

Capítulo I

Micromovilidad y vehículo particular: retos de movilidad urbana sostenible

Mauricio Camarena González¹
Mario Guadalupe González Pérez²
Josué Francisco Acosta Cerecer³

<https://doi.org/10.61728/AE24001502>



¹ Estudiante del Doctorado en Geografía y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: mauricio.camarena9997@alumnos.udg.mx

² Profesor Investigador Centro Universitario de Tonalá Universidad de Guadalajara, México. Correo electrónico: mario.gperez@academicos.udg.mx

³ Licenciado en Relaciones Comerciales Internacionales de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: cerecerjosue@gmail.com

Introducción

El espacio urbano se ha caracterizado por una serie de procesos complejos, más aún el que pertenece al dominio de lo público, donde se lleva a cabo la mayor parte de la vida social y económica de la comunidad. No solo actúa como el lugar de encuentro, intercambio, recreación y actividad cultural, sino que cumple con la función principal de facilitar la movilidad y el tránsito. En la actualidad, la movilidad urbana es uno de los fenómenos más estudiados de forma multidisciplinaria que altera constantemente las dinámicas urbanas tradicionales (Zhang et al., 2023). Cambios impulsados por diversos factores que hoy presentan nuevas oportunidades y desafíos en la movilidad urbana sostenible (MUS), así como en la planificación y gestión del espacio público urbano.

Por una parte, la dispersión del territorio que engloba la metrópoli se refleja en mayor construcción de zonas habitacionales suburbanas y periurbanas, cada vez más retiradas de las actividades, servicios y comercios, lo cual dificulta, el recorrido de trayectos y limita la movilidad activa de forma peatonal. Consecuentemente, se produce un incremento considerable en los índices de motorización y mecanización de vehículos que traen consigo un comportamiento entrópico del sistema vial; a tal grado que la posesión de un vehículo particular, tiene un valor significativo para realizar los desplazamientos cotidianos y permite optimizar los trayectos (Krugüer, 2010).

Por otra parte, la falta de servicios de transportación e infraestructura integrada y eficiente a través de las cuales se constituyen las principales cadenas de viaje, se complejizan y surgen implicaciones que tienen que ver con la seguridad y permanencia en espacios que fungen como reguladores de la movilidad, la accesibilidad, la congestión vehicular, la conectividad, etc. Ralentizando los tiempos invertidos para desplazarse con incrementos en la duración eventual en el espacio público, producto de una tendencia neguentrópica de adaptación a los modos de desplazamiento para estabilizar la inactividad no predictiva de los procesos que esto implica.

Finalmente, con las innovaciones tecnológicas en materia de transporte y en búsqueda de optimizar tiempos y trayectos, han surgido alternativas de vehículos ligeros de baja capacidad que poco se han considerado en las dinámicas de la movilidad cotidiana que son vistos de forma isomorfa a la movilidad no motorizada. No obstante, carecen de regulación y control que les permita armonizar con otros modos de desplazamiento en el espacio público. Lo cual aproxima nuevas variables de análisis relacionados con la velocidad, la distancia y el tiempo en los estudios de movilidad y transporte. En este sentido, Asprilla et al. (2018) argumentan que:

En el ámbito intraurbano, la velocidad está sujeta a diversos factores tales como: a) el medio de transporte utilizado para el desplazamiento (a pie, bicicleta, motocicleta, autotransporte privado, autotransporte público, otros), b) la hora en la que se ejecuta el desplazamiento (horas pico, horas valle) y el día (entre semana, fin de semana), c) la vía utilizada para el desplazamiento (vía rápida, vía principal, vía secundaria, etc.), y d) el tipo de espacio transitado (zona escolar, zona comercial, zona residencial, etc.). Efectivamente, la distancia euclídea no cambia de posición. Sin embargo, sí cambia el tiempo, el cual varía en función de la velocidad y la posición respectivamente. (p. 628)

Ahora bien, si entendemos la movilidad como el derecho a libre tránsito y la capacidad de las personas o grupos de personas para moverse dentro de ciudades, urbes y localidades para realizar sus actividades (trabajo, estudios, comercio, entre otros). Este sistema encuentra su soporte estructural en el espacio físico geográfico, donde la mayor parte de superficie de circulación e infraestructuras se destinan para el uso de automotores. Jacobs planteaba desde 1961 que: “Esta devastación al espacio público urbano causada por los automóviles no es tanto una causa en sí misma, sino más bien reflejo de la incapacidad para planificar y construir ciudades adecuadamente” (p. 33). Es decir, planificar las ciudades en proporción al ser humano, donde las personas sean el centro de atención en las estrategias de la planificación, que tengan efectos positivos en la ordenación del territorio y funcionen en contra de las ciudades dispersas o zonificadas emanadas del funcionalismo propuesto por Le Corbusier de 1933 (Whyte, 1980; Gehl, 2013; Delclòs y Miralles, 2021).

Lo anterior se vuelve más evidente con las afirmaciones de Rueda (2013), quien afirma que “Los nuevos desarrollos urbanos destinan, directa o indirectamente, el 60, el 65 y hasta el 70 % de la calle al coche” (p. 20). Lo cual sin duda, segrega en la dimensión espacial a otras formas de traslado. Sin embargo, de forma reciente se desarrollan alternativas vehiculares en los modos de desplazamiento de las ciudades de todo el mundo, que se adaptan con rapidez a las infraestructuras existentes y son adoptadas por los ciudadanos que buscan optimizar y economizar en sus tiempos de desplazamiento cotidiano.

De lo anteriormente expuesto, se entiende que las dinámicas de la movilidad se efectúan a través de la multimodalidad de viajes, donde existe una combinación de diversas opciones de transporte con características de uso múltiple de modos de desplazamiento para llegar a un destino (ITDP, 2021). Más aún, se busca por parte de las personas lograr una movilidad de cobertura general mayormente sostenible económicamente que integre los servicios de transportación y facilite una interacción más eficiente entre los componentes del sistema de la movilidad. Es decir, armonizar las interrelaciones entre los diferentes modos que cohabitan el espacio público y las intrarelaciones entre infraestructura, costos, información, etc. con un incremento considerable en la capacidad de elección del usuario (Şengül, B. y Hamid M., 2021; Guerrero y Mendoza, 2024).

Una derivación de la movilidad cotidiana que se legitima a menor escala, es la micromovilidad. Concepto que refiere a una gama de opciones de vehículos ligeros individuales para desplazarse, generalmente diseñados para distancias cortas en entornos urbanos que incluyen bicicletas, patinetes eléctricos y otros vehículos ligeros y en muchos casos compartidos (Hyvönen, Repo y Lammi, 2016; Candego y Mendoza, 2020. ITDP, 2021; Medina y Rey, 2023). Modos de desplazamiento que surgen como una alternativa de solución innovadora para los desafíos de la movilidad urbana sostenible en las metrópolis, y coadyuvan como auxiliares a los servicios de transporte. Además de que han ganado popularidad debido a su capacidad para reducir la congestión del tráfico, minimizar las emisiones de carbono y ofrecer una alternativa económica y accesible (Gizem y Ç elikyay, 2022), versus a los vehículos motorizados tradicionales utilizados en su mayoría de preferencias por las generaciones mayores (Şengül, B. y Hamid M., 2021).

Un informe de McKinsey y Company (2019) que surge del Foro Internacional de Transporte (FIT) organización intergubernamental de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). Destaca que la micromovilidad⁴ podría cubrir casi el 60 % de todos los viajes urbanos realizados a nivel mundial, lo que representa un cambio significativo en la forma en que las personas se desplazan dentro de las ciudades. Esta tendencia se ve impulsada por el rápido desarrollo tecnológico y las aplicaciones móviles que han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años por la necesidad de soluciones de transporte, con el objetivo de hacer más eficientes los tiempos para desplazarse en entornos urbanos. Sin embargo, los gobiernos enfrentan desafíos para establecer políticas que aseguren un funcionamiento justo y sostenible de estos novedosos modos de transporte (Clewlow et al., 2018; Gössling, 2020).

Los Vehículos Ligeros Eléctricos como las bicicletas eléctricas, ciclomotores, microcoches, vehículos de 3 y 4 ruedas, monopatines y Segway, también se encuentran contenidos en el debate de la micromovilidad, mientras que otros consideran que deben ocupar otra categoría puesto que alcanzan mayores velocidades (Hyvönen, Repo y Lammi, 2016, p. 258). En efecto, es necesario recalcar que las regulaciones en el tema a nivel global son escasas, inexactas o en la mayoría de los casos inexistentes, teniendo en cuenta el auge de dichas alternativas compiten por el espacio entre peatones, ciclistas y usuarios de scooters, lo cual pueden generar conflictos y situaciones de inseguridad (Shaheen et al., 2020).

Si bien, “El término micromovilidad puede facilitar debates sobre estos conceptos, la falta de conceptualización y definición ampliamente aceptadas puede exacerbar cualquier confusión” (p. 02). Sin embargo, es posible catalogar los viajes de acuerdo con el dispositivo utilizado y definirla por sus beneficios o atributos principales, como se puede observar en la figura 1. De acuerdo con el ITDP (2021). La micromovilidad abarca dispositivos pequeños y ligeros que suelen operar a velocidades menores de 25 km/h (15 mph). Para Behrendt et al. (2022). Los vehículos de la micromovilidad pueden ser impulsados tanto de forma manual como eléctrica y están disponibles para uso compartido o personal, dispositivos perfectos para recorridos de hasta 10 km.

⁴ Los autores se refieren la micromovilidad con el término de movilidad fluida.

Por lo anterior, resulta claro que ha llegado el momento de implementar una nueva forma de entender, clasificar y regular la movilidad, así como, hacer intervenciones en el espacio público urbano para mejorar las condiciones del habitar y desplazarse, particularmente en el viaje de la última milla (viaje final desde el destino de una persona), que nos conduzcan a una movilidad urbana mayormente sostenible. Como lo señala, Candego y Mendoza (2020), la falta de normativas claras y la competencia por el espacio en las aceras y calles pueden generar conflictos entre peatones, ciclistas y usuarios de scooters. Asimismo, la durabilidad y la gestión de los desechos energéticos de los vehículos de micromovilidad plantean interrogantes sobre su sostenibilidad a largo plazo.

Por consiguiente, nos cuestionamos ¿qué alternativas existen para incentivar un cambio modal de los desplazamientos cotidianos desde la micromovilidad para disminuir el uso excesivo de los automóviles particulares? Si aceptamos que impulsar y favorecer las alternativas desde la micromovilidad implica un escenario prometedor en tiempos y costos del desplazamiento, más aún si se integran en las cadenas de viaje de última milla. Fenómeno que está transformando la apropiación de infraestructuras y fomenta la interacción social en el espacio público. Sin embargo, su integración exitosa requiere una mayor investigación, planificación cuidadosa y una regulación adecuada para maximizar sus beneficios, así como mitigar los desafíos que represente para la sostenibilidad ambiental.

La micromovilidad en el entorno construido

El diseño urbano sin duda juega un rol determinante en incentivar la micromovilidad, y es probable que con intervenciones al espacio público enfocadas al ser humano se coadyuve a reducir el uso de los automóviles tradicionales para la movilidad cotidiana. Entendida como los viajes frecuentes y repetitivos, también llamada conmutación o movilidad pendular, la cual se refiere al desplazamiento entre dos lugares, uno de residencia y otro ubicado en alguna actividad productiva (Miralles, 2009; CEAPAL, 2020). Conceptos que están intrínsecamente vinculados en una relación bidireccional para la creación de ciudades sostenibles.

En el objetivo 11 de los Objetivos del desarrollo sostenible (ODS) propuestos por la ONU-Hábitat (2015). Se considera que para “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2023); en su meta 11.2 refiere que a partir de entonces y con meta al 2030, es fundamental ofrecer a todos sistemas de transporte que sean seguros, económicos, accesibles y sostenibles, además de mejorar la seguridad vial, especialmente a través del incremento del transporte público. Por lo tanto, se vuelve en algo primordial enfocarse en las necesidades de las personas vulnerables.

La relación simbiótica entre el suelo y los transportes en la actualidad se plantea como uno de los grandes retos, y principalmente en las ciudades latinoamericanas donde se ha impulsado con mayor énfasis una automovilidad (Shing et al., 2018). Por una parte, la disponibilidad de opciones de la micromovilidad hoy puede influir en los patrones del uso del suelo, al transformar las áreas urbanas densas y bien conectadas mayormente atractivas. Por otro lado, las intervenciones al ambiente urbano disperso acompañado con políticas claras en el uso del suelo, pueden fomentar o inhibir la adopción de la micromovilidad. Evidentes son las tendencias prácticas y propuestas teórico metodológicas a nivel global que no solo responde a la necesidad de alternativas de transporte más sostenibles, sino que influyen en la configuración del entorno construido, promoviendo un diseño urbano más inclusivo y eficiente.

En este sentido, Yanoch y Allan del ITDP (2021, p. 15), argumentan que es más probable que las personas utilicen el transporte público, si las estaciones están cerca de sus hogares y son accesibles a través de un camino seguro y conveniente. Los espacios para viajar y almacenar la micromovilidad son primeros pasos críticos para frenar la demanda de vehículos privados, aunque vivir cerca del transporte público es ideal, incluir los viajes ciclistas al sistema de transporte público incrementa el área de influencia de las estaciones. Si aceptamos que un viaje en bicicleta de 15 minutos permite cubrir tres veces la distancia de una caminata de 15 minutos. Por lo tanto, la integración física entre los carriles de micromovilidad y las estaciones de tránsito aumenta el acceso al transporte público para más personas y en el mismo sentido se incentiva la economía y cohesión social en el espacio público.

Algunas estrategias que se convierten en referentes reflexivos surgen en parte de la teoría de los lugares centrales de Walter Christaller (1933). Donde se organizan lugares que concentran y centraliza las actividades económicas de las ciudades, para las ciudades aledañas y población circunvecinas solo que a menor escala, lo cual reduce los tiempos, costos y necesidades del transporte. Modelos urbanos como la ciudad de los 15 minutos, propuesta desarrollada por Carlos Moreno (2020). La que representa una visión prometedora para el futuro de la urbanización sostenible, que se enfoca en centrar el diseño urbano en la proximidad y la accesibilidad a servicios y comercios en viajes no mayores a los 15 minutos de desplazamiento por cualquier modo activo para satisfacer las necesidades básicas, lo cual puede lograr ciudades policéntricas más saludables, equitativas y resilientes.

Otra estrategia de planeación urbana que se refiere al reciclaje del espacio construido, es la acupuntura urbana, emanada del ecologismo como metáfora de la práctica médica tradicional china y promocionada por Jaime Lerner en el 2003, exalcalde de Curitiba, Brasil. Que considera un enfoque estratégico de rehabilitación urbana y topofílico de construcción social del hábitat, como una condición simbólica-espacial del habitar humano en construcción de ciudadanía. Pues este tipo de intervenciones, tienen como objetivo principal “curar” las discontinuidades y los problemas resultantes de estas interrupciones en el tejido urbano que son responsables de problemas de identidad cultural. Lerner destaca que no siempre se requieren grandes inversiones económicas.

La acupuntura urbana no siempre se traduce en obras. En algunos casos, basta con introducir una nueva costumbre, un nuevo hábito, que crea las condiciones necesarias para que se dé la transformación. De tal forma que se extienden los beneficios de una intervención de acupuntura urbana al resto de la ciudad (pp. 5-6).

En la ciudad dispersa y sobre todo las de carácter metropolitano, son propicias para promover la estrategia de los desarrollos orientados al transporte (DOT). Es aquí donde la tendencia es propicia para la micromovilidad debido a su diseño compacto y accesible (Cervero, 2013). Modelo de desarrollo urbano que ha comprobado su éxito en el mundo como lo

ejemplifican los casos de Copenhague, Curitiba, Denver y Hong Kong de acuerdo con Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP) en voz de Medina y Veloz (2013), señalan que el DOT se constituye en un modelo urbano con el objetivo principal de “construir barrios en torno al transporte público” y señalan que:

Un DOT normalmente tiene como elemento que define la estructura del barrio una estación de autobús, BRT, o metro, que está rodeada de un desarrollo compacto y de alta densidad, y con buena infraestructura peatonal y ciclista. Este tipo de desarrollos pueden construirse alrededor de nuevas estaciones de transporte público, pero también se pueden dar con cambios graduales en zonas donde éste ya exista. (p. 45)

Si bien es posible conceptualizar una serie de interacciones entre el espacio construido y los sistemas de transporte, a partir de la dimensión espacial que conllevan actividades y patrones del comportamiento humano, un método de análisis para obtener un amplio razonamiento y pensamiento crítico en relación con los fenómenos descritos con enfoque sistémico. Interacciones que se encuentran definidas claramente como subsistemas de actividades y comportamientos sociales, inmersos en un sistema de mayor jerarquía (la Ciudad). Desde una óptica espacial, Zhang et al. (2023) afirma que se distinguen en tres escalas relacionales entre el transporte-territorio.

El nodo, el enlace y los niveles de red. “El nivel de nodo se refiere a instalaciones de transporte agrupadas, como estaciones y plazas de aparcamiento. El nivel de enlace incluye vías como calles, mientras que la red se compone de nodos y enlaces interconectados”. (p. 294)

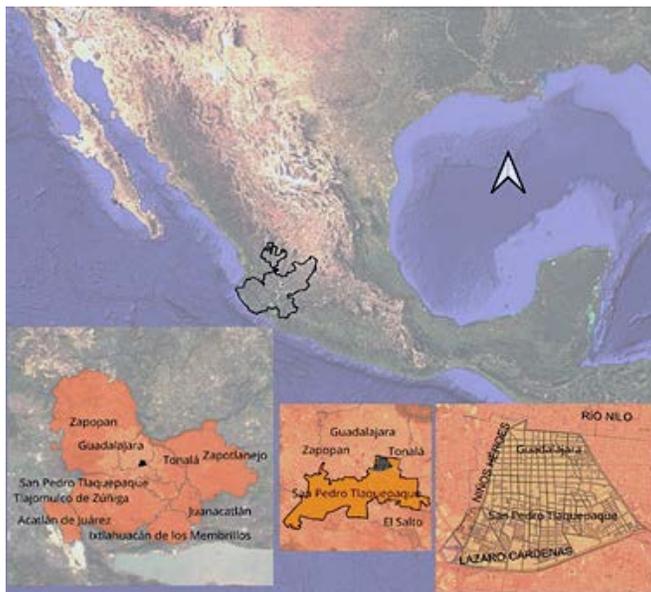
Es en búsqueda de equilibrio entre la dimensión social, económica y ambiental que la sostenibilidad como concepto teórico; no solo incluye a la prioridad en los modos colectivos y no motorizados de transporte, sino que enmarca todo un modelo de políticas, diseño, gestión y toma de decisiones que implica la participación de actores y fomenta las propuestas de intervención urbana descritas en ejes primordiales como la integración, la conectividad y la accesibilidad (Vasconcellos, 2019, Miralles y Cebollada, 2009).

Contextualización del caso de estudio

El área metropolitana de Guadalajara se ubica en la región centro occidente del país y comprende 10 municipios conurbados, con diferentes niveles de dispersión y conectividad entre y al interior de sus municipios. Lo cual ha producido un policentrismo de actividades en el territorio y zonas habitacionales, entre los cuales destaca San Pedro Tlaquepaque por su clasificación de pueblo mágico reconocido por la Secretaría de Turismo (SETUR) y colinda con Guadalajara, Tonalá, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga. Sus principales características son turísticas, la manufactura objetos de barro y arcillas desde tiempos precolombinos y artesanías que incluye joyería, talabartería, tallas de madera, textiles, vidrio soplado, entre otros.

El centro histórico se encuentra parcialmente habilitado con calles andadores para peatones, infraestructuras para la movilidad activa, algunas plazas públicas, galerías de artistas tlaquepaquenses reconocidas a nivel mundial, una gran oferta gastronómica y una arquitectura de marcado ambiente mexicano. En las colonias y barrios colindantes con el centro histórico, los vehículos individuales en la micromovilidad hoy son más evidentes en torno toda esta movilidad activa, al grado de alterar los patrones tradicionales de la movilidad urbana en busca de soluciones a la distancia-tiempo en trayectos de proximidad, argumentos que ya se ha expuesto con anterioridad. Pues al igual que todas las grandes ciudades del mundo, no es la excepción. El polígono que abarca el área de estudio, figura 3. Existe una excelente mezcla de usos de suelo con prioridad en el comercio, seguido por servicios de diferentes jerarquías y un uso predominante habitacional en las colonias que lo complementan. En este sentido, el espacio geográfico se reafirma como una red de nodos y enlaces que propicia la conectividad, accesibilidad, la proximidad y permanencia del espacio público.

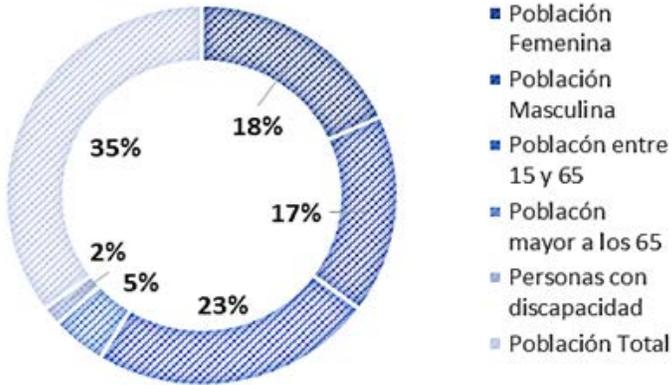
Figura 3
Localización del área de estudio



Fuente: Elaboración propia con el software QGIS, versión 3.16.4, 2024.

La población contenida que radica en el área de estudio, de acuerdo con cifras del Instituto de Información Estadística y Geográfica del estado de Jalisco (IIEG, 2020) y Censo nacional de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2020), es de 40 864 personas en una extensión territorial de 5 301 880.47 km² que se distribuye por rangos de edad de acuerdo con la siguiente figura 4.

Figura 4
Distribución de la población por edad

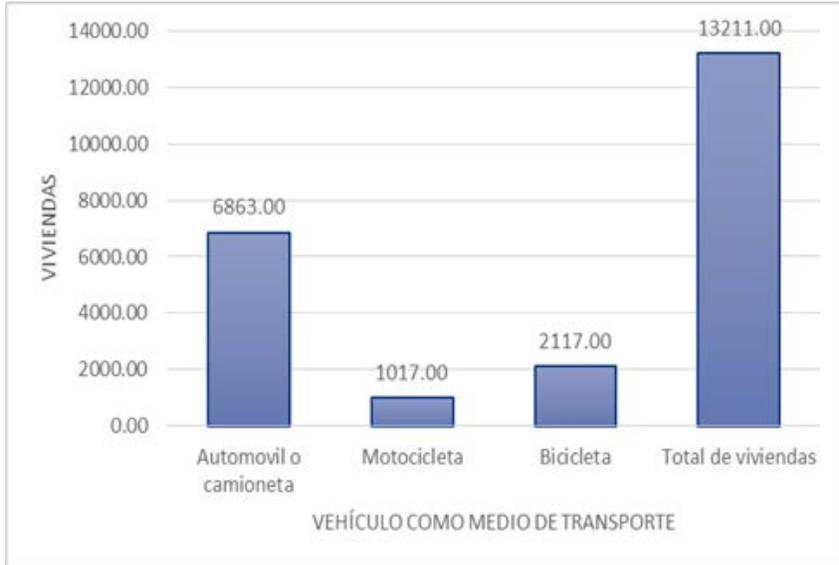


Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, 2024.

El total de viviendas habitadas del área de estudio que disponen de vehículos tradicionales de carácter particular, se compone de la siguiente distribución modal como se muestra en la figura 5. No obstante, por estar delimitado de avenidas de primer orden que conectan con los municipios colindantes, también funcionan como ingreso y salida de la ciudad; por ello, persiste una gran cantidad de tráfico de automóviles en dichas vialidades que interactúan con transportes públicos colectivos, y de personal.

Figura 5

Distribución de vehículos particulares tradicionales en el área de estudio

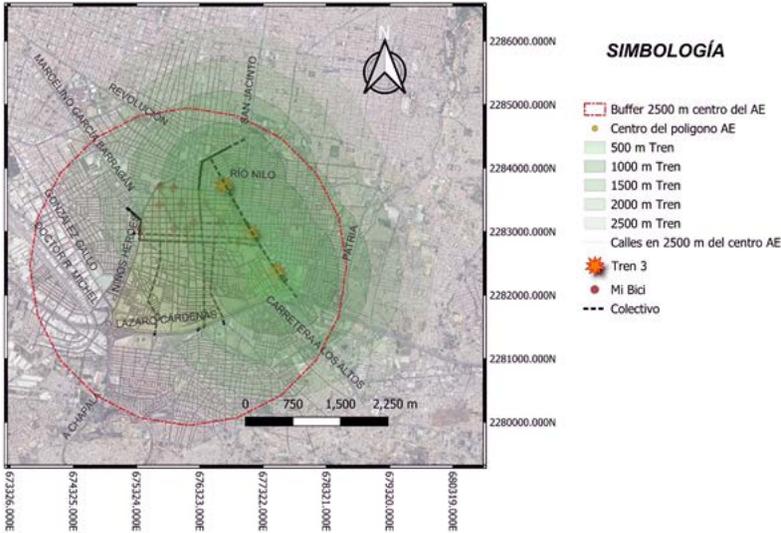


Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, 2024.

En cuanto al sistema de transporte público, se encuentran ubicados dentro de un radio de influencia menor a 2500 metros de distancia del centro del polígono de estudio tres estaciones de transporte masivo de la línea 3 del tren ligero. El transporte colectivo se integra por ocho rutas de acuerdo con los trazos de la Secretaría de Movilidad (SEMOV, 2024), de las cuales siete de ellas cruzan con diferentes destinos y una más que funciona como ruta alimentadora al sistema masivo. También existe el sistema de bicicletas públicas (mi bici) que cuenta con 150 unidades distribuidas en trece estaciones. No obstante, la regulación e infraestructura para los vehículos de la micromovilidad es deficiente en consideración de los radios de influencia que se señalan en la figura 6. Los cuales se delimitan de forma concéntrica referencial cada 500 m, a partir de las tres estaciones próximas del transporte masivo.

Figura 6

Proximidad a los modos públicos de transporte en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia con el software QGis, versión 3.16.4, 2024.

Metodología. Círculos virtuosos y viciosos en la micromovilidad

El proceder metodológico para realizar el análisis de la micromovilidad a partir del entorno construido delimitado, se utilizaron en primera instancia; la consulta de datos relacionados a la estructura urbana, la red vial, la población y el entorno construido, las rutas de transporte colectivo, masivo y ciclista. En el mismo sentido se realizó una revisión de la literatura reciente sobre las tendencias urbanas actuales, los vehículos de la micromovilidad y la Sintaxis del espacio utilizada en áreas de la Arquitectura y el urbanismo principalmente. Con ello se seleccionaron las variables más importantes y se elaboraron los diagramas de flujo del ciclo de retroalimentación o bucle como instrumento metodológico. Por medio de los cuales se identifica visualmente las relaciones de causa y efecto de los procesos que impactan directamente en la dinámica de los sistemas, es decir, es una secuencia de variables que están interrelacionadas en un bucle. Su

representación gráfica corresponde a flechas en sentido de las manecillas del reloj que pueden surgir en dos polaridades (negativo-positivo), para mostrar las relaciones entre las variables más relevantes para el sistema.

Los diagramas arrojan dos tipos de resultados; los refuerzos y los de retroalimentación de equilibrios sistémicos. En los resultados de refuerzo, es posible identificar círculos virtuosos que refuerza o expande de forma exponencial la acción principal del sistema. Mientras en los círculos viciosos, se definen por una disminución de las variables en discusión. Los bucles de retroalimentación de equilibrio sistémico expresan una tendencia de oposición a la acción inicial. Es decir, una fuerza neguentrópica en la búsqueda de estabilizar el sistema más complejo y por lo tanto mantienen una polaridad negativa.

Posteriormente se realizó un análisis de sintaxis del espacio, propuesta por Hillier, B. y Hanson, J. (1984) en su libro *La lógica social del espacio aplicado en el sistema de información geográfica (SIG)*. Herramienta útil para entender las relaciones entre la morfología de la ciudad y el comportamiento humano, como instrumento metodológico que coadyuva a establecer las unidades de análisis e ilustrar diversas características de la lógica social que se constituyen desde los entornos construidos. Por medio de elementos de representación gráfica (espacios funcionales y atractivos para implementar las intervenciones urbanas, ubicación, distribución y densificación en los usos de suelo, así como niveles de servicio, conectividad, accesibilidad que se ofertan para mejorar las movilidades.

En la última fase con el objetivo de comprobar si la tendencia hacia el cambio modal es positiva, se aplicaron prueba no paramétricas T de Wilcoxon (por ser entrevistas estructuradas a una población menor a 30 individuos) para grupos no relacionados, con datos de medición ordinal y una distribución libre. Cabe mencionar que el muestreo es se realizó de forma no aleatoria.

Resultados. La movilidad Urbana Sostenible en la Zona Centro de San Pedro, Tlaquepaque.

Incentivar un cambio modal de los desplazamientos cotidianos hacia una movilidad urbana sostenible, con alternativas de vehículos individuales desde la micromovilidad y las intervenciones urbanas son cada vez más

evidentes para reducir el uso excesivo de los automóviles particulares. Los datos obtenidos mediante la observación directa en campo como se muestra en la figura 7, el incremento de algunos factores son prometedores en tiempos y costos del desplazamiento para la movilidad de proximidad y conectividad; a tal grado que se agudizaron con la ocupación de infraestructuras existentes a escala barrial y cuentan con intervenciones urbanas que delimitan el espacio de circulación y regulan la velocidad de forma inducida.

Figura 7

Los vehículos de la micromovilidad detectados en el área de estudio



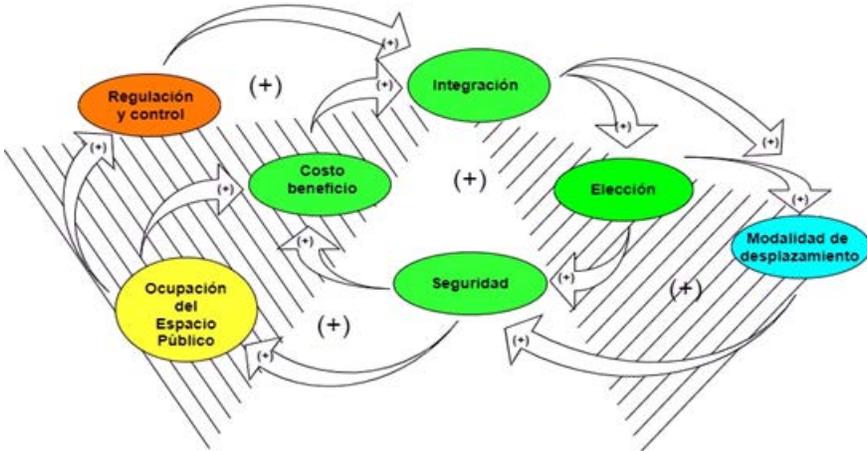


Fuente: Imágenes obtenidas de la observación directa, archivo personal, 2024.

Algo similar ocurre en el resultado del bucle de retroalimentación que se muestra en la figura 8, es un círculo virtuoso que refuerza y expande exponencialmente la acción inicial de cualquiera de las variables representadas en color verde. Pues mantiene incrementos positivos que se refleja en la dimensión social, económica y ambiental que integran la sostenibilidad. Asimismo, son evidentes otros aspectos con impactos directos e indirectos en diferentes categorías como la circulación y ocupación del espacio público, versus otros espacios que carecen de intervenciones e

infraestructuras que facilitan la conectividad a la red urbana de transporte y movilidad; la elección de acceso por vías seguras a los nodos de atracción y dispersión del desplazamiento, así como la accesibilidad de permanencia o circulación en la estructura urbana de los espacios públicos.

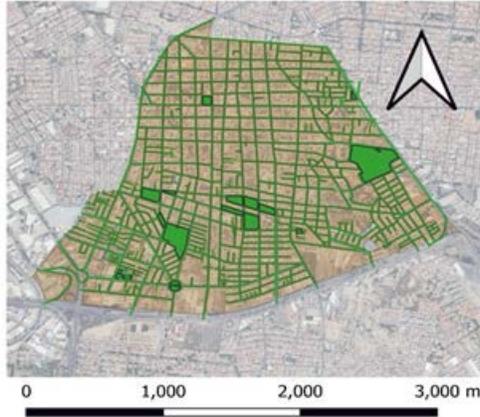
Figura 8
Bucle de retroalimentación círculo virtuoso



Fuente: Elaboración propia con software Draw.io versión 24.7.5, 2024.

Los resultados del ejercicio de aplicación de la sintaxis espacial como instrumento metodológico, reflejan en el análisis del caso de estudio los niveles de conectividad de la estructura urbana existente, la accesibilidad a los diferentes modos de transporte ofertados y la elección de las personas para circular por medio de vialidades que representen seguridad principalmente. El mapa axial de la figura 9, se refiere a la estructura del espacio abierto del área de estudio, es el conjunto mínimo de líneas que pasan a través de cada espacio convexo, entendido como el espacio edificado que confeccionan todos los enlaces axiales representados por vialidades, parques, plazas, etc.

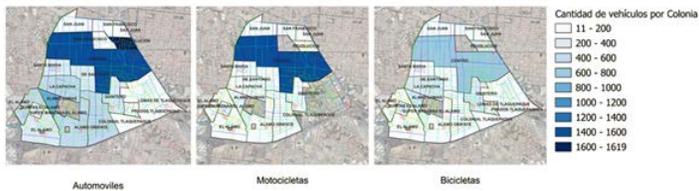
Figura 9
Mapa Axial espacios edificados y abiertos



Fuente: Elaboración propia en software QGIS, versión 3.16.4 con la herramienta Space Syntax Toolkit. Con datos del IEEJ, 2024.

La densidad de vehículos particulares tradicionales con que se dispone en 13 211 viviendas habitadas y contabilizadas que comprenden las colonias del área de estudio, se clasificaron por rangos de cantidad como puede observarse en la figura 10. La gradación de color azul en cada mapa, refleja una mayor presencia de 6863 automóviles, seguido por 1017 motocicletas y 2117 la bicicleta como medio de transporte particular. Pese a la presencia de estaciones de bicicleta pública donde se supone que existe un parque vehicular de 150 unidades que oferta el sistema, es el modo mayormente segregado en infraestructura.

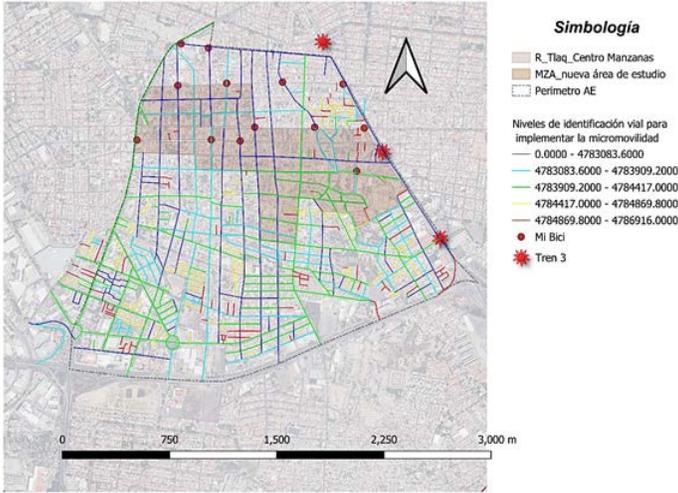
Figura 10
Viviendas habitadas que disponen de algún vehículo tradicional particular



Fuente: Elaboración propia en software QGIS, versión 3.16.4 con la herramienta Space Syntax Toolkit. Con datos del IEEJ, 2024.

Las vialidades de la red que se identificaron para realizar intervenciones urbanas o infraestructuras para la micromovilidad, se muestran en la figura 13, con una gradación de color donde la línea azul representa una mayor jerarquía sobre las demás, que por consecuencia son las más directas y atraviesan el área de estudio conectando de forma eficiente con los sistemas de transporte público y las estaciones del transporte masivo.

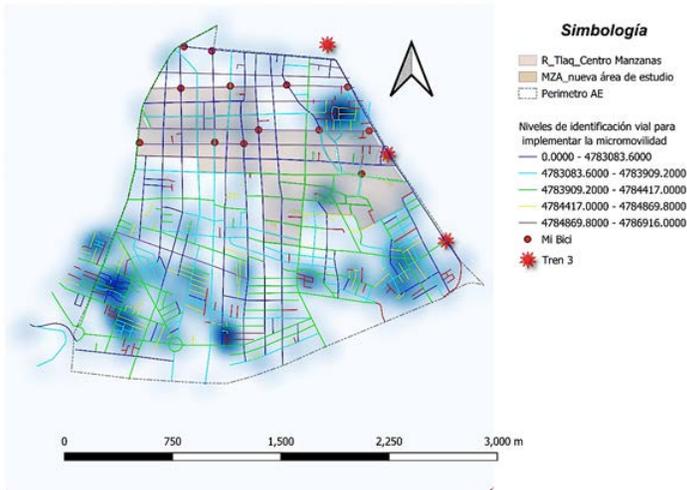
Figura 13
Jerarquía de elección vial para implementar la micromovilidad en la red vial



Fuente: Elaboración propia en software QGis, versión 3.16.4 con la herramienta Space Syntax Toolkit, 2024.

En la planeación y control del territorio, la regulación de las intersecciones viales desempeñan un papel predominante para incentivar o desinhibir el uso de la micromovilidad, espacios que funcionan como nodos atractores o dispersores de personas y vehículos por la cantidad de bifurcaciones e intersecciones que se encuentran en la red vial como se muestra en la siguiente figura 11. Manifiestan una vocación propicia para establecer mayor densidad de vivienda y ocupación del espacio público. Es en estos lugares donde se localizan una mayor ocupación de vivienda de alta densidad.

Figura 11
Niveles de conectividad en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia en software QGis, versión 3.16.4 con la herramienta Space Syntax Toolkit, 2024.

Conclusiones

La micromovilidad a nivel barrial desde los entornos construidos y consolidados, está incentivando los desplazamientos cotidianos con alternativas de sustitución de los automóviles particulares con rumbo a mejorar la movilidad urbana sustentable. En el ámbito social es más evidente cada vez, observar personas trasladarse bajo estos esquemas alternativos de vehículos individuales que se integran a la red de servicios de transporte colectivo y masivo. A su vez, se complementan las cadenas de viaje de última milla. En este sentido, la micromovilidad potencialmente puede contribuir a disminuir el uso de automóviles por otras alternativas de desplazamiento, donde los cambios en el proceso del habitar y los desplazamientos cotidianos han impactado la constitución de nuevas alternativas de movilidad a una escala barrial. Sin embargo, en el contexto de la movilidad urbana sostenible, la micromovilidad como categoría de análisis se convierte en un factor clave para entender las interrelaciones que flexibilizan las cadenas de viaje con otros modos de desplazamiento.

Referencias

- Asprilla, Y., González, M. G. y De Quevedo, F. G. (2018). Entropía en la periurbanización: desigualdad en el acceso a las infraestructuras de transporte en Tonalá, México. *Urbe. Revista Brasileña de Gestión Urbana*, 10(3), 624-636. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.003.AO10>
- Behrendt, F., Brand, C., Anable, J., Heinen, E., Azzouz, L. y Cairns, S. (2022). *Conceptualización de la Micromobilidad*. Preprints.org. <https://doi.org/10.20944/preprints202209.0386.v1>
- Hillier, B. y Hanson, J. (1984). *La lógica social del espacio*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511597237>
- Candego, M. y Mendoza, A. (2023). Micromovilidad, una alternativa de transporte. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación bimestral de divulgación externa. NOTAS núm. 187, septiembre-octubre 2020, (1) <https://www.imt.mx/archivos/Boletines/Nota187.pdf>
- Cervero, R. (2013). Infraestructuras de Transporte y Medio Ambiente: Movilidad Sostenible y Urbanismo. *Revista de Planificación y Desarrollo Urbano*, 139(3), 248-260. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/92377/1/770747167.pdf>
- Clewlöw, R. R., Forti, F. y Shepard-Ohta, T. (2018). *Measuring Equitable Access to New Mobility: A Case Study of Shared Bikes and Electric Scooters*. https://research.populus.ai/reports/Populus_MeasuringAccess_2018-Nov.pdf
- Cook, S., Stevenson, L., Aldred, R., Kendall, M. y Coohen, T. (2022). Más que caminar y andar en bicicleta: ¿Qué es el viaje activo? *Política de transporte*, 126, 151-161. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.07.015>
- Gizem, R. y Çelikyay, S. (2022). Tendencias actuales en ciudades inteligentes: Micromovilidad compartida. En Mohamed Ben Ahmed; Anouar Abdelhakim Boudhir; El mensaje de Rak en Kara, S; Vipul Jain, Sehl Mellouli (eds.), *Innovaciones en ciudades inteligentes. Aplicaciones* (Vol. 5). Actas de la VI Conferencia Internacional. L Conferencia sobre aplicaciones para ciudades inteligentes. https://www.researchgate.net/publication/359092923_Current_Trends_in_Smart_Cities_Shared_Micromobility

- Guerrero, G. y Mendoza, E. Y. (2024). Movilidad sustentable en ciudades intermedias. Caso de la ciudad de Cuenca, Ecuador. En *Desafíos y retos de la movilidad sustentable en el mundo contemporáneo*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. División de Extensión de la Cultura. <https://repository.uaeh.edu.mx/books/161/ff.pdf>
- Hyvönen, K., Repo, P. y Lammi, M. (2016). Vehículos eléctricos ligeros: sustitución y usos futuros, Investigación en transporte. *Procedia*, 19, 258-268: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.085>
- ITDP (2021). ¿Qué es la micromovilidad? Infografía <https://itdp.org/wp-content/uploads/2021/09/MaximizarLaMicromovilidad-Infografias-Micromovilidad.pdf>
- Jacobs, J. (1961). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Edición en castellano: Cápitan Swing libros, traducción de Ángel Abad y Ana Useros Colección Entrelineas, 2011. <https://n9.cl/ufecp>
- Krüger, R. (2010). Diferentes patrones de movilidad en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Una perspectiva desde las urbanizaciones suburbanas. Scripta Nova. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 14(331), 22. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-22.htm>.
- Laa, B. y Leth, U. (2020). Encuesta a usuarios de patinetes eléctricos en Viena: quiénes son y cómo conducen. *Revista de geografía del transporte*, 89, ELSEVIER 102874 <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102874>
- Lara, Y. A., González, M. G. y De Quevedo, F.G. (2018). Entropía en la periurbanización: desigualdad en el acceso a las infraestructuras de transporte en Tonalá, México. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10(3), 624-636. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.003.AO10>
- Lerner, J. (2003). *Acupuntura urbana*. Río de Janeiro: Record. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34792005/63772360-Acupuntura-Urbana-libre.pdf?1411114960=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D63772360_Acupuntura_Urbana.pdf&Expires=1720151139&Signature=KAAdQhAhKSWLxKfr7qhE-Q6eL2p~kNcJtp4GMIAdQp1PDi6usCYtt54an6odsicA5OiBxFz-QS-shcbKhHaBaiv5jQy7S5qUa~CNac8RLsGEzSyXH7vw-MvC-VPTX2FBP2Tg9UIN9HyKcZMxcdZFz--jnzUxTrBwT~OUTxG-f85SQuxkaibduGHfjZH9c46ZgZlXXC22Fjm9NgLTrTUuviQ8c-

[q4do~IrPu62lFYKFlyMF2P3Vfe0OjCJheOuOJJSwD-XR99LSj5-C1HufTKfX8WZO8QdK6h5bKPJGsyg3GWKRNR5Qpvkyke9aG-5dbltn7T0lkAE4mWyyj1xv~KR58sSy9f5w &Key-Pair-Id=APKA-JLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2019.03.001)

- McKinsey & Company (2019). Una perspectiva integrada sobre el futuro de la movilidad, parte 3: estableciendo la dirección hacia una movilidad perfecta. En Hannon, E., Knupfer, S., Stern, S., Summers, B., & Tijs Nijssen, J., *Hacia la movilidad urbana fluida. Práctica de sostenibilidad y productividad de recursos*. <https://goo.su/bX7cn>
- Medina, C. y Rey, M. (2023). *Las condiciones determinantes y mecanismos causales que explican el uso de los servicios de micromovilidad*. Management Letters/ Cuadernos de Gestión journal <https://doi.org/10.5295/cdg.231965cm>
- Mitra, R. (2020). Rethinking the Role of Micromobility in Urban Transport: Issues, Opportunities, and Challenges. *Urban Mobility*, 10(3), 45-62. https://www.researchgate.net/publication/373234334_The_Role_of_Micromobility_in_Mobility_as_a_Service_in_Future_Cities
- Miralles-Guasch, C. y Cebollada, Á. (2010). Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la geografía humana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 1(50), 193-216. <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1107>
- Navarro, I., Galilea, E., Hidalgo, E. y Urtubia, R. (2018). Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte? *EURE*, 44(132), 133-152. *Pontificia Universidad Católica de Chile*, <https://www.redalyc.org/journal/196/19655175007/html/>
- Populus.ai. (2018). *Medición del acceso equitativo a la nueva movilidad, un informe de Populus*. https://research.populus.ai/reports/Populus_MeasuringAccess_2018-Nov.pdf
- Rueda, S. (2013). El urbanismo ecológico: un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual. *Urban-e*, 004-2013. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/UrbanismoEcologicoSRueda.pdf>
- Şengül, B. y Mistosfi, H. (2021). Impactos de la micromovilidad eléctrica en la sostenibilidad del transporte urbano: una revisión sistemática. *Applied Sciences*, 11(13), 5851. <https://doi.org/10.3390/app11135851>
- Shaheen, S., Cohen, A., Nelson, Ch. y Bansal, A. (2020). Estrategias de in-

- tercambio: coches compartidos, micromovilidad compartida (bicicletas compartidas y scooters compartidos), empresas de redes de transporte, microtránsito y otros modos de movilidad innovadores. En *Transporte, uso de la tierra y planificación ambiental* (pp. 237-262). Universidad de California. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815167-9.00013-X>
- Singh, D. Z., Giucci, G. y Jirón, P. (2018). *Términos clave para los estudios de movilidad en América Latina*. Editorial Biblos.
- Yanocha, D. y Allan, M. (2021). *Maximizar la Micromovilidad: desbloquear oportunidades para integrar la micromovilidad y el transporte público*. ITDP. <https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/202109/Maximizing%20Micromobility.pdf>
- Zhang, Y., Kasraian, D. y Van Wesemael, P. (2023). Entorno construido y micromovilidad: una revisión sistemática de la literatura internacional. *Journal of Transport and Land Use*, 16(1), 293-317. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2023.2266>

