando que la tecnología no aproveche todo su potencial sino que más bien acompañe a los usuarios en el modo en que están acostumbrados a que se hagan las cosas. Como nos recordaba el creador de Apple, Steve Jobs

(1955- 2011) a raíz del desarrollo del Iphone y referenciando la famosa frase de Henry Ford (1863-1947) que aplica aquí: "Si hubiera preguntado a la gente qué quería, me habrían contestado que un caballo más veloz".

Si nos aproximamos a la realidad que nos rodea, vemos el potencial de cambio y mejora que se nos plantea en el seno del transporte desde fuera del propio transporte. La T-Movilidad será una palanca indiscutible por la forma de desarrollar la tecnología y la capacidad que dará al sistema de movilidad para simplificarlo, flexibilizarlo y adecuarlo, por lo tanto, a las tendencias a la personalización comunes a todos los sectores. Es lo que han empezado a hacer entornos de movilidad parecidos al nuestro pero que nos llevan ventaja en la tecnificación del ticketing. El ejemplo más claro lo tenemos en Transport for London (TfL) y su tarjeta Oyster, creada en 2003 y en constante evolución desde entonces.

La nueva movilidad tendrá como objetivos principales la integración y la generación de nuevos productos de tarificación y al mismo tiempo emergerán nuevos modelos de servicios y nuevos actores en el sistema —y que vendrán para quedarse. Todo esto podrá tener en la T-Movilidad una palanca que habría que entender más allá de su principal cometido, que no deja de ser el recambio urgente a la obsolescencia manifiesta, y ya urgentemente crítica, de la banda magnética.

Como todos los sectores en mayor o en menor medida, el transporte se enfrenta a barreras y resistencias (conectividad, infraestructuras, regulaciones, capacitación, confianza y accesibilidad a datos y contenidos...) que tratadas con la estrategia adecuada, lejos de moderar el proceso de transformación y hacerlo reactivo, pueden anticipar y acelerar las iniciativas para consolidar el transporte público como la pieza fundamental dentro de la cadena de valor end to end de la movilidad.

### El valor de la información

El año pasado Microsoft compró LinkedIn por 26,2 millones de dólares. Una parte importante del precio, si no la más importante, fueron los datos de los usuarios de la plataforma de red profesional, entonces 433 millones de usuarios registrados y cerca de 100 millones de usuarios activos mensuales.

Contra ponemos este valor con el peso del sector de las TIC en la economía y que supera el 4% del PIB, tanto en las economías más desarrolladas (Japón, Estados Unidos y la UE) como en las emergentes y con el hecho de que las empresas del sector digital tienen en bolsa una valoración de 6 billones de dólares. Microsoft, Apple y Google, paradigmas de la economía digital, se han posicionado entre las mayores empresas del mundo en el mercado bursátil y la china Alibaba, en su primer día cotizó entre las 20 mayores compañías del mundo. Todas estas empresas tienen en común la grabación de millones y millones de datos de usuarios.

El consultor estratégico Javier Creus (Barcelona, 1963), fundador de Ideas for Change, en su referenciado informe Pentagrowth (@pentagrowth) identifica las 5 palancas que generan el crecimiento acelerado de las empresas y que pueden utilizarse para evaluar su potencial de futuro:

- *Connect*: ¿Qué conecta a la red sobre la que opera la organización? Cuanto menos esfuerzo realice una organización para ampliar la oferta disponible, mayor es el potencial de crecimiento.
- *Collect*: ¿Qué unidades de valor genera esta conectividad? El inventario que constituye su oferta está distribuido.

• **Empower:** ¿El conocimiento de los usuarios es un activo de valor para ofrecer servicios cada vez más personalizados o con conocimiento del público objetivo?

• **Enable:** ¿Qué herramientas se facilitan a terceros para que creen valor?

• **Share:** ¿En qué condiciones los recursos propios pueden ser compartidos?

¿Quién no ha visto utilizar Google Maps para anunciarse las empresas? ¿O mejor dicho, qué empresa no utiliza la ventaja de tener disponible Google Maps como su localizador?

La ventaja de las organizaciones de base digital está en la visión ampliada de lo que está disponible, en el propio diseño del modelo de negocio. Tener contacto directo con el cliente, eliminando a los intermediarios, multiplicar el acceso y abrir oportunidades para complementar el negocio a terceras partes de forma controlada, son las máximas fundamentales para el crecimiento de los sectores y las empresas en el nuevo paradigma de transformación digital. Un ejemplo, las nuevas herramientas de comunicación social, como Twitter o las apps móviles, en el transporte público están revolucionando la prestación del servicio solo con la comunicación de información de contexto. El incremento de oferta de servicios de transporte público en combinación con servicios de ocio privados es también un indicio de transformación hacia nuevos servicios.

Se puede ver cómo es la pauta básica que siguen o han seguido los precursores y cómo llega a provocar que se consoliden o no determinadas soluciones de tecnología, haciendo que una innovación de pago se adopte masivamente o por el contrario quede reducida a escala local y sin continuidad. Basta recordar la tecnología de pago con el móvil NFC (*near field communication*), basada en la tarjeta SIM (*subscriber identity module*) que proporcionan y gestionan las operadoras telefónicas. Ni los bancos, precursores de innovación en servicios de pago con el móvil, ni tampoco Apple en su iPhone, han adoptado soluciones NFC que pasaban por tener un tercero —la GSMA (asociación de operadores de telefonía móvil, creada en 1995)— intermediando con su cliente directo. Este parece el motivo por el cual la solución NFC, basada en SIM, no se ha consolidado, e incluso se ha llegado a anunciar la desaparición de la SIM. En realidad no se han empezado a acelerar los pagos con dispositivos móviles —y consecuentemente también de validación en el transporte— hasta que no han aparecido soluciones tecnológicas que tienen el potencial de ser escalables y universales y sin intermediarios entre el emisor de la aplicación y el cliente.

### ¿Qué hacemos con los datos en el transporte?

La frase “los datos son el combustible de la nueva economía digital” se ha vuelto un tópico, pero efectivamente estamos ante una innovación sin precedentes debido a los volúmenes y las velocidades a que se generan datos de todo tipo y mayoritariamente en tiempo real, y que será necesario tratar y almacenar con una complejidad inédita. Habrá que gestionar un crecimiento exponencial de datos y de información, por un lado, y optimizarlo para poder presentar un ecosistema entero personalizado a nivel de usuario, por el otro. Este fenómeno es conocido como big data. La innovación de la sociedad digital nos lleva a estrategias y cuestiones nuevas de tratamiento de datos y que comprenden participantes tecnológicos, jurídicos y éticos. Oportunidades y también amenazas.

“Una ciudad tiene que tomar decisiones en base a datos”, es un mensaje en el que coinciden

la mayoría de las ciudades más avanzadas, lo que es sinónimo de fomento de la movilidad inteligente. La práctica totalidad de los desarrollos tanto internos como externos, o los más importantes y significativos, al menos, dependen del acceso a datos llamados abiertos u *open data*. Los Ángeles, Londres, son referentes de ciudades apoyadas en el *open data*. Barcelona está entre estas ciudades y ya desde febrero de 2011 fue uno de los primeros ayuntamientos que tuvo su propia web de datos abiertos. Ahora bien, la iniciativa tiene que poder ser extendida en todo el ámbito del transporte con garantías de éxito, transparencia, calidad y continuidad.

¿Cómo nos preparamos en el transporte para que esta llegada masiva de datos internalice los cambios que lo capaciten para tomar decisiones en tiempo inéditamente corto? La digitalización del transporte y el big data son la respuesta, pero también habrá que estar preparados para comprobar la veracidad de los análisis efectuados y para comprender que el big data cambiará la forma en que el transporte se organiza.

En el futuro, todas las empresas y agentes de transporte y movilidad se convertirán en ‘agentes de datos’ y explotarán al límite posible la información de sus operaciones y las interacciones con los clientes. Es estratégico prepararse, destinar ahora esfuerzos a sembrar e identificar las necesidades de datos, las fuentes e interfaces, las comunicaciones entre los sistemas, etc., que en su momento consuman datos, o las apps que consumirán datos para ser útiles a los viajeros, a los agentes de estación u otros agentes productores, agregadores, distribuidores, etc., y en todo el ciclo de vida. Es un proceso que requiere una visión y un trabajo sistemático que siempre se alargan en el tiempo. La disparidad de fuentes, tipologías, formatos y sistemas, preexistentes y nuevos, es enorme y hay que armonizarla dado su peso en el ecosistema en red por excelencia que es el transporte.

La llamada *revolución de los datos de transporte* lleva a la reflexión sobre cuáles tienen que ser las dinámicas que hay que definir, consolidar y también abandonar, partiendo de un modelado adecuado que pueda ser explotado en cada contexto. La filosofía de diseño ‘de dato único’ evitará situaciones de inconsistencia y de pérdida de confianza y también la fragmentación, temporal, espacial o geográfica, letal en un sistema de movilidad que no tiene sentido si no está en red.

La innovadora iniciativa DGT 3.0, promovida por la Dirección General de Tráfico (DGT) es una plataforma tecnológica, con participación privada y liderazgo público, que se creará para concentrar toda la información relativa al tráfico que los conductores y proveedores de información deseen comunicar anónimamente y voluntariamente.

Para llevar a cabo esta plataforma, la DGT está trabajando con fabricantes de automóviles, entidades financieras, aseguradoras, empresas de transporte, operadores de telefonía móvil, entre otros, a fin de que la conectividad y la autonomía de los vehículos contribuya a hacer la movilidad más segura y sostenible. Esta plataforma, según las previsiones, se pondrá en marcha antes de finalizar este año y funcionará a pleno rendimiento en 2018.

Esta y otras iniciativas nos llevan a concluir que solo una gobernanza transversal de los datos, con mecanismos de colaboración permanente, garantizará el éxito de los resultados. El reto del transporte y la movilidad 4.0 es precisamente disponer del combustible necesario, los datos, de forma interoperable, escalable e independiente de los dispositivos y las tecnologías. Es del todo determinante tenerlo claro desde un principio y desplegar

una estrategia íntegra e integrada, que tiene que tener participación pública, pero también privada, de todos los agentes, directa e indirectamente, implicados.

El gobierno británico, por ejemplo, ya ha empezado a prepararse y ha creado Catapult, un ente público con la misión de ayudar a la promoción de la movilidad en todo el Reino Unido, a partir de la adecuada gestión de los datos del ecosistema de movilidad. Francia es otro ejemplo con la creación de la AFMB (Agencia Francesa de la Multimodalidad y de la Billética). La Smart Ticketing Alliance, entidad de referencia de la UITP en sistemas de *ticketing* interoperables en el marco internacional, es otra.

La relación cada vez más fuerte entre el transporte público y las tecnologías digitales de masas, principalmente el teléfono móvil, junto con los grandes beneficios de obtención de conocimiento por el *big data*, también comporta nuevas formas de responsabilidad activa de protección ante posibles amenazas, especialmente aquellas que ponen en riesgo la privacidad de las personas. Cada vez más, dejamos una estela de trazabilidad voluntaria o involuntaria en todo aquello que realizamos utilizando la tecnología cotidiana: llamada de teléfono, *e-mail*, red social, pago electrónico, sensores establecidos por la ciudad, entre otros. Estos datos cruzados con la ubicación geográfica son una fuente de conocimiento y de análisis de las dinámicas urbanas. Sin embargo a nivel individual y también en ciertos aspectos de grupo, hay que anonimizar estos datos por lo que comporta de intromisión y exposición indebidos en el ámbito personal. Las aplicaciones, consecuentemente seguirán la política de *Privacy by Design* que asegure que, en todos los procesos de tratamiento de datos, se establecen mecanismos transparentes de control y protección adecuados a la legislación y auditables.

Todo esto acompaña las decisiones más acertadas, desde la Administración, en la relación con el cliente del transporte, en que la cesión libre a terceras partes privadas vería probablemente en la monetización de los datos una de sus mayores fuentes de ingresos. Sin embargo, más pronto que tarde, será necesario racionalizar la complejidad del propio sistema de transporte público y establecer las relaciones publicoprivadas que se necesitan en un ecosistema de movilidad profusamente participado y regularlas convenientemente. Estos nuevos modelos de partenariado publicoprivado en relación con la recogida de datos interdependientes son imprescindibles, siempre cuando cuenten con la transparencia responsable que fomente la confianza de las partes para adoptar una compartición pautada con claros beneficios públicos.

Gemma Galdón (Mataró, 1976), profesora de políticas y tecnologías de seguridad en la Universidad de Barcelona, advierte sobre tecnologías mal desarrolladas, no utilizadas o infrutilizadas que provocan, en muchos casos, que se pase de la opacidad total —prohibir el uso de datos públicos— a la cesión a empresas bases de datos sensibles sin garantizar su protección y anonimización.

Crear y garantizar la robustez necesaria de protección y seguridad es un requerimiento indispensable en un mundo tecnificado e hiperconectado. El despliegue de la regulación europea General Data Protection Regulation (GDPR) obligará, por encima de sus distintas visiones, a operadores, autoridades y desarrolladores, con voluntad de extenderse al ámbito del intercambio internacional. La ciberseguridad es otro campo de acción tecnológico para la prevención y protección ante fisuras en la seguridad que, en un mundo en red, alcanzan dimensiones de escala mundial, poniendo en riesgo las operaciones, la salvaguarda de las personas, y llegando a

amenazar incluso la capacidad de las empresas para prestar sus servicios.

La pregunta, por lo tanto, no será a quién pertenecen los datos, sino qué podemos hacer con ellos.

### 3. Cambios en el sector de la movilidad y el transporte: la tecnología como vector de transformación

El desarrollo de la tecnología, al ritmo de las diferentes revoluciones industriales, ha sido siempre un vector de transformación del transporte y de la movilidad.

Basta recordar lo que supuso la máquina de vapor para que el ingeniero británico George Stephenson (1781-1848) construyera, en 1825, la primera línea ferroviaria del mundo entre Stockton y Darlington. Más tarde, al inicio del siglo XX, llegaría la tracción eléctrica y posteriormente, en el período de entreguerras, la tracción diésel.

Lo mismo podría decirse sobre la tecnología dedicada a la regulación del tráfico. En el año 1868 se instaló en Londres, cerca de Westminster, el primer semáforo, ideado por el ingeniero JP Knight (Nottingham, 1828-1886) que era de accionamiento mecánico y dotado de luz de gas en el horario nocturno. El primer semáforo eléctrico entró en servicio en 1914, en Cleveland (USA) y 10 años más tarde esta tecnología llegó a Europa, en concreto a la ciudad de Berlín.

Barcelona ha sido pionera a nivel del Estado con la línea ferroviaria Mataró-Barcelona (1848), el primer semáforo en el cruce Balmes-Provenza (1927) y el primer centro de control de tráfico urbano (1969). Había llegado la informática a la regulación de los semáforos, como más tarde llegaría la automatización del metro, en el año 2009, con el primer tramo de la nueva línea 9/10. Todo siempre al ritmo de las diferentes revoluciones industriales.

La electrificación llega también a los automóviles y a las flotas de transporte y lo hace sin embargo, coincidiendo con la transformación digital de la sociedad. Esta confluencia, como antes se ha comentado, hace que no se trate únicamente de un avance tecnológico para reducir el impacto y mejorar la eficiencia. Estamos ante un cambio de paradigma, la Movilidad 4.0.

#### El vehículo eléctrico

El pasado mes de julio, el Gobierno francés anunciaba que en 2040 se pondrá fin a la comercialización de vehículos con motores diésel y gasolina, con el objetivo de que en 2050 se alcance la neutralidad del carbono, es decir, que el volumen de emisiones no supere el que pueda ser absorbido de forma natural. Estas medidas, similares a las acordadas por Suecia y Costa Rica, forman parte de un plan encaminado a alcanzar los objetivos del Acuerdo Internacional de París contra el Cambio Climático (2015) y la necesidad de reducir drásticamente el impacto ambiental de los vehículos.

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA) el número de coches eléctricos en las carreteras de todo el mundo aumentó a 2 millones en 2016, después de un año de fuerte crecimiento en 2015, según la última edición de la Perspectiva Global de la IEA.

China siguió siendo el mayor mercado en 2016, representando más del 40% de los coches eléctricos vendidos en el mundo. Con más de 200 millones de vehículos eléctricos de dos ruedas y más de 300.000 autobuses eléctricos, China, Estados Unidos y Europa son los tres principales mercados, totalizando más del 90% de todos los vehículos eléctricos vendidos en todo el mundo.

Hasta 2020 podrían desplegarse entre 9 y 20 millones de automóviles eléctricos, y entre 40 y 70 millones hasta 2025, según estimaciones de los mismos fabricantes. Sin embargo, los vehículos eléctricos representaron solo el 0,2% del total de vehículos ligeros de pasajeros en circulación en 2016. En España, a pesar del crecimiento en las ventas de estos vehículos, no se han alcanzado los objetivos de las previsiones gubernamentales ya que, a finales de 2016, solamente era eléctrico el 0,6% del parque de vehículos. En la ciudad de Barcelona se matriculan el 15% del total de vehículos eléctricos del conjunto del Estado y el 40% del total matriculado en Cataluña. Será necesario, en todo caso, mejorar las prestaciones, incrementar las infraestructuras específicas para estos vehículos y fomentar la discriminación positiva, tanto en el aspecto económico como funcional.

#### Los vehículos conectados y autónomos: ¿un futuro sin conductores?

Cuando Sadayuki Tsugawa, un ingeniero japonés ya retirado, empezó a trabajar en los vehículos inteligentes en la década de 1970, solamente unos cuantos investigadores de todo el mundo estaban interesados en desarrollar esta tecnología. En el año 1997 Tsugawa y su equipo de investigadores convirtieron un sedán negro de Toyota en lo que algunos expertos califican como el "primer coche autónomo del mundo". En paralelo, en la UC Berkeley se desarrolló en 1986 uno de los primeros proyectos de automatización de vehículos y al mismo tiempo, el proyecto Prometheus, financiado por la UE, desarrolló también tecnologías similares en Europa.

El anuncio de Google (ahora Waymo) en 2010 de sus esfuerzos por probar y desarrollar un vehículo autónomo supuso un fuerte revulsivo para esta tecnología. Era impensable que una empresa paradigmática del entorno digital se presentara como fabricante de coches y proveedor de servicios de movilidad. Este es un claro ejemplo de cómo la movilidad 4.0 transforma las empresas. La competencia para desarrollar coches de conducción autónoma es enorme entre los grandes fabricantes y sobre todo ante la aparición de nuevos competidores como Tesla y de otros con intereses en el sector como Alphabet, Uber y Waymo.

El sector de la automoción es actor y testigo al mismo tiempo de un cambio fundamental: está pasando de un modelo centrado en la fabricación a un modelo centrado en plataformas digitales de servicios.

El coche conectado todavía tiene que superar, sin embargo, muchas barreras, desde la confianza del consumidor hasta el soporte de infraestructura pública, antes de que se pueda considerar una realidad.

Se definen 5 niveles de automatización, desde el nivel 1, con alta intervención del conductor hasta el nivel 5, en que el vehículo es totalmente autónomo. El nivel 3 es el punto de inflexión a partir del cual el nivel de autonomía del vehículo empieza a ser significativa.

El vehículo conectado (VC) tecnológicamente está resuelto y en estos próximos años gran parte de los vehículos que se comercialicen tendrán pleno acceso a la red y podrán recibir y emitir mensajes.

Ahora mismo, todo se orienta a la asistencia a la conducción: sea la conducción autónoma o los sistemas para mejorar la asistencia como la e-call, una llamada de emergencia inteligente diseñada para ayudar a los conductores en caso de avería o de accidente en carretera y que será obligatorio para todos los coches en Europa a partir del año 2018.

El vehículo totalmente autónomo (VA) se alcanzará gradualmente en unos 10 o 15 años y muy pronto, sin embargo, veremos su aplicabilidad también al transporte público en rutas de baja demanda y con carácter experimental.

Cabe señalar que los vehículos autónomos motivarán adaptaciones en las infraestructuras viales, pero sobre todo cambios estructurales muy profundos con respecto a la responsabilidad civil y los seguros, y que obligarán a una adecuación de la regulación y del modelo de gobernanza con implicaciones de todo tipo y también con condicionantes morales.

El Congreso de los EE.UU. ha empezado a debatir sobre proyectos de ley que permitirían a los fabricantes de automóviles desplegar, eventualmente, hasta 100.000 vehículos anuales autónomos declarándolos exentos de las normas de seguridad de los automóviles a conductor. La Comisión Europea, de acuerdo con la estrategia del 'mercado digital único', ha impulsado en noviembre de 2016 una iniciativa de referencia de ITS para la movilidad cooperativa, conectada y autónoma (C-ITS) cuyo objetivo es la integración segura del vehículo autónomo en el sistema global de movilidad.

El cambio, sin embargo, no será rápido. La vida útil de un vehículo sigue estando por encima de los 10 años y eso limita considerablemente la velocidad a la que se puede renovar completamente el parque, y al mismo tiempo obliga a planificar un periodo dilatado de coexistencia de vehículos autónomos y no autónomos. También habrá que desarrollar estándares que faciliten la comunicación entre vehículos, infraestructuras y sistemas de información y regulación.

Los fabricantes de automóviles y sus socios tecnológicos tienen en la monetización de los datos recogidos a través de vehículos conectados una expectativa importante de negocio. La propiedad de estos datos no está todavía bien definida y hay que considerar como serán distribuidas y gestionadas, tal y como se ha comentado anteriormente, y como serán potencialmente compartidas con terceras partes para la mejora global del ecosistema de movilidad.

Con respecto a la seguridad vial los VA eliminan el factor humano, que interviene en el 90% de los accidentes. La empresa sueca Volvo tiene como objetivo que, en sus vehículos, a partir de 2020, no se produzcan víctimas mortales, y en este sentido está probando 100 vehículos autónomos para analizar su comportamiento en áreas urbanas.

Hay expertos sin embargo, que no comparten esta visión tan optimista. El catedrático de seguridad vial, Luis Montoro, que ahora preside Fesvial (Federación Española de Seguridad Vial), ha advertido contra lo que considera un excesivo optimismo tecnológico ya que, a su entender, los VA registran errores graves en la conducción nocturna, en climatología adversa o cuando la señalización presenta déficits de mantenimiento.

En cualquier caso, parece innegable que los errores se producirán en un número siempre muy inferior a los errores humanos que se producirían ante las mismas situaciones.

Uno de los aspectos que mayor controversia genera es el conocido como 'dilema moral', es decir, ante una situación de riesgo, qué prioridad adopta el vehículo entre salvar a los ocupantes o a los otros usuarios de la vía. Difícilmente utilizaríamos un vehículo que en primer lugar no garantice la seguridad de sus ocupantes, en sentido análogo a lo que es el comportamiento natural de los conductores.

El concepto de coche compartido (*car-sharing*) empezará a tener un nuevo significado a medida que mejore el nivel y la sofisticación de los vehículos autónomos. Los usuarios compartirán vehículos de una forma mucho más habitual, con el objetivo de ser más respetuosos con el entorno y de reducir los costes económicos de poseer un vehículo que, según un estudio de la Universidad de Harvard pasa el 98% del tiempo inactivo. Los fabricantes y las empresas de leasing o de alquiler de coches ya se están preparando para el cambio posicionando como proveedores de servicios de movilidad, es decir, extendiendo su oferta tradicional a la de servicios de *car-sharing* en todas las formas posibles.

Los vehículos compartidos y la conducción autónoma redefinirán nuestra relación con los automóviles, combinando servicios de movilidad, por ejemplo *car-sharing*, *car-pooling* y todo el resto de transporte a demanda, complementando la capilaridad del transporte público para llegar al objetivo del viaje 'puerta a puerta'.

El transporte público convencional es, en la mayoría de los casos, incapaz de proporcionar esta accesibilidad, sobre todo en áreas de baja demanda y de baja densidad. Los cambios sociales y tecnológicos, incluidos los conceptos de movilidad compartida y automatización de los vehículos, tienen el potencial de mejorar radicalmente la provisión de servicios, lo que posibilita un cambio de paradigma para la movilidad urbana y metropolitana.

Boston Consulting Group estima que en el año 2030 una cuarta parte de los kilómetros conducidos en los Estados Unidos serán con vehículos compartidos y autónomos y otro estudio, realizado por Deloitte Consulting, estima que el coste por kilómetro se reduce a dos tercios utilizando vehículos compartidos.

El empresario Elon Musk (Pretoria, RSA, 1971) ha sugerido que se está disponiendo a crear una red de propietarios de Tesla que puedan alquilar sus automóviles para ganar dinero, lo que podríamos denominar 'Airbnb con ruedas'.

En definitiva, los automóviles experimentarán grandes cambios en los próximos años, posiblemente no los tendremos en propiedad —las nuevas generaciones con mayor probabilidad—, y tampoco los conduciremos. Los fabricantes ya se están preparando para estos cambios.

La presidenta y CEO de General Motors, Mary Barra (Michigan, EE.UU., 1961) señaló recientemente en el Foro Económico Mundial: "Creo que la industria del automóvil cambiará más en los próximos cinco o diez años de lo que lo ha hecho en los últimos 50 y eso nos da nuevas oportunidades y nos obliga a redefinir nuestra actividad".

Un estudio de la consultora PriceWaterhouseCoopers prevé que, entre 2015 y 2030, el 20% de los ingresos de la industria de la automoción y el 36% de sus beneficios pasarán de las ventas de automóviles a los servicios de movilidad.

Estos cambios en la movilidad personal presentan incertidumbres y riesgos pero también grandes oportunidades para los participantes del ecosistema de movilidad y transporte público.

A pesar de esta incertidumbre, es esencial que los responsables políticos estén preparados para influir positivamente en esta transformación a fin de que favorezca la sostenibilidad del sistema de movilidad en su conjunto.

## Economía colaborativa

No existe una definición plenamente consensuada de economía colaborativa, si bien diferentes organismos internacionales, como la Comisión Europea, coinciden y concretan ciertos aspectos que son clave para caracterizar este nuevo fenómeno: entorno abierto e interconectado; nuevos y superiores niveles de participación ciudadana, intercambio y colaboración entre iguales; servicios provistos de forma ocasional y complementaria a la actividad principal; ningún acceso de propiedad; sistema basado en la confianza y uso de recursos infrautilizados. Como dice el profesor Paul Romer (Denver, EE.UU., 1955), actual vicepresidente del Banco Mundial (WB), "el crecimiento económico se da cuando la gente aprovecha los recursos existentes reorganizándolos de forma que se vuelvan más valiosos y productivos" y se está constatando que modelos de negocio basados en "recursos compartidos" muestran, en muchos casos, niveles de eficiencia superiores a los basados en 'recursos propietarios'.

Como dice Javier Creus, aparece el "ciudadano productor" que define como "aquel que utiliza su conocimiento y los sus recursos para crear sin pedir permiso".

En Europa, a estas alturas, la economía colaborativa supone el 0,2% del PIB mientras que en España es el 1,4% del PIB y se prevé que en 2025 llegue hasta el 3% del PIB.

En el marco inicial de la economía colaborativa y en el contexto de la transformación digital, han crecido plataformas que lideran sectores de actividad sin disponer de activos propios y que es necesario regular para evitar impactos negativos sobre las condiciones laborales y las actividades reguladas y, en definitiva, sobre el conjunto de la sociedad.

UBER se ha valorado recientemente en 40.000 millones de dólares a pesar de disponer de muy pocos activos. Esta compañía, a pesar de los problemas de diferente tipo que sufre, ha generado 1.750 M\$ en el segundo trimestre de 2017 y prevé llegar a los 10.000 M\$ en ingresos brutos a final de año.

Como se ha dicho de la transformación digital y ahora en el contexto de la economía colaborativa, tres tendencias potentes están incidiendo en la movilidad y el transporte: nuevas actitudes hacia la propiedad de los vehículos, crecimiento de los servicios de transporte alternativos o complementarios y la eclosión de tecnologías que generan grandes volúmenes de datos en tiempo real.

Es del todo evidente que el reto a alcanzar, con respecto a los servicios de movilidad, es regular estos nuevos *partners*, garantizando pero la coordinación con los servicios que podríamos llamar convencionales, entre ellos el transporte colectivo. Es un reto muy complicado pero probablemente del todo necesario.

En pocos sectores el consumo colaborativo puede ser tan transformador como en el de la movilidad y el transporte, donde el modelo bajo demanda se puede ilustrar mejor con el concepto emergente de movilidad como servicio (MaaS).

## 4. Del transporte de masas a la MaaS

Finlandia es precursora en el liderazgo de soluciones innovadoras en el transporte y la sostenibilidad y es, también, donde el término MaaS toma referencia bajo el impulso del ingeniero civil Sampo Hietanen, CEO de ITS Finlandia (hasta 2016) y fundador de MaaS Global, una start-up de transporte a demanda. La iniciativa MaaS se presentó, por primera vez, en el congreso europeo de ITS celebrado en 2014 en Helsinki.

MaaS se basa en la idea de aglutinar servicios de movilidad disponibles por medio de una plataforma en línea y ofrecerlos al cliente mediante una suscripción que puede ser mensual u otras y que da acceso ilimitado a cualquiera de los modos de transporte para ir de un punto origen a un punto final. Los usuarios activan la aplicación en su móvil, seleccionan los modos y pagan directamente desde la misma aplicación. De esta manera se 'customizan' los servicios ya que el usuario viajero define sus preferencias en cada momento y de acuerdo a su situación o necesidad de movilidad. De aquí que algunos consideren la MaaS como el nuevo 'Netflix del transporte'.

El ejecutivo danés Jacob Bangsgaard, CEO de Ertico y presidente de la MaaS Alliance, prevé que las empresas que desarrollen las actividades de MaaS tengan, en los próximos años, un volumen de negocio por encima de un billón de euros. Sea como sea, en Finlandia la transformación ya ha empezado y forma parte de la estrategia política gubernamental.

No hay una única definición de MaaS. Para los fundadores, como hemos dicho antes, sirve para denominar, genéricamente, las aplicaciones de plataforma en línea para acceder, planificar, reservar y pagar "paquetes personalizados" de servicios integrados e intermodales de movilidad. Para otros, significa un paso adelante de la movilidad compartida y colaborativa. Incluso, en algunos casos, se utiliza para referenciar individualmente determinados servicios de movilidad, como un servicio integrado de información al viajero o un esquema de pago de transporte integrado.

Dada la poca o nula integración entre los servicios de transporte convencionales y los generados a partir de las fórmulas emergentes, la filosofía MaaS fomenta su integración mediante plataformas y políticas de integración.

En esta línea algunas ciudades y regiones utilizan las herramientas de MaaS para desarrollar nuevas estrategias en la planificación y la prestación de servicios para la movilidad, creando una oferta única integrada de movilidad inteligente que incluye desde el transporte público convencional hasta los nuevos servicios de movilidad que incluyen servicios inéditos de conducción autónoma. Algunos proyectos piloto ya han empezado y son la punta de lanza de todo un nuevo universo de posibilidades que se abre en torno al transporte.

Este enfoque se basa en una visión y estrategia claras que podrían permitir a las ciudades desarrollar y mejorar la gestión de su demanda de viajes, la gestión dinámica de la red y la optimización de rutas y la eficiencia y capilaridad, de los servicios tradicionales de transporte público, además de ofrecer una oferta personalizada a las personas con diferentes pautas de movilidad.

Las necesidades personalizadas de los usuarios son el núcleo de la solución, lo que significa que se podrían adquirir servicios de movilidad desde una sola plataforma, independientemente de los modos de transporte escogidos. Para los usuarios, eso significaría la posibilidad de comparar y contrastar la información y las tarifas de los servicios de transporte público con los que ofrecen posibles opciones alternativas y también la capacidad de planificar un viaje multimodal, sin tener que reservar y pagar cada tramo del viaje por separado. Para los proveedores de servicios de transporte, la integración en una sola plataforma ayudaría a abordar las puntas de demanda y a optimizar la capacidad de todos los modos de transporte, a favorecer la capilaridad en las áreas de baja densidad, y a

ofrecer el nivel de servicio esperado por los consumidores, cada vez más inmersos en la transformación digital.

Con la filosofía MaaS, los viajeros utilizarían una sola cuenta para todas las transacciones e información de viajes, ya sea en transporte público, en bicicleta, car-sharing y otros; y las ciudades tendrían una visión sin precedentes de las pautas de desplazamiento

En definitiva, a nuestro entender, un modelo de MaaS podría ofrecer:

- Integración de los modos de transporte, tanto los colectivos como los individuales (transporte público, taxis, coches compartidos, bicicletas públicas y otros) en una plataforma de servicios de movilidad que incluya también los servicios de información y los sistemas de pago totalmente integrados.
- Personalización de la oferta de servicios de movilidad con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios de la forma más eficiente y sostenible.
- Participación del sector privado y de formas empresariales diversas, también las de la economía colaborativa, pero siempre en el marco de un modelo de gobernanza liderado desde las autoridades del transporte y claramente orientado hacia el interés público.

Bajo todas estas consideraciones, y bajo el liderazgo de los responsables de las políticas de movilidad, la estrategia MaaS puede incidir en:

- Promover un sistema de desplazamientos más sostenible, ya que al proporcionar un acceso directo a los servicios alternativos de transporte individual la necesidad de utilizar el coche disminuye significativamente ya que el usuario puede acceder más fácilmente a un coche cuando lo necesita para viajes específicos.
- Mejorar la eficiencia y reducir los costes de los servicios de transporte público, dándole mayor capilaridad, especialmente en las áreas de baja densidad, en las horas valle, y en las etapas inicial y final de los desplazamientos.
- Desarrollar un sistema de transporte inclusivo y personalizado para todos los ciudadanos, especialmente aquellos que puedan encontrar dificultades para utilizar el transporte público tradicional, como personas mayores o con movilidad reducida.
- Facilitar la elección y el acceso de los usuarios a una gama más amplia de servicios, y posiblemente un coste del viaje más económico y opciones de desplazamientos personalizadas.

A pesar de las expectativas positivas que genera la estrategia MaaS, existen riesgos de desincentivar los viajes sostenibles y que haya un cambio del transporte público a modos individuales, y desde modos activos, a pie y en bicicleta a modos motorizados. El predominio de los modos individuales y la poca visibilidad que se da al transporte público en algunos de los desarrollos actuales de MaaS es motivo de preocupación. Las autoridades del transporte han invertido muchos recursos, durante décadas, para mejorar la calidad de los servicios de transporte público y para animar a los ciudadanos a utilizarlo, creando una relación entre el sistema de transporte público y sus clientes. Si el modelo comercial de MaaS requiere un intermediario entre el proveedor de transporte y los clientes, hay que evitar el riesgo de que esta relación se debilite y que la provisión de transporte se convierta en un simple producto de consumo. Transport for London requiere que todas las aplicaciones

de *smartphone* que proporcionen servicios de información de viajes derivadas de sus datos abiertos tienen que hacer referencia al hecho de que el origen de datos de la aplicación es TfL.

En estos nuevos paradigmas, el conocimiento es fundamental y, sin embargo, las soluciones tienen que ser propuestas en clave de transversalidad a nivel de organización, para poder así generar valor y capacidad para afrontar las oportunidades y retos que día a día aparecen en el mundo del transporte, paradigmático de la oferta en red.

Resulta también paradigmático que se hayan constituido organizaciones a nivel internacional, como ejemplos y referencias de gobernanza transversal para fines comunes de generación de valor a nivel tecnológico, de gestión y también de decisión estratégica. No deja de ser significativo incluso el caso de unión de empresas —en competencia entre ellas en el mercado— para desarrollar soluciones abiertas, escalables, seguras y de interoperabilidad, en contraposición a la tendencia tradicional de dependencia y cautividad de mercado que ha marcado tradicionalmente el mundo de la tecnología del transporte, en especial en todo aquello que tiene relación con los sistemas de billeteaje.

Dejemos como principal referencia la UE y las directivas que han sido el embrión de impulso hacia las nuevas soluciones de la industria a fin de que las autoridades locales de los países fomenten la eliminación de fronteras de todo tipo y el viajero ejerza el derecho a disponer de una experiencia de viaje único interoperable entre operadores y sistemas y países.

Las más significativas y más activamente referenciadas a nivel internacional en estos momentos son las siguientes:

- ITF International Transport Forum de la OECD es una organización intergubernamental que actúa como think-tank para las políticas de transporte.
- STA-Smart Ticketing Alliance, para la referencia en sistemas de billeteaje inteligentes en el transporte y los sistemas de información en tiempo real al viajero. Fundada por los esquemas nacionales de billeteaje ITSO (UK), CALYPSO (F) y VDV (G) en que se basan la mayoría de desarrollos de sistemas a nivel mundial, son referencia de la UITP-Unión Internacional de Operadores de Transporte).
- OSPT-Open Source Public Transport Alliance, para el desarrollo de soluciones tecnológicas de contactless, seguras, abiertas, escalables y multiservicios, fundada por las empresas tecnológicas INFINEON, OBERTHUR, G&D e INSIDE SECURE.
- MaaSAlliance - Mobility as a Service Alliance, para el diseño de los nuevos paradigmas de ecosistemas de movilidad mixta, pública y privada, para facilitar un diálogo entre sus miembros y grupos de interés y construir condiciones prósperas para varias disposiciones MaaS.

## 5. Escenario de oportunidad: gobernanza de los nuevos paradigmas

Los objetivos prioritarios de las políticas públicas de movilidad son mejorar la calidad ambiental, favorecer el crecimiento económico y mejorar la cohesión social y territorial. La filosofía de movilidad como un servicio (MaaS), fruto de la transformación digital del transporte será compatible con las políticas de movilidad y transporte en la medida en que contribuya a estos objetivos, poniendo la integración en el corazón del sistema de transporte. La MaaS puede adaptarse perfectamente al consumo colaborativo,

permitiendo a los usuarios disfrutar de todos los beneficios de un producto, sin que deban tener su propiedad. En este sentido, la MaaS podrá ayudar a redefinir completamente los hábitos de los consumidores respecto a todo lo que constituye un sistema de transporte público eficiente y satisfactorio.

A fin de que la MaaS cambie la manera de gestionar el transporte urbano, los operadores, los planificadores, las autoridades del transporte y las empresas tecnológicas tienen que colaborar con eficacia y vencer las inercias y las dificultades intrínsecas a relacionarse, empresas y operadores, de distintas dimensiones y fórmula empresarial muy diferente.

Esta visión holística de nuestros desplazamientos supondría muchas ventajas para los usuarios y para los proveedores de servicios de transporte. Para los primeros, la MaaS permitiría establecer precios dinámicos, ya que el sistema tendría acceso a todos los modos de transporte y no solo al transporte público. Estos precios podrían ser variables en función de la recurrencia, la fidelización y el nivel de congestión, además de las políticas de carácter social y no únicamente sobre la base de la oferta y la demanda.

Esta visión completa de los datos integrados de los desplazamientos permitiría a los proveedores de servicios ajustar la oferta, segmentar la demanda y ganar penetración y capilaridad. Además, la información personalizada, permitiría también a los responsables de movilidad incentivar los modos de transporte más sostenibles y adaptados a la demanda concreta.

La filosofía MaaS impulsa el cambio modal de los vehículos de propiedad privada hacia el uso de recursos compartidos y del transporte público. En consecuencia, los automóviles privados infrautilizados podrán ser sustituidos por varias modalidades de servicios de movilidad que tienen una mayor utilización de activos y una menor pisada ambiental. El atractivo mejorado y la mayor eficiencia de los sistemas de transporte público tendrían que reducir la necesidad de subvenciones. Por su capacidad y eficiencia, los modos tradicionales de transporte público, como el autobús, el tranvía y el metro, tienen que continuar como eje vertebrador del sistema de movilidad y también en el ecosistema de MaaS en las zonas urbanas y metropolitanas

Con respecto a la tecnología, los puntos críticos de la nueva movilidad inclusiva son la interoperabilidad, la itinerancia y los estándares armonizados.

Fomentar la interoperabilidad es una responsabilidad común para todas las partes y un requisito previo esencial es la existencia de una plataforma abierta para conectar a los proveedores de servicios de transporte con el operador MaaS. El programa Horizonte 2020, muy probablemente asentará las bases para el establecimiento y el crecimiento de un ecosistema de movilidad más interoperable.

No debe otorgarse exclusividad a ningún operador, independientemente del tamaño del operador o proveedor de transporte, con el fin de favorecer la competencia justa y la transparencia.

La competitividad y el atractivo de los servicios de MaaS se basan en gran medida en la disponibilidad de datos de alta calidad. El primer paso hacia un sistema de transporte digital es la armonización de datos y hacer cumplir el acceso en tiempo real y seguro a los datos.

Sin embargo, la discusión se aleja del intercambio de datos entre varias plataformas. La

capacidad de acceder a los datos del vehículo en tiempo real se ha convertido en cada vez más relevante para toda la cadena de valor en la era del 'coche conectado'.

Se tiene que establecer la regulación de la seguridad de la privacidad y de datos para garantizar la confianza del público, y los usuarios tienen que tener la total seguridad sobre cómo y con qué efectos se utilizan sus datos.

Para promover un ecosistema abierto, habrá que definir una política equilibrada de precios y tarifas. Los proveedores de servicios de transporte tienen que aplicar sistemas similares de precios para todos los operadores de MaaS. Las organizaciones más pequeñas, incluidas las empresas emergentes, a menudo entran en el mercado con nuevas ideas y creatividad que hay que fomentar. Reducir las barreras de entrada facilitará la entrada de nuevos partners con soluciones innovadoras.

Para el éxito de la filosofía MaaS, es clave encontrar modelos de negocio competitivos y oportunidades de cooperación entre los diferentes grupos de interés, garantizar la itinerancia y la escalabilidad de las empresas y, en definitiva, hacer frente a las diferencias en las políticas de regulación, liderazgo, responsabilidades y especificidades entre *partners*.

Es del todo necesario establecer una comprensión común para los derechos de usuario de MaaS. Se prevé que la Comisión Europea publique una propuesta de derechos de pasajeros en cadenas de viajes multimodales a lo largo de 2018, que posiblemente afectará el desarrollo de los servicios de MaaS.

También se tienen que animar y priorizar soluciones avanzadas de movilidad compartida sobre coches particulares.

Todavía se necesitan más proyectos piloto y más estudios con el fin de identificar los modelos empresariales más adecuados para el despliegue de MaaS y crear una propuesta de valor atractiva para el usuario y globalmente para todo el ecosistema. Estas son las condiciones previas para una implicación rentable para los operadores y proveedores de servicios de transporte de MaaS.

Un papel especialmente importante en el desarrollo de un ecosistema MaaS plenamente abierto y sostenible tiene que ser asumido por la Administración pública titular, tanto a nivel local como nacional. Algunas autoridades públicas, actúan más allá de su rol tradicional como proveedores de infraestructuras, generando y promocionando servicios de movilidad con la entrada de nuevos *partners*. La movilidad 4.0 necesita un liderazgo que tenga en cuenta la imagen global del conjunto del sistema de movilidad.

Para gobernar estos nuevos paradigmas, manteniendo la jerarquización del transporte público y de los modos sostenibles, es necesario priorizar políticas de visión transversal y dotar al sistema de movilidad de un nuevo modelo de gobernanza con liderazgo público.

Este liderazgo público garantizará, tal y como la Movilidad 4.0 requiere, que el sistema sea cada vez más claro, eficiente, cooperativo, participativo y transparente.