

# ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA SOBRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LAS MEGACIUDADES DE MÉXICO: MOVILIDAD SOSTENIBLE

M.A. Jesabel Gómez Sánchez<sup>1</sup>, M. Nora Edith Alcalá Flores<sup>2</sup>,

**Resumen**—En México pasamos de 5 millones de vehículos en 1980 a 38 millones en 2014. La ineficiencia del transporte público disminuye la productividad generando una pérdida de 3.3 millones de horas/hombre diarios en la Ciudad de México. La “Ciudad” se ha convertido en el hábitat primordial del ser humano, en México 11 ciudades, rebasan el millón de habitantes (PROTRAM, 2013). Las que no cuenten con un sistema de transporte sostenible no serán competitivas (Colmenares, 2007). Por lo que la búsqueda es lograr un “sistema de transporte urbano sostenible. Este trabajo presenta la inclusión de tecnología disponible actualmente, sobre el Protocolo de Toronto para lograr la movilidad sostenible (IBID). Entre los resultados se encuentra: La reducción de tiempo de traslado, mejoras al sistema, aumentos en la población económicamente activa, mayor inversión, inclusión financiera y tecnológica.

**Palabras clave**— Tecnología de la información, Transporte, Megaciudades, Big Data, Apps.

## Introducción

Organizaciones como las Naciones Unidas (ONU), la Unión Internacional de Transporte Público (UITP), la Comunidad Europea (CEE), el Banco Mundial (BM) y la Comisión Económica Para América Latina (CEPAL), han tratado el tema desde hace más de 20 años, los agentes en México llevan años sabiendo que el sistema de transporte requiere cambios, sin embargo vemos las mismas condiciones desde hace décadas. Si bien la solución no es sencilla, existen algunas estrategias incluso ya utilizadas en otros países que se podrían implementar aprovechando la tecnología existente, como medida alterna a las políticas públicas.

Este documento establece necesidades de transporte urgentes en la vida cotidiana de las grandes ciudades (arriba del millón de habitantes), y al mismo tiempo devela soluciones que como en muchos otros mercados han cambiado la forma de ofertar un servicio, eficientándolo y mejorando la experiencia del usuario, gracias al uso de tecnología de la información.

Si bien la solución no es sencilla, existen algunas estrategias incluso ya utilizadas en otros países que se podrían implementar aprovechando la tecnología disponible, como medida alterna a las políticas públicas, es decir empujadas desde el sector privado; ya que, en el corto plazo, las ciudades que no cuenten con un sistema de transporte sostenible que garanticen los derechos sociales no serán competitivas ni siquiera desde el punto de vista económico (Colmenares, 2007).

## Descripción del estudio

### *Problemática del transporte en las grandes ciudades*

ONU-Hábitat para México (2015) identifica en su reporte el derecho a la ciudad, entendido como el derecho a la vida urbana en un hábitat digno y el derecho a la movilidad...los traslados y accesos a lugares representan un factor fundamental para ejercer los derechos humanos y para consolidar la participación activa de todas las personas en los ámbitos económico, social, cultural y político.

En México, la cantidad de vehículos ha crecido más de seis veces, pasando de 5 millones en 1980 a 38 millones en 2014, destacando el rubro de autos particulares, como se muestra en la tabla 1:

	1980	1990	2000	2010	2014
<b>Oficiales</b>	22,303	52,517	75,546	142,741	151,563
<b>Públicos</b>	214,574	454,631	572,545	827,681	902,829
<b>Particulares</b>	5,521,453	9,354,960	14,963,825	30,665,836	36,970,997
<b>Total</b>	5,758,330	9,862,108	15,611,916	31,636,258	38,025,389

Tabla 1. Crecimiento de vehículos en México (1980-2014) por rubros.

Las consecuencias de tal crecimiento son la congestión vial, una reducción en la velocidad del transporte (provocando la pérdida de 3.3 millones de horas/hombre al día únicamente en la Ciudad de México) (ONU-Hábitat

<sup>1</sup> Jesabel Gomez Sanchez M.A. es alumna del Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología por UPAEP, Puebla, México. [jesabel.gomez@utcv.edu.mx](mailto:jesabel.gomez@utcv.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La MET. Nora Edith Alcalá Flores es alumna del Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología por UPAEP, Puebla, México. [noraedith.alcala@upaep.edu.mx](mailto:noraedith.alcala@upaep.edu.mx)

para México, 2015), al mismo tiempo trae, como afirma Figueroa (2005), secuelas de accidentes, contaminación, desorden, desarticulación urbana y degradación de muchas zonas.

La “ciudad” se ha convertido en el hábitat primordial del ser humano, en México 11 ciudades rebasan el millón de habitantes, como se observa en la figura 1. Incluso tres de ellas (México, Guadalajara y Monterrey) cuentan con más de cuatro millones de habitantes-megalópolis. (de 1980-2010, su crecimiento en población aumento 1.7 veces y el área urbana 5 veces) (PROTRAM, 2013).



Figura 1. Ciudades con más de un millón de habitantes.

En los países desarrollados los desplazamientos urbanos representan para la sociedad entre un 5% y 15% del Producto Interno Bruto (PIB). En países en vías de desarrollo el costo es 25% del PIB (UITP, 2002).

Los medios de alta capacidad (metro, trolebuses y autobuses) que en 1983 concentraban un 67% de la demanda, cayeron en 1997 al 24%, siendo la diferencia ocupada por servicios de combis, microbuses, y taxis colectivos (Rodríguez y Navarro, 1999), introduciendo vehículos poco adaptados para el transporte colectivo, de menor tamaño y más baratos, pudiendo incluso ser usados-importados, ingresando en muchos casos en el denominado sector informal o ilegal de esta actividad, usualmente sin responsabilidad frente a la autoridad, y contribuyendo a la congestión de las ciudades. Por otra parte se incrementa la polarización de la sociedad, donde quien tiene el mayor poder adquisitivo utiliza el automóvil privado, y los mejores transportes públicos, incrementándose las tasas de motorización. Es así que los automóviles y los taxis de uso individual son los vehículos que usa con mayor intensidad el sistema vial con casi el 85% del total de recorridos y del total de viajes realizados por día, el 24.1% todavía se cubría por transporte individual (automóvil, motocicleta, taxi y bicicleta), el 51,5% en transporte público, mientras que los viajes a pie representaban el 24,4% tal como aparece en la figura 2, de acuerdo con el Observatorio de Movilidad Urbana (2009).

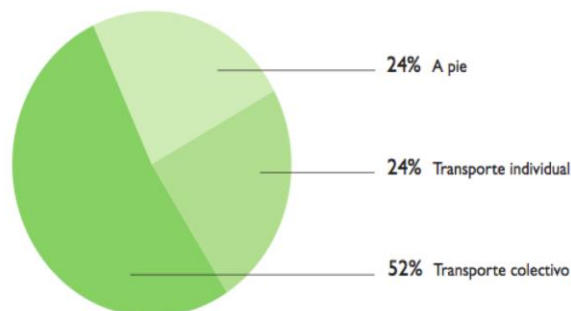


Figura 2. Forma de transporte en viajes diarios en zonas urbanas.

Por otra parte se han intensificado dos fenómenos, por un lado el desarrollo de los asentamientos suburbanos que ha incrementado los tiempos promedio de transporte al trabajo de 2 a 3.47 horas hasta las zonas urbanas (BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA, 2011), y por otra parte el desarrollo de megaconjuntos

habitacionales de grandes extensiones sin acceso a transporte público (Figuroa, 2005), y con accesos retirados donde los habitantes tienen que caminar, o usar bicitaxis o taxis o para ingresar a sus casas como se muestra en la figura 3 redefiniendo a la ciudad entendida como una mancha continua, y generando mayores costos para los ciudadanos, en la Ciudad de México el gasto en transporte representa el 12.5% del salario mínimo, mientras que en el caso de Puebla y Mexicali rebasa el 22%:



Figura 3. Paseos de San Juan, Zona Metropolitana del Valle de México (3,024 viviendas)

Este problema ha sido agravado por las concesiones a 30 años que ha gozado el sistema de transporte, y las bajas penalizaciones, menciona Colmenares (2007), que nuestro sistema de transporte público de superficie atiende a prácticas del tipo buhoneril callejero. Donde la ineficiencia del transporte público genera mayores costos, precios más altos, mal servicio, tráfico, contaminación ambiental, y disminución de la productividad en general. Además de mal servicio al usuario, unidades en malas condiciones, incluso accidentes mortales a usuarios y terceros. Si bien se debe apoyar al sector, las condiciones deben ser más justas también para el usuario del servicio.

#### *Propuesta ante situación actual en México*

Las nuevas características de la ciudad y la relocalización de las funciones urbanas principales han modificado la movilidad, sobre todo mediante el transporte privado (Jordán & Simioni, 2003) como ya se mencionó. Para el periodo comprendido entre 2008 a 2014, considerando a las once ciudades más grandes del país se observó que una característica en común en mayor o menor medida son los problemas de movilidad ante una población creciente con necesidad de transporte. Y esta necesidad es creciente, un informe de las Naciones Unidas estima que en 2050, el 70% de la población mundial vivirá en ciudades, por lo tanto seguirá agravándose el problema del transporte (tanto público como privado), su eficacia resulta esencial para la vida y la economía de las personas, instituciones, y empresas, en México; ya en el año 2010, 59 zonas metropolitanas eran habitadas por 64 millones de personas, es decir 57% de la población, la cual produce el 74% del PIB (INEGI, 2011).

Derivado de lo anterior, la búsqueda en estos tiempos es lograr un “sistema de transporte urbano sostenible” definido por la UITP (Unión Internacional de Transporte Público) como un sistema que permite satisfacer las necesidades básicas de acceso a los bienes, al trabajo, a la educación, al ocio y a la información de forma segura para la salud pública y la integridad del medio ambiente, a través de la equidad entre generaciones y dentro de la misma generación; es asequible, opera de manera eficiente, ofrece diferentes modos de transporte para una intermodalidad sin interrupciones y contribuye a una economía dinámica; limita las emisiones y desechos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos; y finalmente minimiza el consumo de recursos no renovables, reutiliza y recicla sus componentes, minimiza el uso del territorio y la producción del ruido. Además de un sistema de transporte público urbano sustentable económica y socialmente que de acuerdo con Colmenares (2007) se logra cuando la relación entre costos e ingresos de su operación garantiza la permanencia operacional del sistema y al mismo tiempo facilita la movilidad de todos los ciudadanos y especialmente aquellos de sectores de menores ingresos.

La UITP (2002) ha redactado una serie de recomendaciones con base a un compilado de 100 ciudades en el mundo, respecto a diversas formas para volver más atractivo y eficiente al transporte público, para controlar el tráfico, así como para disminuir la dependencia al vehículo. Es por ello que consideraremos el programa Protocolo de Toronto, propuesto por la UITP y aceptado en 1999 por casi 4,000 profesionales y expertos en materia de transporte público, que agrupa en tres líneas de acción su propuesta para lograr la movilidad sostenible: gerencial, tecnológico y educativo, de acuerdo a los siguientes puntos (Colmenares, 2007):

1. La tendencia indica que se deben desarrollar sistemas que puedan transportar un elevado número de personas como los sistemas *Bus Rapid Transit* (BRT) por ejemplo el Metrobús de la Ciudad de México, implantado en 2005,

y que actualmente cuenta con homologación para su uso con el sistema metro y Ecobici que permite transbordar con el pago de un complemento que actualmente atiende a más de 950 mil pax/día (MB Metrobus, 2017). Sin embargo con infraestructura ya insuficiente en horas pico.

2. Las políticas deben estar orientadas hacia el diseño de redes con la mejor combinación de modos y servicios para todos los ciudadanos pudiendo cambiar el comportamiento de la movilidad, y la simplificación de los procesos, lo cual puede abordarse con el uso de *big data*, recopilar, almacenar y procesar información, en este sentido el sistema de tarjeta inteligente permitiría la obtención de información sobre hábitos de los usuarios, que serviría para la planeación estratégica y tomar de decisiones sobre la inversión en tipos y unidades de transporte, aumento de rutas por horas pico, vías rápidas, apoyo e inversión en infraestructura.

3. Implementación de tecnologías innovadoras para integrar los modos del sistema y hacerlos más atractivos, tales como opciones de pago, uso de sistemas de localización y control de flotas tipo GPS, uso de sistemas cartográficos y de información de los servicios que operan en tiempo real mediante aplicaciones digitales “apps”, para garantizar el control de la flota en operación, mejorar la gestión e información al usuario, todo esto mediante tecnologías de comunicación e información que actualmente se encuentran disponibles.

Lo más importante es que un tercero empodere al usuario a través de plataformas en donde los agentes y los mercados se organicen y sean capaces de ofertar productos y servicios a grandes volúmenes de consumidores y usuarios, con nuevos modelos de negocio, replicables, con percepción de gratuidad (publicidad, *freemium*, subvenciones entre productos, coste marginal cero), con economías a escala, mercados crecientes, y donde se aprovechen las externalidades de la red, como se puede observar en la figura 4 (Pérez, 2017), que motiven a la elaboración de aplicaciones (apps) por parte de una startup basada en los datos generados por los usuarios, así como lo realiza actualmente google maps, o wazi, pero donde conecte toda la información sobre rutas, precios y horarios de los sistemas de transporte público pudiendo ser incluso retroalimentado por los propios usuarios en el sistema de metro, metrobus, tranvías, autobuses, etc.

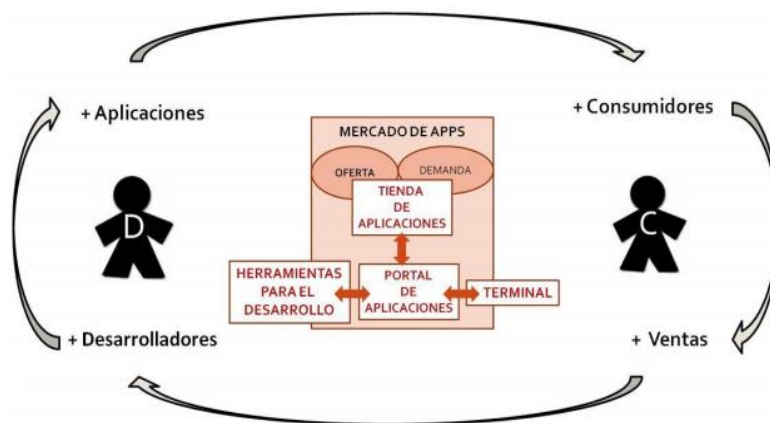


Figura 4. El efecto red (externalidades positivas)

Aplicar la discriminación y subvención de precios por parte del transporte público, mediante pases de un solo viaje, 10 viajes, y un abono mensual mediante tarjetas inteligentes para usuarios frecuentes, esto pudiera ser organizado por un particular en acuerdo con los concesionarios, y manejar como otras app publicidad general o de otros servicios.

En cuanto al servicio semi-público, como lo son los taxis, ofrecer una aplicación con geolocalización por medio del celular para taxistas concesionados gratuita de acuerdo con sus datos registrados y su número de licencia, (evitará las licencias duplicadas “piratas”) donde el consumidor podría ver los datos de la unidad, y el precio a su destino, y pudiendo pagar tanto de forma virtual como física. Ya que además las tarifas que estos pueden cobrar están sujetas por el estado y suelen ser más bajas que las que cobran compañías como uber y su algoritmo.

Permitiendo incluso la conexión entre los distintos tipos de transporte público, todo ello en apoyo a la sustentabilidad del mismo. Y tal como menciona el protocolo de Toronto se debe considerar de forma transversal la inclusión de tecnologías de la información, agregaríamos que de forma urgente para México.

#### Resultados

- Empoderamiento del usuario al eliminar la información asimétrica, respecto a costos, transbordos, y opciones de transporte.

- Cobro subvencionado, quien use el transporte público de forma permanente tiene acceso a menores costos (por ejemplo: estudiantes, tercera edad, y fuerza laboral).
- Ahorro en tiempos de transporte para el usuario que le permitan organizar sus actividades, y mejorar su calidad de vida (definir horas pico).
- Eficiencia en costo para los operadores de transporte público y semi-público, al contar con información que le permita tomar mejores decisiones y realizar inversiones asertivas en infraestructura, como aumentos de unidades en rutas saturadas por horas pico, o muy bajas, y viceversa.
- Efecto red (externalidades positivas) al elaborar aplicaciones virtuales, cuyo precio para el usuario es gratuito, y los ingresos vienen por un tercero, como por ejemplo la publicidad.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo se plantea un viejo problema, y una nueva propuesta de solución mediante el uso de la tecnología de la información y comunicaciones, incluso dejando a un lado solo las políticas públicas y replanteando la forma en que se ofrece el servicio de transporte, y aprovechando nuevos modelos de negocio, así como las externalidades positivas que pueden surgir a su alrededor.

Entre los hallazgos de dicha propuesta se encuentran eficiencia en el servicio, costos y el incremento de satisfacción para el usuario. Y recordar que para los concesionarios o permisionarios no debe bastar tener un crecimiento sostenido, ni una empresa saludable cuando existen una serie de disruptores que están explotando el mercado tradicional; se encuentran con oportunidades de crecimiento cada vez más onerosas, lo cual es difícil y además aprovechar el poder de la constante evolución de la tecnología digital para romper barreras de entrada y diseñar nuevos modelos de negocio es un esfuerzo complejo pero que deben asumir (Bonnet, D. y Maulik, P., 2017).

#### *Conclusiones*

El aumento de tamaño de las ciudades, ante la falta de un sistema de transporte eficiente ha generado un gran aumento en el número de vehículos particulares, lo que dificulta la movilidad en las grandes ciudades, y genera diversas consecuencias negativas para la economía, la productividad, y el medio ambiente.

“LA MOVILIDAD URBANA SE HA CONVERTIDO EN EL RETO DEL MILENIO” “El transporte público en el mundo se encuentra en un momento crucial de su desarrollo, con tendencias de gran magnitud como son el crecimiento urbano, los cambios demográficos y de estilo de vida, la globalización de la economía y el acceso generalizado a nuevas tecnologías que afectan cada vez más a nuestro sector. Ahora es cuando debemos ser proactivos e identificar una serie de soluciones específicas a fin de que el sector tenga las armas para afrontar de manera efectiva estos retos en el futuro... (BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA, 2011).

La tecnología ha venido a cambiar nuestras formas de interacción, sin embargo como afirma el Dr. Jorge Pérez (2017) “No puede haber conectividad virtual sin conectividad física” Podemos pedir una pizza por una *app*, o comprar un televisor por internet, pero si no existen sistemas de transporte eficientes nada llegaría hasta la puerta de nuestro hogar, negocio, etc. Es por ello que este tipo de análisis pretende incentivar a los desarrolladores e innovadores a participar en la resolución de viejos problemas que, difícil y muy lentamente, han sido abordados por los gobiernos y concesionarios, y a los que la tecnología como herramienta podría contribuir enormemente. Y por otra parte incentivar a las empresas actuales a la inmediata adopción de tecnología, aun en un sector como lo es el transporte, nadie esperaba la llegada de UBER por ejemplo. Recordemos que la difusión de las Tecnologías de la información y comunicación y el avance de la Sociedad de la información están asociadas con el incremento de la productividad y la competitividad de las economías (Ibid).

#### *Recomendaciones*

Se recomienda profundizar sobre el impacto del tema bajo un enfoque sinérgico que permita discutir y discernir sobre las mejores prácticas entre las partes involucradas, con miras a atender un problema real y en crecimiento como el planteado en este estudio. Es recomendable también invertir desde convocatorias sectoriales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el desarrollo de aplicaciones para las Tecnologías de la Información y comunicaciones que permitan incidir en la problemática señalada y con base en los hallazgos de este estudio.

### Referencias

BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA. (2011). Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. (CAF, Ed.)

Bonnet, D. & Maulik, P. (2017). Reframing Growth Strategy in a Digital Economy. *MITSloan Management Review*. Mayo.

CAF (2010); Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina; Bogotá-Colombia; <http://publicaciones.caf.com/media/1130/0.pdf>

Colmenares, I. (2007). Desarrollo sustentable y sostenible de sistemas de transporte público urbano. Administración: Teorías y Categorías de Análisis. Caracas, Venezuela.

Figuroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina. Revista Eure , XXXI (49), 41-53.

Hartmann, P. M., Zaki, M., Feldmann, N., & Neely, A. (2016). Capturing value from big data—a taxonomy of data-driven business models used by start-up firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(10), 1382-1406.

INEGI (2011); PIB Y CUENTAS NACIONALES; <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/>

Jordán, R., & Simioni, D. (2003). *Gestión urbana para el desarrollo en América Latina y el Caribe*. (C. E. Caribe, Ed.) Santiago, Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

MB METROBUS(2017);portal ciudadano; <http://www.metrobus.cdmx.gob.mx/>

ONU-Hábitat para México. (2015). Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015. México, D.F.: Grupo Mexicano de Parlamentarios para el Hábitat.

Pérez, Jorge (2017); Visión estratégica del ecosistema digital; Tema1: Análisis del entorno del sector TIC y de la SI; Universidad Politécnica de Madrid.

PROTRAM. (2013). Desarrollo urbano de grandes ciudades. BANOBRAS; SHCP. México: Fondo Nacional de Infraestructura.

Rodríguez, J. y B. Navarro, (1999). El transporte urbano de pasajeros de la Ciudad de México en el siglo XX. México: CEGDF

UITP International Association of Public Transport “Public transport for sustainable mobility”, Focus Paper; <http://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/PUBLIC%20TRANSPORT%20FOR%20SUSTAINABLE%20MOBILITY.pdf> Julio 2002.

### Notas Biográficas

La **M.A. Jesabel Gómez Sánchez** es profesora investigadora en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Terminó sus estudios de maestría en administración de empresas en *Tec de Monterrey, campus Veracruz*. Y recientemente participó en el curso Visión Estratégica del Ecosistema Digital, por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente cursa sus estudios de Doctorado Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología en la UPAEP.

La **MET. Nora Edith Alcalá Flores** es profesora investigadora en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas. Titulada de Maestría en Estadística Aplicada por el Tec de Monterrey, campus Monterrey. Actualmente cursa sus estudios de Doctorado Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología en la UPAEP.