

Los teleféricos como innovadora modalidad de transporte público sustentable

Ropeways as an innovative and sustainable public transportation mode

Daniel Villavicencio Carbajal^I y Sergio Gustavo Astorga^{II}

Resumen

La presente investigación converge entre estudios sociales de la ciencia y la tecnología y economía de la innovación. El objetivo del artículo consiste en proponer la idea de innovación en el servicio de transporte público con la implementación de los teleféricos en grandes ciudades de América Latina y el Caribe, y analizar las implicancias ambientales, sociales y económicas que conlleva. También intentamos identificar los impactos que tienen en la mejora del transporte en las metrópolis. La herramienta metodológica aplicada consiste en un estudio exploratorio de la implementación de teleféricos urbanos a nivel global, a partir de análisis documental y de entrevistas en profundidad con responsables de las empresas proveedoras de las tecnologías de la obra mecatrónica y del sector público involucrados. Los resultados encontrados nos permiten proponer que los teleféricos son una modalidad innovadora de transporte público desde una perspectiva ambiental, tecnológica y socio urbana.

Palabras clave: Transporte público; Transporte urbano; Innovación; Cambio tecnológico

Código JEL:R41, R42, R48


Abstract

This research converges between social studies of science and technology and innovation economics. The objective of the article is to propose the idea of innovation in public transport service with the implementation of cable cars in large cities in Latin America and the Caribbean, and to analyze the environmental, social and economic implications involved. We also tried to identify the impacts they have on the improvement of transportation in the metropolis. The methodological tool applied consists of an exploratory study of the implementation of urban aerial ropeways at a global level, based on documentary analysis and in-depth interviews with the heads of the companies supplying the mechatronic technologies and the public sector involved. The results found allow us to propose that cable cars are an innovative mode of public transport from an environmental, technological and socio-urban perspective.

Keywords: Public transport; Urban transport; Innovation; Technological change

JEL Code: R41, R42, R48

^IUniversidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México. Profesor-Investigador. Doctor en Sociología Industrial, Universidad de Lyon, Francia. Economía, Gestión y Políticas de Innovación. Contacto: dvillavic@correo.xoc.uam.mx  0000-0003-0563-3061

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México. Doctorante. Magíster en Estudios Latinoamericanos, Universidad Nacional de Cuyo. Economía de la innovación. Contacto: sastorga@uvq.edu.ar  0000-0002-3038-2770

INTRODUCCIÓN

En este artículo nos interesa dar cuenta que la implementación de teleféricos en las ciudades constituye una modalidad innovadora de transporte público, con implicaciones tecnológicas, ambientales y socio-institucionales interesantes que es necesario analizar. Para ello, haremos una revisión de lo que ha ocurrido en varias urbes de América Latina y profundizaremos el análisis para el caso mexicano.

Aunque los teleféricos fueron diseñados para fines de traslado de bienes y productos y, posteriormente, para fines turísticos desde hace más de un siglo, su adopción como medio de transporte público tiene dos décadas en América Latina y el Caribe, así como en otras partes del mundo. Su introducción como modalidad de transporte público ha conducido a diversos cambios y mejoras para adaptarlo a condiciones de infraestructura urbana, presupuestos, capacidades técnicas, entre otros aspectos, resultando en diversos formatos como góndolas monocable, bicable, tricable y góndolas de pulso, tranvías aéreos y funiculares (Astorga, 2023).

En México comienza a funcionar la primera línea de teleféricos como servicio de transporte público en Estado de México en 2016 y durante el 2021 se crea una línea de teleféricos en la Ciudad de México. A la fecha, se implementan dos líneas de teleféricos urbanos en Estado de México (una línea en el municipio de Ecatepec de Morelos y otra línea en Tlalnepantla de Baz); donde la gobernación actual anunció en el 2024 el proceso para la construcción de una línea en el municipio de Naucalpan de Juárez. En el caso de la Ciudad de México, funcionan dos líneas: una, en Gustavo Madero; otra, en Iztapalapa; y se encuentra en construcción una tercera línea conectado zonas de Bosques de Chapultepec en las alcaldías de Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón. De manera que la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) que cuenta con más de 20 millones de habitantes, tendrá 6 líneas de teleféricos en el corto plazo. Por otro lado, está en construcción una línea de teleféricos urbanos en Uruapan, Michoacán.

En el marco del proceso electoral en curso en la Ciudad de México, los candidatos a la Jefatura de Gobierno han anunciado la importancia de ampliar la oferta de transporte por teleféricos con hasta 5 nuevas líneas. A nivel nacional, también los candidatos presidenciales han manifestado la intención de analizar la factibilidad de su implementación en otras metrópolis. Este escenario muestra que en los próximos años se expandirá su implementación como transporte público en diferentes ciudades del país.

Con este artículo pretendemos responder a la siguiente pregunta: ¿desde qué perspectiva analítica podemos considerar que los teleféricos constituyen una modalidad innovadora y sustentable de transporte público? Intentaremos ofrecer una respuesta presentando, primero, los antecedentes de la trayectoria de los teleféricos urbanos; seguido de las tendencias globales que estimulan su implementación en las

ciudades; para concluir en sus atributos que lo distinguen y convierten en una innovación disruptiva en el régimen sociotécnico del transporte público.

La trayectoria de teleféricos hasta su uso como modalidad de transporte público comenzó en el siglo XXI. Sin embargo, existen antecedentes milenarios de cuerdas o cables que han transportado materiales y personas. En 1862 en la ciudad de Lyon, Francia, se implementa un teleférico moderno para el traslado de personas. Hacia finales del siglo XIX aparecieron en Europa, teleféricos y funiculares para el turismo de invierno. En este último sector ha tenido su mayor desarrollo con las incorporaciones de innovaciones en productos y servicios relacionados, particularmente en países europeos.

Actualmente compiten en la industria de teleféricos empresas de origen italiano y austríaco: Consorcio Leitner – Poma y Grupo Doppelmayr / Garaventa, cuyos productos y servicios abarcan desde instalaciones para el transporte de pasajeros, equipos de fabricación de nieve, plantas de clima invernal para uso comunitario y privado, sistemas de ticketing, informatizados y de acceso, instalaciones técnicas para el trazado, cuidado, mantenimiento y señalización de pistas de esquí, fondo y pistas de hielo; seguridad, salvamento y protección, obras de construcción en regiones alpinas, equipos de comunicación y vigilancia e instalaciones recreativas (Irteralpin, 2023). Estas empresas han participado en la construcción de líneas de teleféricos para transporte urbano en varias ciudades de América Latina.

En Europa se les atribuye a varios empresarios, a mediados del siglo XIX, ser los pioneros industriales en los antecedentes del transporte por cable. El primer funicular urbano se ubicó en Lyon, Francia, que desde 1862 transporta personas conectando Rue Terme y Croix Rousse a través de una máquina a vapor, se lo considera un antecedente relevante de los teleféricos modernos, con el tiempo se extenderá a diferentes espacios de la ciudad.

Por otro lado, Konrad Doppelmayr en 1893 fundó la empresa que lleva su apellido hasta la actualidad en el municipio de Wolfurt, Austria. Luego de varios desarrollos tecnológicos que posibilitan el transporte de materiales, en las primeras décadas del siglo XX construyen el primer teleférico para transporte de maderas (1928) y el primer telesquí (1937). La empresa comienza tempranamente a internacionalizar sus servicios y sus productos, construyendo teleféricos en Canadá. En la actualidad, también se destaca como empresa de formación acreditada por parte del estado local de Vorarlberg, Austria, donde anualmente se forman cientos de aprendices en áreas disciplinares acerca de la industria de teleféricos, ingeniería de productos y sus componentes.

En tercer lugar, el italiano Gabriel Leitner en 1888 fundó la empresa Leitner, que construyó el primer teleférico en el municipio de Bolzano (Italia) y el primer telesilla en Carvara, Italia, en el año 1947 (Leitner, 2024). “El triunfo del automóvil iniciado en 1920 en Estados Unidos y a partir del 1945 en Europa, expulsó al transporte por cable de las ciudades. A pesar de ello y gracias al aumento del turismo de invierno en las zonas

montañosas, el transporte por cable experimentó un enorme desarrollo tecnológico” nos cuenta un directivo de la empresa (Seeber, 2011:12).

En cuarto lugar, el francés Jean Pomagalski ha sido otro de los pioneros del transporte por cables en Los Alpes, patentando el dispositivo para el arranque progresivo de una carga accionada por un cable que se mueve a velocidad constante en 1936; alcanzando la creación de la empresa francesa Pomagalski en 1946 dedicada a la construcción de teleféricos. De hecho, esta última empresa, actualmente denominada Poma, será la encargada de la construcción del primer teleférico urbano en Medellín, Colombia, ya que obtuvo en el 2003 la concesión de la obra en conjunto con otras entidades públicas y privadas locales. En el 2021, esta empresa se asoció con la empresa italiana Leitner constituyendo el grupo empresarial HTI (High Technology Industries).

En la actualidad, estas empresas compiten en el mercado mundial por las obras mecánicas de tipos de teleféricos y sus servicios derivados (en montaña, movilidad urbana, ocio y turismo, transporte de materiales, energía eólica, proyectos especiales, entre otros) constituyendo un tipo de mercado oligopólico, donde las acciones de una empresa repercuten en las estrategias de mercado del resto.

TABLA 1. PRINCIPALES EMPRESAS INTEGRANTES DE CONSORCIOS INDUSTRIALES DE TELEFÉRICOS

| Grupo Doppelmayr | | | High Technology Industries (HTI) | | |
|------------------|---------|---|----------------------------------|----------------|--|
| Empresa | Sede | Producto / servicio | Empresa | Sede | Producto / servicio |
| Doppelmayr | Austria | Teleféricos | Leitner | Italia | Teleféricos |
| Garaventa | Suiza | Teleféricos | Poma | Francia | Teleféricos |
| CWA | Suiza | Cabinas | Bartholet | Suiza | Teleféricos |
| Carvatech | Austria | Pinzas | Agudio | Italia | Teleféricos de material |
| Gassner | Austria | Sillas y soportes de acero | Prinoth | Italia | Transporte de materiales |
| Frey Stans | Suiza | Sistemas de control y operación | Jarraff | Estados Unidos | Transporte de materiales |
| Input | Austria | Diseño de proyecto | Demaclenko | Italia | Sistemas de operación |
| LTW | Austria | Desarrollo e implementación de sistemas intralogísticos | WLP Systems S.r.l. | Italia | Sistemas de supresión de polvo e incendios |
| | | | Leitwind | Italia | Turbinas eólicas |
| | | | Troyer AG | Italia | Turbinas eólicas |
| | | | SKADII GmbH | Austria | Plataforma digital de gestión |

Fuente: Elaboración propia en base a información de las empresas, 2023.

Finalmente, se reconoce que existen un centenar de empresas que aportan insumos o producen determinados componentes de los teleféricos. Por ejemplo, para la empresa Doppelmayr existen una decena de otras empresas, distribuidas en Austria y otros países, que sirven de proveedores de componentes de los teleféricos dado la economía de escala que se precisa en determinados proyectos. “Digamos que, en Europa, diferentes países aportan componentes para que un teleférico funcione. Las cabinas se fabrican en Suiza, las torres en Polonia, las estaciones en Austria y los cables en Alemania. Estamos haciendo estudios de como este sistema, teniendo en cuenta una cuestión de economía de escala, pueda trasladarse a América Latina. Por ejemplo, estuvimos haciendo estudios para que la producción local de un país pueda construir de 50 a 100 torres, esas torres se instalan cada 100 m. de una estación hasta la próxima estación...” (D. Lewinsky, entrevista personal, 28 de septiembre de 2023).

TABLA 2. PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO SEGÚN CONSORCIO INDUSTRIAL 2020/2021

| | Grupo Doppelmayr | Leitner / Poma High Technology Industries (HTI) |
|---------------------------------------|-----------------------|--|
| Instalaciones globales de teleféricos | 15.300 | 8.000 |
| Países | 96 | 144 |
| Filiales u oficinas de representación | 50 | 84 |
| Trabajadores en el mundo | 3.192 | 4.300 |
| Trabajadores en país de origen | 1.766 | 1.303 |
| Aprendices | 171 | s/d |
| I+D | s/d | 35,8 millones de euros |
| Volumen de ventas | 763 millones de euros | 1300 millones de euros |

Fuente: Información proveída por empresas, 2023.

La tendencia de nuevos proyectos de teleféricos como modalidad de transporte público es creciente en todos los continentes. América Latina y el Caribe ha sido la región que incursionó inicialmente en dicha modalidad. Primero, en Medellín, Colombia (2004) y en la actualidad se han extendido líneas de teleféricos en Venezuela, Brasil, Bolivia, República Dominicana, México y Chile (ver la siguiente tabla). En el 2021 ya existían 29 líneas de teleféricos funcionamiento en 14 ciudades de América Latina y el Caribe, siendo operadas por 9 empresas públicas, en su mayoría, en un total de 96,38 km². En la actualidad, funcionan 34 líneas de teleféricos urbanos.

TABLA 3. TELEFÉRICOS URBANOS LATINOAMERICANOS Y CANTIDAD DE LÍNEAS

| | Ciudad / País | Año de inauguración | Cantidad de Líneas en actualidad |
|-----------------|--|---------------------|----------------------------------|
| 1. | Medellín, Colombia | 2004 | 6 |
| 2. | Caracas, Venezuela | 2009 | 2 |
| 3. | Manizales, Colombia | 2009 | 2 |
| 4. | Río de Janeiro, Brasil | 2011 | 2* |
| 5. | Mérida, Venezuela | 2012 | 1 |
| 6. | La Paz, Bolivia | 2014 | 11 |
| 7. | Santiago de Cali, Colombia | 2015 | 1 |
| 8. | Ecatepec de Morelos, Estado de México | 2016 | 1 |
| 9. | Santo Domingo, República Dominicana | 2018 | 2 |
| 10. | Bogotá, Colombia | 2018 | 1 |
| 11. | Guayaquil, Ecuador | 2020 | 1 |
| 12. | Pereira, Colombia | 2021 | 1 |
| 13. | Gustavo Madero, Ciudad de México | 2021 | 1 |
| 14. | Iztapalapa, Ciudad de México | 2021 | 1 |
| 15. | Tlalnepantla de Baz, Estado de México | 2023 | 1 |
| 16. | Santiago de los Caballeros, República Dominicana | 2024 | 2 |
| Total de Líneas | | | 36 |

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por las empresas, 2023. *El teleférico de Río de Janeiro dejó de funcionar en el 2016 por ausencia de financiamiento estatal.

Debemos señalar dos características importantes relacionadas con la adopción del teleférico en la mayor parte de las ciudades de América Latina. En primera instancia, la topografía de las ciudades, que cuentan con zonas habitadas en partes elevadas y alejadas del centro donde se ubica la mayor parte de servicios (educativos, hospitalarios, oficinas de gobierno, etc.). En segunda instancia, la conexión de dichas zonas habitadas principalmente por familias con bajos ingresos, con el resto de la ciudad.

Ahora bien, es preciso señalar cuales son las tendencias globales que están influyendo en el crecimiento de la adopción de esta novedosa modalidad de transporte público en las ciudades. Se destacan factores ambientales, políticos, económicos, socioculturales, tecnológicos y normativos.

TENDENCIAS GLOBALES

Los procesos de transición energética y de transporte sustentable se dan con la presencia de tensiones ideológico políticas, ya que existen gobiernos que reconocen la importancia de participar activamente en estos procesos; en cambio, otros desconocen la relevancia de estas problemáticas. El pensamiento político verde se expande desde la década del 70 en el siglo pasado y ha dado lugar a diferentes aportes teóricos (Dobson, 1997; Valencia, 2000; Cimoli, 2023; Geels et al., 2016).

Frente a este contexto de ideologías emergentes aparece una agenda de desarrollo sostenible global. México aprobó la Ley General de Cambio Climático desde el 2012 estableciendo las competencias de las distintas jurisdicciones (federal, estatal y municipal) en la formulación de programas en infraestructura y transporte eficiente y sustentable, público y privado; por otra parte, se establece entre los objetivos de las políticas públicas para la mitigación, promoción de transporte público sustentable, el uso de bicicletas, mecanismos de subsidios para la eficiencia energética y el transporte público sustentable, entre otras disposiciones.

Tendencias medioambientales

El sector de transporte se señala como una de las fuentes relevantes de emisiones de gases de efecto invernadero, en particular en América Latina y el Caribe. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través de sus informes sectoriales da cuenta del incremento de emisiones del sector transporte desde 1970 a 2010 en un 88%. También, aborda las diferentes estrategias emprendidas para mitigar sus efectos, como la alineación de la Estrategia de Infraestructura con la Estrategia de Cambio Climático en la región, promoviendo la adopción de transporte sustentable con financiamiento específico a proyectos del sector y proyectos técnicos no reembolsables.

Las transiciones a sistemas de cero carbonos implican desafíos socioeconómicos y tecnológicos para los países, en especial para los países en vías de desarrollo donde la producción de combustibles fósiles es la principal fuente de ingresos nacionales, o en aquellos países de ingresos bajos que tienen mayores limitaciones en reconvertir la infraestructura urbana y la flota de transporte o incorporar la adopción de energías alternativas renovables.

La descarbonización de las ciudades ha implicado la adopción de innovaciones en bienes, productos y servicios relacionados con el transporte público, por ejemplo, la adopción de los teleféricos como modalidad de transporte público dado que no genera contaminación en las ciudades para el traslado de personas. Nuevos artefactos y materiales, la promoción de la electromovilidad, renovadas dinámicas en la industria, promoción de política de economía circular en diversos sectores, tratamiento de residuos sólidos urbanos, entre otros. La incorporación de tecnología Euro V Plus, basados en filtro de partículas y filtro de oxidación de diésel, que reducen hasta 98% de emisiones contaminantes, en nuevos autobuses (TYT, 2020:30), así como los autobuses eléctricos en ciudades europeas y asiáticas.

La adopción de nuevas tecnologías e innovaciones en el sector, además, han sido empujadas por la tendencia del desarrollo de energías renovables y perspicaces gestiones de los recursos naturales. Frente a la dinámica del cambio climático y descarbonización de las ciudades, determinados recursos han cobrado mayor relevancia en el mercado mundial. El litio, por ejemplo, se ha convertido en un recurso estratégico en la industria.

Tendencias tecnológicas

Otra de las tendencias globales relevantes que están influyendo en el régimen sociotécnico del transporte público es la electromovilidad. Los acuerdos internacionales están empujando hacia la utilización de transportes eléctricos para disminuir la contaminación en las metrópolis.

La transición hacia la electromovilidad implica utilizar artefactos eléctricos (vehículos particulares, autobuses, trolebuses, teleféricos, etc.) con retos en el campo ingenieril y tecnológico, dados los tiempos de cargas, las temperaturas, el tiempo de vida, los ciclos de carga y descarga, los límites de las baterías de litio (en algunos artefactos), etc. Se plantea un debate sobre el impacto de las baterías después de su uso, además que no existen normas regulatorias sobre el destino final de las baterías no existen normas regulatorias. La necesidad de infraestructura sustentable de carga de vehículos adecuadas también se plantea como un desafío.

Para las ciudades de América Latina, la tendencia tecnológica plantea algunos desafíos dada la existencia de vacío técnico, regulatorio y urbanístico. Así, se torna relevante ampliar los análisis sobre las implicancias de una transición hacia modalidades de transporte urbano eficientes, modernos y amigables con el medio ambiente. Asimismo, es necesario ofrecer elementos para la promoción de políticas públicas integrales y sustentables, con una visión prospectiva, con articulaciones entre los diferentes actores involucrados, con participación ciudadana y utilizando la diversa cantidad de datos disponibles.

Se debe tener en cuenta la tipología de artefactos que implica esta transición. “La electromovilidad es un concepto más amplio que incluyen una serie de tipologías: los nuevos artefactos de movilidad con batería eléctrica o 100% eléctricos, los PHEV o híbridos enchufables y con celdas de combustibles que incluyen vehículos de dos y tres ruedas, automóviles, camionetas comerciales ligeras, autobuses, camiones y otros” (García Bernal, 2019: 2-3).

Por otra parte, se evidencia una adopción heterogénea en nuestros países. China avanza crecientemente en su uso y como líder en venta de vehículos eléctricos. En América Latina y el Caribe, por ejemplo, en la adopción de buses eléctricos, países como México, Colombia y Chile, de acuerdo con el Informe del PNUMA (2021) tienen una mayor presencia en el mercado.

El mercado emergente de movilidad aérea avanzada es otra tendencia global en innovaciones para el sector de transporte y movilidad urbana. Se refiere a los artefactos que

utilizan el espacio aéreo para el traslado de personas y mercancías. Existen varias empresas e instituciones de I+D que están abordando estos nuevos artefactos.

La empresa Lilium ha desarrollado el primer jet eléctrico de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL), en estado de piloto, ya se encuentra en etapa de simulación de entrenamiento. Skyroads creada en 2019, se presenta como una empresa alemana con sede en Múnich, dedicada a gestionar el tráfico en el espacio aéreo urbano de las ciudades para drones y puertos de aterrizaje, certificado por autoridades de aviación. El Grupo Aeroespacial Volatus de Canadá también está innovando en diferentes tipos de drones para el traslado de personas y bienes.

La Agencia Europea de Seguridad Aérea creada en 2018 en el ámbito de la Unión Europea intenta unificar patrones de aeronavegabilidad regional. Tendrá los desafíos de crear las normas comunitarias sobre el transporte aéreo, drones, puntos de aterrizaje, taxis voladores, rediseñar el entrenamiento, certificaciones de pilotos y operadores, capacitación de fuerza de trabajo, etc.

Dubai y Singapur se presentan como líderes en el diseño y el uso de estos artefactos de movilidad aérea sustentable. Existen dos modelos de movilidad: vehículos aéreos no tripulados (SVANT) y aeronaves de despegue y aterrizaje vertical (VTOL). El primer caso, se refiere a un sistema integrado por vehículo aéreo no tripulado, estaciones de piloto remoto conexas, enlaces de mando y control y otros elementos necesarios durante la operación del vuelo. No requiere acreditación de certificado de aeronavegabilidad. Algunos países ya han regulado el uso de estos artefactos. En el segundo caso, se refiere a una aeronave propulsada a motor, más pesada que el aire con capacidad para despegar y aterrizar de manera vertical mediante unidades de sustentación. Requiere certificado de aeronavegabilidad y de nivel de ruido, puede ser utilizado en operaciones para el traslado de bienes, pasajeros y para servicios médicos. Aún en la mayoría de los países no existen normas o reglamentaciones sobre estos nuevos artefactos.

Ciertas ciudades se muestran cautas en incorporar teleféricos como modalidad de transporte, dado que pueden sufrir procesos de cambio ante la emergencia de innovaciones en movilidad aérea urbana. Las condiciones geográficas han sido determinantes en las ciudades para la adopción de teleféricos como modalidad de transporte público; sobre todo con la finalidad del ahorro del tiempo de traslado (Suarez-Alemán y Serebrisky, 2017). Las principales ciudades de la Unión Europea se adecuan a las rigurosas normas comunitarias urbanísticas para adaptar el entorno urbano al funcionamiento de estas nuevas tecnologías de transporte, lo que explicaría el retraso en su implementación. París, por ejemplo, avanza en la construcción de su primera línea de teleféricos previendo su inauguración en el 2025.

ENFOQUE CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación propuesta se intentó encontrar puntos de convergencia para el abordaje de la relación entre las capacidades estatales y las innovaciones en los servicios de transporte y la movilidad urbana para el caso de estudio en metrópolis o complejos enclaves poblacionales, para lo cual se considera relevante la utilización del marco analítico denominado enfoque sociotécnico. Dicho enfoque ha tenido una fuerte presencia en las discusiones de procesos transicionales de tecnologías ante la emergencia de los problemas derivados del cambio climático, así como en la emergencia de tecnologías sociales, debates y controversias sociotécnicas de nuevas tecnologías, etc.

Se destaca que han surgido escuelas o diferentes corrientes del enfoque sociotécnico que introducen conceptos analíticos para el abordaje de problemáticas complejas. Así, para esta investigación se consideró oportuno integrar a dos de estas escuelas: la denominada corriente holandesa de estudios transicionales y la corriente latinoamericana de estudios sociotécnicos. El primero, eminentemente aplicado a estudios europeos, anclado en industrias maduras y el segundo más centrado en cuestiones de microescala y en contextos latinoamericanos.

El campo de nuevas trayectorias tecnológicas se relaciona directamente con transiciones hacia la sustentabilidad ante problemas como el cambio climático. Lo anterior implica utilizar herramientas conceptuales que permitan un acercamiento a distintas variables en distintos niveles de los contextos donde las nuevas tecnologías emergen y proliferan. Geels y Schot (2010: p. 12) definen las transiciones como “procesos de coevolución que requieren múltiples cambios en los sistemas sociotécnicos”, esto puede incluir cambios en determinadas prácticas, interacciones entre diferentes grupos sociales, nuevas instituciones, etc.

El sistema sociotécnico se analiza a partir de la observación de los recursos, los grupos sociales relevantes, las instituciones y las reglas, estos elementos dan dinamismo y organicidad al sistema. Las interacciones que se dan entre los actantes se dan a partir de reglas en distintos niveles y con grados de autonomía. Los diferentes grupos sociales relevantes imprimen reglas que influyen en las dinámicas. Estas expresan aspiraciones o expectativas sobre las tecnologías. Geels (2004) busca entender cómo ocurren procesos de estabilización o de cambio tecnológico en determinados sectores; cuáles son las condiciones de la estabilidad y cómo se expande el cambio tras la emergencia nichos de innovación; es decir, cambios que se expanden al resto del sistema y modifican a su vez a las reglas de juego de los actores económicos e institucionales y de la sociedad en su conjunto.

Las alternativas para el abordaje de la innovación incluyen análisis micro, estudio de casos, o bien análisis meso de los sistemas sociotécnicos. En esta perspectiva los sistemas sociotécnicos incluyen niveles: paisaje (macro); régimen (meso) y nicho (micro). De acuerdo con Geels y Schot (2007) el paisaje implica el entorno sociotécnico amplio que incluye componentes tangibles e intangibles (instituciones, funciones del mercado; valores,



creencias y cosmovisiones). El paisaje puede presionar al régimen y abre ventanas de oportunidad para innovar.

El régimen sociotécnico incluye prácticas, reglas y tecnologías predominantes que aportan estabilidad a los sistemas sociotécnicos. El régimen es un arreglo de subsistemas, en las que se incluyen las relaciones industriales y de mercado, la educación e investigación, entre otros subsistemas. Tomando el caso del transporte urbano, en el régimen se encuentran las tecnologías usadas en el transporte (metro, teleféricos, autobuses eléctricos, y los vehículos con motor de combustión interna). También se encuentran los organismos públicos encargados de definir las normas de tránsito, la creación de infraestructura para la movilidad, la planeación urbana, etc. Tenemos, además, las empresas públicas o privadas que ofrecen servicios de transporte a los usuarios, así como la dinámica misma del flujo de usuarios a los distintos puntos de una metrópoli (al trabajo, a la escuela, a mercados para realizar compras, etc.)

Por último, el nivel de nicho implica el área donde la innovación y la experimentación se puede desarrollar. Un nicho de innovación puede aparecer por la presión del paisaje (por ejemplo, acuerdos internacionales sobre el cambio climático, acuerdos comerciales, cambio de régimen político, o de estrategias macro económicas de un país) y/o por la existencia de actores (empresas, laboratorios científicos) que ponen a prueba innovaciones científico-tecnológicas ante algún problema u oportunidad de mercado. La difusión de dichas innovaciones en el régimen sociotécnico vigente, dependerá de la viabilidad y capacidad de la nueva tecnología para reemplazar funciones de tecnologías previas, para aportar soluciones a los problemas de la sociedad, o para responder a necesidades de grupos sociales no cubiertas por las tecnologías existentes. Cuando alguna de estas situaciones ocurre, el nicho se despliega y afecta distintas variables del régimen sociotécnico, convirtiéndose en una innovación que trasciende y es adoptada por todo el sistema.

Ahora bien, para que las innovaciones se consoliden como tales en el sistema, requieren de una suerte de acompañamiento institucional que favorece o sintoniza la co-evolución de distintas variables. Aquí cumplen un rol fundamental los gobiernos, que mediante la revisión o reordenamiento de las reglas de juego institucionales y/o del mercado, permiten que las innovaciones vayan siendo validadas y adoptadas por el régimen sociotécnico. Tratándose del servicio público de transporte urbano, el concepto que en este sentido orienta nuestra reflexión, es el de capacidades estatales.

Las capacidades estatales se definen según Repetto (2004) como “la aptitud de las instancias gubernamentales de plasmar a través de políticas públicas los máximos niveles posibles de valor social o valor público; su ejercicio cuenta con los atributos de coordinación, flexibilidad, innovación, calidad, sustentabilidad y evaluabilidad” (p. 8).

Desde el punto de vista conceptual y metodológico, nuestra investigación intenta vincular los enfoques sociotécnicos con el de capacidades estatales, definiendo las variables y categorías empíricas que permiten caracterizar los teleféricos como una innovación en el de transporte urbano.

Para el abordaje de los casos de estudio se han realizado investigación cualitativa que incluyó estudios de casos, haciendo hincapié en las interacciones de grupos sociales relevantes, con observación directa (datos primarios) e indirecta (datos secundarios), recolección de datos documentales, estadísticas oficiales, entrevistas en profundidad a los referentes claves y protagonistas del régimen sociotécnico del transporte público, juicios de expertos; nos acercan a las ideas de los sujetos involucrados (desde la perspectiva de la gestión de la innovación pueden distinguirse: aliados públicos, aliados privados, promotores y usuarios).

Las corrientes del enfoque sociotécnico pueden considerarse como teorías generales; lo que nos obliga a precisar otras categorías de otros enfoques analíticos desde la economía de la innovación que nos permitan explicar por qué se produce la innovación en determinados contextos. Tras la definición empírica fenomenológica se consideró la precisión de ciertas categorías para perforar esa realidad y poder abstraerla, con el interés de responder ¿Por qué se produce y cómo se produce la innovación en el servicio público de transporte y movilidad urbana en contextos complejos metropolitanos?

LA NOVEDOSA MODALIDAD DE TRANSPORTE PÚBLICO

Los teleféricos aparecen como modalidad novedosa de transporte público en ciudades importantes de América Latina en el Siglo XXI. Su incorporación implicó innovaciones organizacionales, institucionales, en la infraestructura urbana, además de la transferencia y adopción de la tecnología correspondiente a las cabinas o góndolas que se utilizan para trasladar a los pasajeros. Podemos decir incluso que en algunos casos implicó cambios importantes en el imaginario y las prácticas de desplazamiento de los usuarios, no acostumbrados a trasladarse por aire, sobre casas, edificios y avenidas de distintos barrios.

La decisión de los gobiernos municipales y/o federales para elegir esta modalidad de transporte comprende variables de costos de construcción de las líneas y de la tecnología asociada al traslado de pasajeros (que resultan ser más bajos que las líneas del metro convencional), así como la de sustentabilidad, pues se trata del uso de energía eléctrica que sustituye la gasolina de los autobuses y de los microbuses.

A modo de ejemplo podemos mencionar que los teleféricos de Medellín transportan 62.600 pasajeros por día y en La Paz - El Alto, 273.000 pasajeros. En Ciudad de México, 141.000 viajes diarios -en este caso, sus dos líneas en funcionamiento se constituyen en las más largas del mundo con más de 85 millones de viajes desde su inauguración en el 2021) (SEMOVI, 2024). Al sumar la cantidad de pasajeros de las dos líneas de teleféricos en Estado de México, que alcanzan más de 41.800 pasajeros diarios, resulta que en la Zona Metropolitana del Valle de México se trasladan a través de transporte por cable más de 182.800 usuarios por día.

La implementación de la nueva modalidad de transporte público implica también la sustitución de rutas de buses o de microbuses, en algún caso condujo a negociaciones con los choferes, conformación de empresas, chatarrización de buses o microbuses que ya no



contaban con la vida útil necesaria para prestar el servicio con seguridad y calidad. En la Tabla 3 puede observarse una estimación de la cantidad de buses sustituidos por las líneas de teleféricos en la Ciudad de México, La Paz – El Alto y Medellín.

TABLA 4. ESTIMACIÓN DE RELACIÓN ENTRE TELEFÉRICOS EN FUNCIONAMIENTO Y BUSES / MICROBUSES SUSTITUIDOS

| Ciudad | Cantidad de líneas de teleféricos | Cantidad de pasajeros diarios | Cantidad de buses o microbuses sustituidos por los teleféricos (aprox.) |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| Ciudad de México (Gustavo Madero – Iztapalapa) | 2 | 141.000 | 400 |
| Estado de México (Ecatepec de Morelos -- Tlalnepantla de Baz) | 2 | 41.800 | 150 |
| La Paz – El Alto - Oruro | 11 | 273.000 | 800 |
| Medellín | 6 | 62.600 | 200 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de las entidades públicas administradoras de la operación de los teleféricos, 2024.

Tipología de teleféricos y sus componentes

Se pueden distinguir diferentes tipos de teleféricos, que se adecuan a las demandas y exigencias de los gobiernos que deciden su uso. Existen teleféricos con sistemas vaivén o de movimiento continuo, donde el principal componente es el cable tractor y otros componentes, como las góndolas o cabinas, que pueden ser grandes o pequeñas. Cada uno de estos tipos implican diferentes tecnologías, capacidades de traslado, vida útil, e incluso costo de construcción y de operación.

En cuanto al artefacto, que ha ido modificándose con las incorporaciones de productos y tecnologías, se compone de una línea que incluye pilonas, balancines y cable; el cable de acero; la pinza que sujeta la góndola y los cables (puede ser fija o desembragable); los balancines (que incluye las poleas, cuyas características dependen del peso a transportar), las cabinas, góndolas o vagones; las estaciones y las torres, pilonas o vías.

Estos son los componentes que a simple vista pueden distinguirse al observar un teleférico en funcionamiento. Sin embargo, como bien lo señala Seeber (2011), se existe tecnología oculta que ha ido evolucionando con los aprendizajes que han surgido con los nuevos proyectos de teleféricos que se implementan en las ciudades.

Se ha avanzado en la definición del equipo motor, los sistemas de control y los softwares de seguridad y de mando en las estaciones. Aunque se implementen para el transporte público, varias de estas tecnologías ya se utilizaban en los teleféricos turísticos o con finalidad de traslado de materiales.

“Una estación de teleférico cuenta con una maquinaria de control, un motor eléctrico y una rueda de paso que es grande y cerrada; dentro del centro existe un cable, esta rueda es dirigida por el motor eléctrico; en las laderas de la estación existen puertas para guiar la rueda, dado que estamos elevados, actuando por encima del suelo, tenemos que apoyar la rueda para quedarse por encima del suelo. Luego tenemos la siguiente estación que normalmente se llama la estación de retiro, donde existe tensión para la rueda que está incluida así que también tenemos la correcta tensión. Se cuentan con equipos de seguridad en la estación, en las estaciones de retiro que recaban información de la operación, observan todo el tiempo la operación y garantizan una mejor seguridad. Finalmente, tenemos las góndolas que están conectados por la rueda, no tenemos motor ni brazos en los vehículos, así que estamos fijados en la rueda de la estación, la rueda mueve las cabinas o góndolas de una estación a la otra y así que este es el secreto por el que solo usamos un motor y porque somos eléctricos, no tenemos brazos y no existe contaminación ambiental en la estación y esto es uno de los beneficios más valiosos para la instalación de la cabina” (R. Fitz, entrevista personal, 8 de noviembre de 2023).

Fases de diseño e implementación de teleféricos urbanos

En el proceso de diseño e implementación de teleféricos como modalidad de transporte público, en forma sintética, pueden distinguirse 10 fases. En primer lugar, estudios de prefactibilidad (demanda, económico-financiera y urbanístico) a cargo de la entidad pública que decide colocar en su agenda pública sus intenciones de la modalidad de transporte público, dando intervención a otras dependencias involucradas.

Desde el punto de vista del ordenamiento urbano, los estudios tienen en cuenta el impacto urbano y sus obras de mitigación. Por otra parte, se observa el cumplimiento de normas convencionales de construcción y de protección civil, a través de la intervención de las dependencias públicas responsables.

Queda pendiente la identificación de necesidades normativas urbanas asociadas directamente a esta modalidad de transporte, además de las situaciones nuevas que deban regularse. En ese sentido, los entrevistados dan cuenta que se siguen las normativas europeas que regulan este tipo de artefactos, que aseguran la seguridad y la calidad de las obras.

En segundo lugar, estudios técnicos, una vez ya decidida su construcción, que pueden ser realizado por agencias locales o internacionales dedicadas a estudios de proyectos especiales. La dependencia encargada de las obras públicas, de acuerdo con los estudios técnicos, convoca a licitación pública (nacional y/o internacional) siguiendo la normativa vigente. Una vez, resuelto el proceso de licitación o de concesión de obra, se da inicio al proceso de ingeniería y construcción de la obra civil y mecatrónica.

Se inicia la producción de los componentes por parte de las empresas responsables. Estas suministran los componentes en las diferentes etapas de construcción. Una vez distribuidos los suministros, se inicia la instalación de los componentes de teleféricos.

La fase 8 implica la puesta en marcha, donde se ponen a pruebas los diferentes componentes. Ya cumplida esta etapa se puede dar lugar a la inauguración, para finalmente llevar a cabo la operación pública.

| | |
|---------|---|
| Fase 1 | Prefactibilidad |
| Fase 2 | Estudios técnicos |
| Fase 3 | Proceso de licitaciones / concesiones de obra |
| Fase 4 | Ingeniería (obra civil y obra mecatrónica) |
| Fase 5 | Producción de componentes de teleféricos |
| Fase 6 | Suministro |
| Fase 7 | Instalación |
| Fase 8 | Puesta en marcha |
| Fase 9 | Inauguración |
| Fase 10 | Operación pública |

Atributos tecnológicos y normativos

Los teleféricos como modalidad de transporte público emergen con tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo. De teleféricos primitivos que funcionaban con materia prima vegetal o animal, a aquellos que fueron pensados para el traslado de materiales de construcción, existe como común denominador: los cables. Será el principal componente que con el desarrollo de la revolución industrial se implementarán teleféricos con cables de acero.

Varios tipos de tecnologías se relacionan con los teleféricos: los cables diseñados para trasladar mayor cantidad de pasajeros, que funcionan en condiciones ambientales adversas (frío o calor extremo), software de seguridad, sensores en las góndolas, etc. El Ingeniero G. Trattenero, directivo de la empresa Leitner para México comenta que:

“Las líneas de teleféricos de Ecatepec o de Ciudad de México son teleféricos desarmables. Existen teleféricos de ir-venir como en Puebla o Durango, que tienen fines turísticos, que poseen otro tipo de tecnología, más sencillas; pero es una tecnología en general muy madura. Es una tecnología que tiene ya muchos años de desarrollo”. (G. Trattenero, entrevista personal, 13 de marzo de 2023).

Los teleféricos de tipo transporte urbano funcionan con telecabinas desarmables. Los componentes del teleférico como modalidad de transporte público incluyeron: sensores que se colocan en las góndolas o cabinas que generan información sobre el uso, la seguridad, la eficiencia, esta información se interpreta para la toma de decisiones que tienden a la mejora del servicio; procesos de digitalización en sus componentes (cabina D-Line o Tri-Line de Doppelmayr; Premium Evo de Leitner, por ejemplo); inclusión de la robotización en el proceso de producción de los componentes; nuevos servicios asociados como modelo Bike Cab, Bike rath o Bike Carrier para el traslado de bicicletas en espacios de montaña; la incorporación en el mercado incluye un teleférico autónomo de la empresa Doppelmayr, sin personal, llamado Auro, que se implementa en proyectos en funcionamiento en Suiza.

El teleférico incluye, en la actualidad, una estación con una maquinaria de control con motor eléctrico y una rueda que moviliza las góndolas o cabinas a través de un cable de acero. Las tecnologías utilizadas en el desarrollo de los teleféricos han evolucionado de acuerdo con las necesidades de los usuarios y los clientes. Contar con mayor capacidad de traslado, las conexiones de mayores distancias, la atención a cuestiones de mayor seguridad (en territorios sísmicos, por ejemplo) o de mayor comodidad (en ambientes de bajas temperaturas, por ejemplo), llevaron a la adaptación de nuevas tecnologías.

En Europa, los diferentes Estados establecieron regulaciones nacionales para el transporte por cable. Posteriormente, han emergido regulaciones en la Unión Europea. Básicamente, estas regulaciones regionales son las que también se aplican cuando se implementa un proyecto de teleféricos urbanos en otras ciudades del mundo.

Las directrices CEN-CELENEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) estableció los parámetros para una estandarización de los procesos de producción de sus componentes, los mecanismos de control y de gestión, las penas por incumplimientos, los mecanismos de aseguramiento de la calidad, la seguridad y la confianza.

“Esto es uno de los niveles de seguridad más altos y de los estándares que tiene la industria de teleféricos, es una combinación entre las normas italianas, francesas, suizas y del mercado austriaco y también el mercado alemán, así que fue una mezcla de muchas diferentes normas que podemos seguir las mismas regulaciones y tomar cuidado de que los estándares de seguridad se dan. Y esto fue uno de los más grandes avances y planteo desafíos en los últimos 20 años, porque ahora tenemos un estándar de calidad y todos ofrecemos el mismo estándar y estamos actuando de la misma manera”. (R. Fitz, entrevista personal, 8 de noviembre de 2023).

Atributos socio-urbanos

La modalidad de transporte público a través de teleféricos, no sólo tiene un valor de uso y un valor público asociado al servicio, como la comodidad, la seguridad, el tiempo total de traslado (Arguelles, 2018, Arguelles y Villavicencio, 2018); sino que también incluye valores que trascienden el paisaje o el ordenamiento territorial y el desarrollo de otras políticas asociadas a la prestación del servicio como la promoción de la cultura, el deporte, el bienestar social de las comunidades en que se instalan las diferentes líneas de teleféricos.

El crecimiento de las metrópolis obligó a pensar nuevas estrategias de modalidades de transporte público, entre otras políticas urbanas. En el Norte de África (específicamente en Argelia) surgieron las primeras intenciones de implementar transporte por cable para pasajeros de las grandes ciudades.

“En los años noventa, algunos dirigentes políticos de ciudades en el Norte de África vinieron a la empresa y preguntaron si era posible resolver sus problemas de transporte con los teleféricos, ya que la topografía de estas ciudades evidencia terrenos elevados incluso con pequeños ríos que atravesaban (...) Fue una historia de gran éxito, por ejemplo, para Argelia.



Así que más y más ciudades vinieron y nos preguntaron si la tecnología de los teleféricos podía ser usada para el transporte público". (R. Fitz, entrevista personal, 8 de noviembre de 2023).

La implementación de la modalidad de servicio público implica detectar la necesidad del nuevo servicio, se debe adaptar al contexto, adoptar asimismo una estrategia comunicacional que permita a los usuarios familiarizarse con el nuevo servicio, conocer los horarios, las estaciones o las paradas. Como Seeber (2011) lo señala, también permita favorecer la política de la ciudad y la proximidad, incluso a través de la arquitectura de las estaciones o la distribución de las líneas de teleféricos se favorece la estética, el paisaje y el ordenamiento territorial de la ciudad o el espacio implicado.

La adopción de la modalidad de transporte por cable implica también mejora en la calidad de vida de los usuarios, dado que el tiempo de traslado se reduce. La comodidad, la seguridad, también repercute en esta calidad de vida de los ciudadanos. La empresa francesa Poma obtuvo la concesión de las obras de líneas de teleféricos en Medellín, Colombia. En ese caso se planteó como una alternativa de transporte al Metro. Se planificó como una estrategia de conexión intermodal, es decir, que un pasajero podía utilizar otra modalidad de transporte en sus viajes cotidianos. La experiencia de Colombia se replicó en otras ciudades latinoamericanas: La Paz, Bolivia; Bogotá; Río de Janeiro; Caracas; etc. En México, se decide proyectar su implementación en el 2012.

Otra cuestión para tener en cuenta en la implementación de teleféricos como transporte público se refiere a la vida útil y el costo fijo del mantenimiento del servicio (que forma parte del gasto corriente), dado que se estima que un teleférico tiene una vida útil de 20 a 30 años, depende de su capacidad de uso y del tiempo de utilización diaria. Las normas de funcionamiento establecen requisitos de mantenimiento diario, mensual y anual, dado que sus componentes requieren revisión constante. Tras ese período de tiempo, se deben cambiar algunos componentes como el control electrónico. Los artefactos que se encuentran en desuso pueden ser reciclados, se han observado estos en numerosos restaurantes o bares que pueden utilizar las góndolas como espacios para atención de clientes. Existe una normativa rigurosa en cuanto a los artefactos en desuso, principalmente en Europa.

Por último, se resalta dentro de las bondades de la modalidad de servicio de transporte, la posibilidad de incluirse dentro de las estrategias de intermodalidad o de servicio de transbordo, donde permita al usuario poder seguir su viaje a través de diferentes opciones de movilidad.

Atributos ambientales

Los teleféricos como modalidad de transporte público poseen cualidades en favor del medio ambiente que también se resaltan. Seeber (2011) presenta un análisis comparativo con otras modalidades de transporte, destacando la capacidad de traslado de personas, las facilidades de infraestructura al ser un servicio que no compite por rutas como el resto de

las modalidades de transporte. “Transporte por cable (hasta 8.000 pasajeros por hora) se encuentran en el rango de los autobuses (3.500) y tranvías (10.000)”. (p. 92)

Por otra parte, se destaca ser un transporte cero emisiones de carbono, completamente eléctrico. En contextos globales, donde la electromovilidad se ha instalado como un paradigma a seguir por los diferentes gobiernos y áreas metropolitanas, la opción de los teleféricos está contando con mayores adeptos. Por los costos y los beneficios ambientales, el teleférico supera a otras opciones de transporte como los autobuses, los taxis y los vehículos particulares.

Christoph Rehm, Gerente de Ventas Doppelmayr para América Latina, explica la cantidad de pasajeros que se pueden transportar por el teleférico en comparación con el Metrobús¹ en la Ciudad de México. Los teleféricos se consideran un transporte sustentable, en primer lugar, porque se mueve con energía eléctrica (aunque en menor medida, la generación de energía eléctrica también es contaminante en función de las fuentes de energía utilizadas para generarla. Por ejemplo, en México, la CFE – Comisión Federal de Electricidad- usa combustóleo para generar electricidad). Por otra parte, es una modalidad de transporte silencioso. Por último, puede alimentar un sistema de interconexión intermodal con otras modalidades de transporte. Es decir, que no compite ni sustituye las otras modalidades de transporte público, sino que, al contrario, las complementa.

De acuerdo con las estimaciones de SEDEMA (2022), la implementación de teleféricos en la Zona Metropolitana del Valle de México ha conducido a la reducción anual de 3.600 toneladas de CO² reducidas en 1 año. Además, según los datos de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, se han rehabilitado áreas verdes que incluyen: 21.388 m² de áreas verdes, 961 árboles plantados y 183.524 plantas y arbustos (SEMOVI, 2024) en las estaciones de las dos líneas en funcionamiento.

CONCLUSIONES


El ininterrumpido crecimiento de algunas ciudades de América Latina ha conducido a la búsqueda de mejoras en el transporte para coadyuvar a la solución de varios problemas como son: los bloqueos por la congestión del tráfico, los costos asociados al tiempo de traslado de las personas, la contaminación provocada por el uso de vehículos particulares con motores de gasolina. Ante ello, la construcción de líneas de teleféricos aparece como una modalidad innovadora y sustentable desde diversas perspectivas.

Se trata de una modalidad que se apega a los esfuerzos por la descarbonización de las ciudades, en tanto que utiliza energía eléctrica para trasladar miles de personas diariamente. En las megalópolis latinoamericanas, su uso está enfocado a zonas de difícil acceso y para ciudadanos de ingresos medios y bajos, de suerte que podemos hablar de un transporte “inclusivo”. Asimismo, ofrece a los usuarios una forma distinta de viajar: por aire,

¹ El Metrobús es un autobús largo que circula por un carril exclusivo, la Ciudad de México cuenta con 7 líneas y 2 servicios especiales de esta modalidad con un total de 174,6 km y 283 estaciones.

evitando tumultos y de manera segura, lo que lo diferencia sustancialmente del traslado en los autobuses urbanos (públicos o concesionados) que generalmente circulan con sobrecarga de pasajeros en las horas de mayor afluencia.

Finalmente, para los gobiernos de las ciudades, la implementación de los teleféricos ha implicado procesos de innovación organizacional e institucional, en tanto que se requirió el establecimiento de nuevas normas, articulación con las otras modalidades de transporte, nuevas asociaciones público/privada para la construcción, el mantenimiento y la gestión cotidiana del servicio. Incluso, ha sido necesaria la creación de nuevas oficinas o agencias públicas encargadas de la gestión y supervisión de todo el sistema tecnológico y organizativo de las líneas de teleférico.

A 20 años de la primera línea de teleféricos construida en Medellín, Colombia, hoy suman 36 líneas en ciudades latinoamericanas, y otros países del mundo han delineado estrategias para seguir el ejemplo de esta innovadora modalidad de transporte público urbano. 



REFERENCIAS

- Argüelles, E. (2018). *Desarrollo de un concepto operativo sobre la innovación en servicios públicos. Un acercamiento desde los teleféricos para el transporte público implementados en América Latina* (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma Metropolitana.
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/1628>
- Argüelles, E., & Villavicencio, D. (2018). Un acercamiento al concepto de la innovación en servicios públicos. *ENES - Entreciencias Unid León, UNAM*.
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.18.64794>
- Astorga, S. (2023). Modelo de negocios de empresas de transporte de teleféricos como movilidad urbana en América Latina. En Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica y de la Innovación (Comp.), *XX Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica y de la Innovación - ALTEC 2023: Los desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación en la transformación digital* (pp. 173-182).
- Astorga, S., & Villavicencio, D. (2023). Análisis sociotécnico de los teleféricos como innovación en el servicio público de transporte. *Ingeniería Industrial*, 44(2), 1–15.
<https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1211>
- Cable Car World GmbH. (2023). *Home of new urban mobility*. <https://www.cablecarworld.com/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2013). *Recursos naturales. Situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
- Cimoli, M. (2023, mayo 3). *La globalización en la encrucijada y los problemas estructurales de América Latina* [Conferencia magistral]. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
- Dobson, A. (1997). *Pensamiento político verde. Una nueva ideología para el Siglo XXI*. Paidós Ibérica.
- Doppelmayr Group. (2024). *Yearbook 2024*. Doppelmayr Seilbahnen GmbH.
- García Bernal, N. (2019). *Electromovilidad. Tendencias y experiencia nacional e internacional*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.



Como citar:

Villavicencio Carbajal, D. y Gustavo Astorga, S. (2024) Los teleféricos como innovadora modalidad de transporte público sustentable. *Administración y Organizaciones*, 27(Especial).

<https://doi.org/10.24275/CKZU4761>

Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.