



Ensayo científico

Revisión de propuestas innovadoras de movilidad en el transporte público en Latinoamérica para la transformación a ciudades inteligentes sustentables

Review of innovative proposals for mobility in public transportation in Latin America for the transformation to sustainable smart cities

Renato Alejandro Andara Escalona^a

^aUniversidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Venezuela.

DOI: <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.28242.07362>

Recibido: 08-01-2020

Aceptado: 13-06-2020

Resumen

Latinoamérica es una región altamente urbanizada con casi el 80% de la población viviendo en ciudades. El diseño de las ciudades tradicionales está dando paso al diseño de ciudades inteligentes y sostenibles, las cuales se reconocen por el uso de tecnologías de información y comunicación. Existen diversos actores que están apoyando el desarrollo de proyectos de innovación y la adopción de tecnologías más limpias en el transporte. En el presente trabajo se revisa diversas propuestas sobre movilidad sostenible como contribución a la transformación hacia ciudades inteligentes, asimismo se muestran las áreas temáticas de innovación asociadas y las aplicaciones en proyectos de innovación, entre los cuales destacan los autobuses eléctricos, bicicletas eléctricas, transporte compartido, teleféricos y aplicaciones móviles, así como los modelos de transporte bajo el fenómeno de Movilidad como Servicio (MaaS). Los esfuerzos en Latinoamérica para la transformación de la movilidad urbana por parte de diversos actores de sectores públicos y privados contribuyen positivamente en el desarrollo de las ciudades en la región.

Palabras clave: ciudades inteligentes, transporte sustentable, innovación, movilidad sostenible, Latinoamérica.
Código UNESCO: 3327.03- Sistemas de tránsito urbano.

Abstract

Latin America is a highly urbanized region with almost 80% of the population living in cities. The design of traditional cities is giving way to the design of smart and sustainable cities, which are recognized for the use of information and communication technologies. There are various actors that are supporting the development of innovation projects and the adoption of cleaner technologies in transportation. In this paper various proposals on sustainable mobility as a contribution to the transformation towards smart cities are reviewed, as well as the thematic areas of associated innovation and applications in innovation projects, among which electric buses, electric bicycles, shared transport, stand out, cable cars and mobile applications, as well as transport models under the Mobility as a Service (MaaS) phenomenon. The efforts in Latin America for the transformation of urban mobility by various actors from the public and private sectors contribute positively to the development of cities in the region.

Keywords: smart sustainable cities, sustainable transport, innovation, sustainable mobility, Latin America.
UNESCO Code: 3327.03 - Urban transit systems.

1. Introducción

El continuo aumento del parque vehicular ha provocado la creciente congestión en las ciudades, aumentando el tiempo de traslado, el consumo energético, la contaminación atmosférica con consecuencias sobre mortalidad y morbilidad, reduciendo asimismo productividad y bienestar de sus ciudadanos [1]. Esta situación se acentúa con el incremento de la capacidad de la población a adquirir vehículos. De acuerdo con Maxwell [2] Latinoamérica es la región más urbanizada del mundo, con el 80% de sus habitantes viviendo actualmente en ciudades. Existen pronósticos de un aumento al 90% para el año 2050. Adicionalmente, la flota de automóviles de la región tiene la tasa de crecimiento más rápida del mundo: la cantidad de vehículos se triplicará en los próximos 25 años, llegando a más de 200 millones para el 2050, sin embargo, muchos de los países y ciudades de Latinoamérica todavía no tienen estándares para mejorar la calidad de combustibles, ni la eficiencia de vehículos en cuanto a las emisiones de CO₂ y en especial las del ‘carbono negro’, el cual es uno de los cuatro grandes contaminantes climáticos de vida corta duración (CCVC) [3].

Por otra parte se observa mayor interés en los organismos multilaterales e internacionales por buscar soluciones a los problemas generados por las estructuras de movilidad existentes en las ciudades de Latinoamérica. Por ejemplo, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) colabora con los gobiernos nacionales y locales de la región en desarrollar el potencial de los autobuses limpios a través del soporte técnico, el financiamiento, la gestión de riesgos y el acceso a créditos, el objetivo es ayudar a los países y ciudades a superar las barreras que impiden una mayor adopción de autobuses eléctricos [4].

Sin embargo las soluciones deben ir más allá de la adopción de vehículos eléctricos. Se trata de ir hacia un desarrollo sostenible de los sistemas y plataformas de transporte público, las vías, la penetración e incluso el uso de *Big Data* a partir de información de movilización de las personas de cada ciudad. Esto permite que quienes son responsables de la planificación urbana puedan tomar en consideración elementos que van más allá de la ruta e incluya el bienestar de las personas. Yañez-Pagans y otros [5] señalan que son escasos los estudios que permitan comprender el papel de inclusión social de los sistemas de transporte, por lo que proponen el uso de fuentes de datos no tradicionales, como *Big Data* e información satelital, para generar un aprendizaje útil para los actores involucrados en las propuestas de innovación de los sistemas de transporte en Latinoamérica.

El propósito del presente trabajo es la revisión de las recientes propuestas respecto al transporte en Latinoamérica, además se explora el concepto de ciudad y su evolución a ciudad inteligente y sostenible, de allí contextualizar entonces la transformación del concepto de movilidad a movilidad sostenible. Para alcanzar este cambio se requiere de propuestas innovadoras, por lo que se realiza una revisión de aquellas que se han desarrollado en los últimos años y que se apalancan sobre diseños existentes, y que estén generando resultados en los países o comunidades donde han sido implementadas.

2. Desarrollo

2.1 Metodología

El presente estudio considera las innovaciones en actividades relacionadas al transporte de personas en ciudades latinoamericanas. De acuerdo con Cazorra [6] Latinoamérica incluye los países en el continente americano colonizados por España, Portugal o Francia. Se sigue el listado publicado por la Universidad de Pensilvania [7] en el cual se aplica lo anteriormente señalado, a saber: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa,

Granada, Guatemala, Guayana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Paraguay, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Surinam, Uruguay y Venezuela.

A pesar que existen otras fuentes que proponen ciudades o países específicos para realizar este tipo de estudios, como por ejemplo el Índice IESE *Cities in Motion* (ICIM) [8], no fueron tomado como guía para la selección de las ciudades Latinoamericanas debido a que evalúa solo 26 ciudades representando 15 países de esta región, dejando por fuera nueve países de los seleccionados para este estudio. De la misma manera, tampoco se utilizaron las ciudades propuestas por Rózga y Hernández [9] por considerar solo 10 ciudades, correspondientes a seis países. El enfoque aplicado en el presente trabajo es evaluar en general la región Latinoamericana y sus actividades de innovación en la gestión de la movilidad.

Respecto al término innovación se refiere a la innovación social, en este sentido Ascanio-Hernández y otros [10] señalan que pasa de centrarse en la aplicación de la innovación técnica a las esferas sociales, a interesarse por las relaciones entre una sociedad problematizada en busca de soluciones y en cómo las innovaciones responden a problemas sociales o la aportación específica que se hace desde el ámbito concreto de la acción social.

A pesar del tamaño de la región latinoamericana, se toma en cuenta las actividades de innovación que estén aplicadas y funcionales. Se consideran las innovaciones desarrolladas en los últimos cuatro años agrupadas por tópicos, asimismo se describen las innovaciones disruptivas que se esperan aplicar a futuro, y además se condensa en este documento los esfuerzos innovadores realizadas en Latinoamérica para mejorar la movilidad de las personas en esta región geográfica, transformando la movilidad actual en una movilidad sostenible, lo cual es parte fundamental de las ciudades inteligentes.

El trabajo se desarrolla comenzando por la definición de ciudad para después enfocar a la definición de ciudad inteligente y sostenible. Luego se muestra la relación entre esta última, la movilidad y la movilidad sostenible. Asimismo se muestran las áreas temáticas de innovación y se describen los proyectos de innovación implementados, sus beneficios en las personas de la ciudad donde se aplica y cómo mejora la movilidad en la ciudad o país donde es aplicado.

2.2 De ciudades a ciudades inteligentes y sustentables

Las ciudades son entes que tienen unas características específicas, Albino y otros [11] señalan que consisten en entrada de bienes y servicios, además de salida de desperdicios y de elementos que afectan al medioambiente. Las ciudades se apoyan en recursos externos, no producen muchos de los bienes que requieren, es por ello que desde el punto de vista de sustentabilidad, se enfocan principalmente en el bienestar de sus habitantes. Las ciudades crecen a pesar de limitados intentos de regular la distribución de la misma, así mismo las estructuras de transporte siguen el mismo patrón, generando desigualdad en el acceso del transporte, congestión y malestar en los usuarios. Esto ha llevado a un cambio en la visión del desarrollo de la ciudad hacia términos tales como ciudades inteligentes o ciudades sustentables, apoyados en el uso de tecnología, además de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la ciudad.

Ahvenniemi y otros [12] hacen la comparación entre ciudades ‘inteligentes’ y ‘sustentables’ y recomienda el uso de la tecnología, no como un fin en sí mismo, sino como un elemento habilitador para las metas de sustentabilidad de la misma, cuyos resultados e impacto ambiental tengan una consecuencia positiva para el medioambiente. Sang y Li [13] presentan la siguiente definición de ciudad inteligente desarrollada en el 2015 por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE): “una ciudad inteligente y sostenible es aquella que utiliza tecnologías de información y comunicación (TIC) y otros medios para mejorar calidad de vida, eficiencia de la operación, de servicios urbanos, y competitividad, al tiempo que garantiza que satisface las necesidades de las generaciones presentes y futuras con

respecto a los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales". Esta definición incluye los objetivos de sostenibilidad y visión a futuro que se requiere para el desarrollo urbano.

Por otra parte Höjer y Wangel [14] indican que las ciudades inteligentes son aquellas que utilizan las tecnologías de información y comunicación en dominios específicos de aplicación, tales como el "transporte inteligente". Es decir, uno de los elementos clave para que la ciudad sea inteligente es el uso de tecnologías en el proceso de transporte. El transporte es un elemento esencial en la vida de la ciudad, Quintero [15] señala que el progreso de la productividad de un país se da gracias a su capacidad de apoyarse unos a otros, mediante una comunicación armónica y ágil facilitada por aeropuertos, autopistas, calles, medios de comunicación, la capacidad de hablar y escribir correctamente; es así que cuando los trabajadores viajan largas distancias desde sus hogares a su trabajo, esto representa tiempo que no utiliza en descanso o recreación adecuada, a la larga afecta a su productividad. Bien afirma Kazlauskiene, encargada de la Dirección General para la Política Regional de la Comisión Europea en 2009 [16] que "las ciudades sostenibles no aparecerán si el sistema de transporte no es sostenible. El aumento del consumo de energía, los viajes largos y el manejo pobre de los recursos naturales deben ser redirigidos. La expansión urbana y la necesidad de viajar grandes distancias para el trabajo y para hacer compras deben ser remediadas".

2.3 Movilidad sostenible

La situación del transporte público en Latinoamérica es muy parecida entre las distintas ciudades de la región, comparten una historia común, lo cual incluye su transporte urbano. Es importante la participación del transporte público sobre el total de viajes, y mayor al de las ciudades de países desarrollados; el autotransporte público es predominante y gestionado por empresas privadas bajo regulación pública [17]

Para los planificadores de la ciudad el estudio de la movilidad consiste en el conjunto de desplazamientos que se producen en un contexto físico, y los sistemas de transporte los medios que la hacen posible; sin embargo, se trata de un término muy estrecho, siendo necesario ampliar su ámbito de acción y reflexión al desarrollo urbanístico, a la prestación de servicios y al modelo de ciudad [18]. Esta consideración no solo debe tomar en cuenta el desplazamiento de los habitantes, sino también su bienestar y el del planeta.

Es por ello que aparece el concepto de Movilidad Sostenible, según Giorgi [19] "constituye un vuelco del enfoque tradicional de la planificación del transporte -que consideraba a este último como una exigencia derivada del crecimiento económico y una de sus infraestructuras de apoyo- hacia una orientación basada en la realidad y la evaluación de los riesgos y que reconoce los inconvenientes del crecimiento incontrolado"; así los objetivos como la "protección del medio ambiente y nociones como la democracia participativa, que los planificadores y expertos del transporte desconocían hasta hace poco tiempo, se han transformado en hitos destacados de los programas de este sector" [19].

2.4 Innovación en el transporte

Según el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) entre las iniciativas exitosas para el transporte en Latinoamérica se tiene el establecimiento de vías exclusivas para vehículos con más de un pasajero, subsidios al costo del transporte, la implementación de sistemas de transporte de tránsito rápido, el incentivo al uso de la bicicleta y la extensión y mejoramiento de la red de calles, avenidas, autopistas, carreteras, ferrocarriles y medios subterráneos" [20]. Es así como existen varias propuestas en Latinoamérica, no tantas como en otros países desarrollados, sin embargo comienza a desarrollarse un ecosistema de innovación que impulsa con este cambio. Las propuestas de innovación se enmarcan

en diferentes áreas temáticas como se observa en el Cuadro 1. Asimismo, otro foco de innovación son los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés), los cuales “consisten en aplicaciones avanzadas que permiten atender de una forma más eficiente las necesidades de los distintos usuarios, la oferta disponible de servicios y los mecanismos de gestión del tráfico” [22].

Cuadro 1: Áreas temáticas para la innovación en el transporte público.

Áreas temáticas	Contenido
Conceptos innovadores para promover la accesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Formación para la utilización del transporte público. • Plan de accesibilidad por vecindarios. • Información personalizada para usuarios con movilidad reducida.
Planificación y uso eficaz de la infraestructura y los intercambiadores	<ul style="list-style-type: none"> • Intercambiadores adaptados a los usuarios. • Infraestructuras innovadoras para bicicletas en los intercambiadores. • Infraestructura para sistemas innovadores de autobuses.
Centros de gestión de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos financieros para los centros de gestión de tráfico. • Servicios móviles de información al viajero. • Utilización de datos sobre contaminación ambiental en la gestión de tráfico.
Vehículos automáticos y que utilizan el espacio de forma eficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Tránsito rápido personal. • Tránsito rápido de grupo. • Utilización de vehículos eléctricos en los programas urbanos de coches compartidos.

Fuente: Berki et al (2014) [21].

2.5 Transporte público de cero emisiones

La tecnología de autobuses eléctricos ya existe, dese hace poco tiempo se está implantando su uso en las flotas de transporte público de los países Latinoamericanos. Por ejemplo Rübke [23] refiere sobre los autobuses incorporados a la flota de Transantiago en Chile en el año 2017:

La innovación se acerca cada vez más al sistema de transporte público de la capital en Chile. Así quedó demostrado tras el lanzamiento de los nuevos buses eléctricos del Transantiago, que incorporan prestaciones que apuntan a la seguridad y comodidad de los usuarios. Una prueba más del espacio que queda para seguir mejorando la experiencia del transporte público. Los buses estrenados no solo destacan por ser “verdes”, ya que son 100% eléctricos, sino que además integran cámaras de seguridad, aire acondicionado, cargador USB para celulares, WIFI y una cabina de seguridad para los conductores.

La Figura 1 muestra parte de la flota de autobuses, los cuales en los resultados preliminares de operación han logrado mejorar el índice de frecuencia de 80,2 % a un 95,6 % y el índice de regularidad subió desde 71,2 % a 84,6% igualmente, una tasa de evasión menor del 3% [24]. La incorporación de vehículos eléctricos es un esfuerzo importante de Chile, ya que “la flota de autobuses eléctricos en Santiago de Chile será una de las más grandes fuera de China” [25]. Adicionalmente esto sienta un precedente y un ejemplo importante para los otros países de la región, es el caso de la ciudad colombiana de Medellín, la cual se prepara para la adquisición de 55 autobuses eléctricos a batería. Otras ciudades como Buenos Aires, São Paulo, Cali, Montevideo y San José buscan se encuentran en situación similar [25]. De hecho, Lefevre y otros [26] indican que Bogotá es la primera en la región en adquirir buses eléctricos por licitación y se convertirá en la segunda flota eléctrica más grande de América Latina, detrás de Santiago de Chile.

Por otra parte, en el año 2019 fue renovado el uso de trolebuses en Ciudad de México después de 22 años, se incluyeron 63 unidades estando previsto alcanzar las 500 unidades para el 2024,

beneficiando a 275.000 personas, reduzcan tiempos de espera y contribuyan a disminuir la producción de gases de efecto invernadero, por tratarse de vehículos eléctricos, con cero emisión de gases [27].



Figura 1: Nuevos autobuses incorporados a la flota de Transantiago [24].

2.6 Uso de Big Data en el diseño de sistemas de transporte

LUCA es la unidad de datos e Inteligencia Artificial de la empresa Telefónica del Perú, que junto con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú y la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE) desarrollaron un proyecto para optimizar la línea de metro de Lima y Callao usando *Big Data*. Gracias a los datos móviles anonimizados de Telefónica, las tendencias y patrones de movilidad de los ciudadanos en la urbe, han logrado mejores decisiones para implementar un plan de transporte masivo más eficiente en la ciudad de Lima y Callao en Perú que responda a las necesidades de los ciudadanos [28].

Asimismo, en Chile el uso de *Big Data* para la toma de decisiones ha mejorado los procesos de transporte público en Santiago de Chile, generando una plataforma que centraliza y pone a disposición para la autoridades y operadores de la información recopilada por distintos sensores, desde la ubicación, que es el más básico, hasta contar con los niveles de emisiones, cantidad de horas conducidas por un chofer, recorridos realizados, perfil de conducción segura, nivel y consumo de combustible, estatus de los mantenimientos, entre otras variables, sobre las cuales se generan acciones de mejoras específicas en pro de la experiencia de los usuarios del sistema [23].

2.7 Uso de sensores

Granada u otros refieren el uso de un Piloto de Innovación financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el Salvador, donde se “se implementó un sistema automático para evitar colisiones y accidentes (*Collision Avoidance System, CAS*), también llamado sistema inteligente de asistencia automática al conductor; este sistema de alarmas, sensores y cámaras, alerta sobre la aproximación inminente de vehículos, peatones o cualquier otro elemento, ya que monitorea constantemente el camino delante del autobús, así como los puntos ciegos y el espejo izquierdo de los buses” [29]. Este innovador proyecto permitirá reducir en un 30% las colisiones, aumentando la seguridad del sistema de transporte, la eficiencia del mismo, los costos por choques y atropellamientos de peatones. En la Figura 2 se ilustra una imagen de cómo los sensores detectarían la cercanía de objetos tales como vehículos, personas y otros.

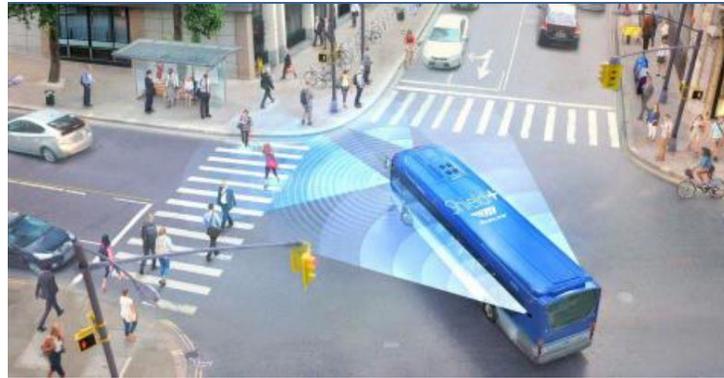


Figura 2: Imagen referencial de sistema automático para evitar colisiones y accidentes [29].

2.8 La movilidad como servicio

La movilidad como servicio (MaaS por sus siglas en inglés) puede definirse como “una nueva forma de proporcionar transporte, que facilita a los usuarios ir de A a B combinando las opciones de movilidad disponibles y presentándolas de una manera completamente integrada. Por lo tanto, es posible considerar MaaS como un servicio de movilidad que es flexible, personalizado y bajo demanda. Evidentemente, la característica esencial de MaaS es la visión centrada en el usuario que enmarca la prestación del servicio de movilidad” [30]. Un ejemplo de las aplicaciones especializadas de movilidad urbana para MaaS es *Uber*TM. El movimiento hacia MaaS puede incluir muchos proveedores de servicios de movilidad, tal como servicios de transporte compartido y transportes eléctricos, programas de uso compartido de bicicletas, sistemas de uso compartido de *scooters* y servicios de uso compartido de automóviles.

En México existen proyectos de MaaS, tal como *URBVAN*TM el cual es un servicio de transporte compartido en vans, Figura 3, con paradas preestablecidas en los destinos más concurridos de la ciudad y que reduce en promedio un 25% el tiempo de traslado. Además se puede reservar el asiento a través de la app y disfrutar de asientos cómodos, aire acondicionado, wifi y terminales de carga [31] [32]. También se encuentra *Propulcity*TM la cual es una plataforma que apoya las startups innovadoras para hacer las ciudades más habitables, y apoya aquellas que estén orientadas a cualquiera de los tres objetivos: disminuir el tráfico, cambiar la percepción de seguridad en el transporte, y mejorar la calidad del transporte público [33].



Figura 3: Ilustración de van de traslados [31].

2.9 Métodos alternos de transporte

En Argentina Gi *Flybike*TM desarrollaron una bicicleta eléctrica, Figura 4, la cual se se dobla y controla a través de una aplicación móvil [34]. Por otra parte también está el proyecto TransMiCable en Bogotá (Figura 5), el cual consiste en un teleférico público desarrollado en conjunto entre CAF – Banco de Desarrollo de América Latina–, Ilunion Tecnología y Accesibilidad, Transmilenio S.A. y Cable Móvil. Cuenta con con cuatro estaciones a lo largo de una línea de 3,34 kilómetros, la cual permitirá recorrer en 13 minutos una distancia que actualmente por vía terrestre, requiere una hora. Las 163 cabinas del teleférico serán accesibles para personas con movilidad reducida o que usen sillas de ruedas [35][36].



Figura 4. Bicicleta eléctrica [34].



Figura 5: TransMiCable [36]

2.10 Retos del futuro

Finalmente, existen propuestas aún más retadoras hacia el futuro, tal como los vehículos autónomos, es decir, sin un conductor humano. Morales [37] propone el uso de una plataforma de transporte urbano liviano basado en sistemas de conducción autónoma e Internet de las Cosas (IOT por sus siglas en inglés) bajo el modelo de movilidad como un servicio (MaaS). El Internet de las Cosas puede definirse como la capacidad de los objetos o cosas cotidianas de nuestro entorno para conectarse a la red [38], esto permitirá integrar objetos inteligentes de todo tipo y función, redes de sensores y recursos de la Internet actual con las personas para compartir información que sea útil para tomar decisiones que mejoren la calidad de vida en cualquier aspecto posible: social, económico, cultural, ambiental, entre otros [38]. Por supuesto, existen aún limitaciones tecnológicas en cuanto a

conectividad, infraestructura, penetración de servicios móviles las cuales dificultan aplicar estas nuevas tecnologías, tal como fue evaluado por Rózga y Hernández [9] en 10 ciudades latinoamericanas con el mayor potencial a convertirse en ciudades inteligentes.

3. Conclusiones

Latinoamérica es una región altamente urbanizada, con proyección de aumentar significativamente esta característica, se observan esfuerzos para evolucionar a una movilidad sostenible, apoyados por organizaciones internacionales con proyectos, además de acciones por parte del sector privado y público, para la transformación de la movilidad urbana. Estos actores están ejecutando proyectos que sumados pueden generar un efecto positivo para toda la región, en especial sobre su economía y productividad, a pesar de las limitaciones tecnológicas en cuanto a conectividad, infraestructura y penetración de servicios móviles.

La incorporación de autobuses eléctricos, bicicletas eléctricas, transporte compartido, teleféricos y aplicaciones móviles, junto a modelos de transporte bajo el fenómeno de Movilidad como Servicio (MaaS) han permitido la integración de ofertas en el transporte en diferentes ciudades de Latinoamérica. Por otra parte, se observan otras propuestas no aplicables aún, las cuales representan un cambio de paradigma en el transporte, como lo son los vehículos autónomos.

Finalmente, se hace necesario el incremento del apoyo nacional e internacional para nuevos proyectos de transformación de los procesos de movilidad en las ciudades latinoamericanas que armonicen con la cultura propia de la región, y además contribuyan con acelerar la actualización de la infraestructura tecnológica para que nuevos e innovadores proyectos puedan ser ejecutados.

Referencias

- [1] E.A. de Vasconcellos. Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible, Repositorio Digital de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2019, Consultado: nov. 28, 2019. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44668>.
- [2] A. Maxwell. Transporte público sustentable en América Latina, La Onda Verde, NRDC, Expert Blog, sep. 20, 2019. <https://www.nrdc.org/es/experts/amanda-maxwell/transporte-publico-sustentable-america-latina> (consultado nov. 30, 2019).
- [3] Gladstein, Neandross & Associates. Limpiando el aire de América Latina: la reducción de las emisiones de carbono negro puede beneficiar rápidamente al clima y la salud pública. Natural Resources Defense. Resumen InfoRmatIvo de NRDC. 2014, Consultado: nov. 30, 2019. <https://www.nrdc.org/sites/default/files/latin-america-diesel-pollution-IB-sp.pdf>
- [4] C. Mojica y B. Lefevre. Los autobuses eléctricos pueden transformar el transporte público de América Latina - innovación en español, Innovaspain, 2019. <https://www.innovaspain.com/los-autobuses-electricos-pueden-transformar-el-transporte-publico-de-america-latina/> (consultado nov. 30, 2019).
- [5] P. Yañez-Pagans, D. Martínez, O. A. Mitnik, L. Scholl, y A. Vazquez. Urban transport systems in Latin America and the Caribbean: lessons and challenges, *Lat. Am. Econ. Rev.* 28(1) 1–25, 2019, doi: 10.1186/s40503-019-0079-z.
- [6] A. C. Cazorra. Multilatinas, *Universia Business Review*, (25) 14-33, 2010.
- [7] University of Pennsylvania. Lista de países latinoamericanos, <http://ccat.sas.upenn.edu/romance/spanish/219/01prehistoria/paiseslatinos.html>
- [8] P. Berrone, J. E. Ricart, A. Duch, y C. Carrasco, *IESE Cities in Motion Index 2019*, IESE, ST-509-E, may 2019. Universidad de Navarra. DOI: <https://dx.doi.org/10.15581/018.ST-509>
- [9] R. E. Rózga Luter y R. Hernández Mar. El concepto de ciudad inteligente y condiciones para su implementación en las ciudades latinoamericanas más importantes. Abordajes teóricos, impactos externos, políticas públicas y dinámica económica en el desarrollo regional, vol. I, Ciudad de México, Universidad

- Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional. 164-181, 2019. <http://ru.iiec.unam.mx/4652/1/4-172-Rozga-Hernandez.pdf>
- [10] J. Hernández-Ascanio, P. Tirado-Valencia, y A. Ariza-Montes, El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos, CIRIEC-Esp. Rev. Econ. Pública Soc. Coop., (88) 164–199, 2016.
- [11] V. Albino, U. Berardi, y R. M. Dangelico, Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives, J. Urban Technol., 22(1) 3–21, 2015, doi: 10.1080/10630732.2014.942092.
- [12] H. Ahvenniemi, A. Huovila, I. Pinto-Seppä, y M. Airaksinen, What are the differences between sustainable and smart cities?, Cities, 60, 234–245, 2017, doi: 10.1016/j.cities.2016.09.009.
- [13] Z. Sang y K. Li, ITU-T standardisation activities on smart sustainable cities, IET Smart Cities, 1(1) 3–9, 2019, doi: 10.1049/iet-smc.2019.0023.
- [14] M. Höjer y J. Wangel, Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges, L.M. Hilty and B. Aebischer (eds.), ICT Innovations for Sustainability, Advances in Intelligent Systems and Computing ,310, 333–349, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-09228-7_20.
- [15] M. Quintero Bosetti, L. Gómez Rosales. Del medio ambiente al espacio urbano. Ciudades latinoamericanas en la transición de ciudades difusas a ciudades compactas. Provincia Nº27, 42-76, 2012
- [16] H. Suzuki, R. Cervero, y K. Iuchi, Transformando las ciudades con el transporte público: integración del transporte público y el uso del suelo para un desarrollo urbano sostenible. Serie desarrollo humano, The World Bank, 2014.
- [17] A. Gutiérrez, Transporte público y exclusión social. Reflexiones para una discusión en Latinoamérica tras la década del '90, XIII Congreso Latinoamericano de Transporte público y urbano, Lima. CIDATT - Centro de Investigación y de Asesoría del Transporte, Lima, Tema III, capítulo 12, 2005.
- [18] M. González, Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible, Ecologistas en Acción, Madrid, España, Cuaderno 3, nov. 2007. www.ecologistasenaccion.org.
- [19] L. Giorgi, Movilidad sostenible, Revista Internacional de Ciencias Sociales, - UNESCO Biblioteca Digital, 173-360. 2003. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131442_spa (consultado nov. 28, 2019).
- [20] CAF, El impacto de la infraestructura de transporte en el desarrollo de América Latina, CAF Noticias, feb. 28, 2019. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/01/que-se-sabe-sobre-el-impacto-de-intervenciones-de-infraestructura-de-transporte/> (consultado nov. 30, 2019).
- [21] Z. Berki. Conceptos innovadores en materia de transporte urbano de la teoría a la práctica, NICHES+ is a Coordination Action funded by the European Commission under the Seventh Framework Programme for R&D, Sustainable Surface Transport, 2014.
- [22] I. Granada, M. Rodríguez Porcel, R. Mix Vidal, y A. Bezanilla Corte, Sistemas inteligentes de transporte para la movilidad universal, Publicaciones IDB, 2018.
- [23] M. Rübke, Innovación en el transporte público: ¿cómo mejorar la experiencia de los usuarios?, MADBOX PC. <https://www.madboxpc.com/innovacion-en-el-transporte-publico-como-mejorar-la-experiencia-de-los-usuarios/> (consultado nov. 28, 2019).
- [24] Tele 13, Transantiago: Suman 148 buses ecológicos, Noticias/Nacional, ene. 31, 2019. <https://www.t13.cl/noticia/nacional/fotos-ministerio-transportes-suma-148-buses-ecologicos-al-transantiago> (consultado dic. 03, 2019).
- [25] G. Edwards, C. Mojica, y B. Lefevre. Los autobuses eléctricos pueden transformar el transporte público de América Latina, Moviliblog, dic. 14, 2018. <https://blogs.iadb.org/transporte/es/los-autobuses-electricos-pueden-transformar-el-transporte-publico-de-america-latina/> (consultado may 31, 2020).
- [26] B. Lefevre, D. Galarza Molina, G. Camós, G. Edwards, y R. Ascencio Rojas, Bogotá es pionera en adquirir buses eléctricos por licitación, Sostenibilidad, BID. nov. 18, 2019. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/bogota-es-pionera-en-adquirir-buses-electricos-por-licitacion/> (consultado may 31, 2020).
- [27] Expansión Política. Sheinbaum presenta los nuevos trolebuses de la CDMX, Expansión Política, sep. 13, 2019. <https://politica.expansion.mx/cdmx/2019/09/13/enfotos-sheinbaum-presenta-los-nuevos-trolebuses-de-la-cdmx> (consultado nov. 28, 2019).

- [28] D. de la Torre, LUCA: Optimizar la línea de metro de Lima y Callao en Perú con Big Data, Blogthinkbig.com, feb. 22, 2019. <https://blogthinkbig.com/luca-linea-metro-lima-callao-peru> (consultado may 31, 2020).
- [29] I. Granada, A. M. Pinto, y B. Castro Lancharro, ¿Pilotos de innovación en el transporte público sin costo alguno para los países? Sí, es posible. - Moviliblog, Moviliblog, sep. 21, 2018. <https://blogs.iadb.org/transporte/es/innovacion-en-el-transporte-publico-sin-costo-alguno-para-los-paises-si-es-posible/> (consultado nov. 28, 2019).
- [30] P. Jittrapirom, V. Caiati, A.-M. Feneri, S. Ebrahimigharehbaghi, M. J. Alonso González, y J. Narayan, Mobility as a Service: A critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges, 25, 2017, Consultado: dic. 03, 2019. <https://repository.ubn.ru.nl/handle/2066/174112>.
- [31] Urbvan - Descarga la App y Disfruta del Viaje, Urbvan - Descarga la App y Disfruta del Viaje. <https://www.urbvan.com/> (consultado nov. 28, 2019).
- [32] Urbvan, la app que reduce en 25% el tiempo de traslado de los mexicanos, Expansión, ago. 02, 2019. <https://expansion.mx/emprendedores/2019/08/02/urbvan-la-app-que-reduce-en-25-el-tiempo-de-traslado-de-los-mexicanos> (consultado nov. 28, 2019).
- [33] Propulcity. Soluciones Geniales para Ciudades Compleja. <https://propulcity.mx/> (consultado nov. 28, 2019).
- [34] Bignay Inc. Project, Electric Folding Bike, Learn more about our innovative design, 2018. <http://giflybike.com/gifly.html> (consultado nov. 30, 2019).
- [35] CAF, TransMiCable, el nuevo transporte masivo e inclusivo que mejorará la movilidad en Bogotá | CAF, Noticias CAF, dic. 19, 2018. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/12/transmicable-el-nuevo-transporte-masivo-e-inclusivo-que-mejorara-la-movilidad-en-bogota/> (consultado nov. 30, 2019).
- [36] C. Ramírez, TransMiCable: ¿qué es y cómo funcionará?, Colombia.com, dic. 27, 2018. <https://www.colombia.com/actualidad/nacionales/transmicable-todo-lo-que-no-sabias-de-este-nuevo-servicio-de-transporte-en-bogota-214852> (consultado dic. 03, 2019).
- [37] J. E. Morales Pineda, Propuesta de plataforma de transporte urbano liviano basado en sistemas de conducción autónoma e IOT bajo el modelo de movilidad como un servicio, feb. 2019, Consultado: dic. 02, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14815>.
- [38] F. Wortmann, K. Flüchter. Internet of things. Business & Information Systems Engineering, 57(3) 221-224, 2015.

Sobre el autor

Renato Alejandro Andara Escalona

Ingeniero Químico. Magister Scientiarum en Ingeniería Industrial.

Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería, mención Productividad

Correo: randara@unexpo.edu.ve

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6706-1567>

Perfil Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=tYSOHQMAAAAJ&hl=es>

Forma de citar:

R.A. Andara. Revisión de propuestas innovadoras de movilidad en el transporte público en Latinoamérica. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*. 14(1), 14-37, 2020. <https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt>