



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Doctorado en Innovación, Tecnología y Hábitat

**Accesibilidad sostenible de las calles y redes viales y su
relación con indicadores, caso Querétaro y Monterrey**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Doctorado en Innovación, Tecnología y Hábitat

Presenta:

Arquitecto Antonio Alfonso Barreda Luna

Dirigido por:

Dr. Gonzalo Hatch Kuri

SINODALES

Dr. Gonzalo Hatch Kuri
Presidente

Dr. Avatar Flores Gutiérrez
Secretario

Dr. Emiliano Duering Cufre
Vocal

Dr. Juvenal Rodríguez Reséndiz
Suplente

Dr. Omar Rodríguez Abreo
Suplente

Centro Universitario Querétaro, QRO
2024
México.

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Dedicado a mi familia, por haberme apoyado en todos los momentos. Sin ellos,
no hubiera sido posible llegar hasta aquí.
A mi padre el Capitán Barreda, mi madre la Sra. Luz, mis hermanos Gonzalo y
Fernando, Rocío y Jessica. A mis sobrinos Mike y Rodri. A mis abuelas Mima y
Catalina. A mis tías Zoila, Lila, mi padrino Carlos, mi prima Liliana Luna.
A mi hijo Tony Barreda.

Reconocimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, por su apoyo en el financiamiento del programa. A la Universidad Autónoma de Querétaro por su representatividad en el Estado y zona metropolitana. A la Facultad de Ingeniería y la División de Posgrado, por su nivel académico nacional, y la innovación de un programa equilibrado entre los campos de humanidades y la tecnología. A la Coordinación del Doctorado, la Dra. Reina Loredo por su capacidad analítica en temas de tesis tan diversos.

Al Sínodo del Doctorado. Dr. Gonzalo Hatch de la Universidad Nacional Autónoma de México, por sus conocimientos en la teoría geográfica y la orientación neomarxista de la tecnología. Dr. Avatar Flores, por el apoyo durante todo el proceso. Dr. Emiliano Duering, por sus aportaciones desde lo sociológico territorial. Dr. Omar Rodríguez de la Universidad Politécnica de Querétaro, por la experiencia en el manejo de inteligencia artificial. De manera especial al Dr. Juvenal Rodríguez por su apoyo y expertise en la producción científica.

A otros académicos y socios consultores como el Dr. Ignacio Kunz, por su vasto conocimiento de las ciudades mexicanas. Al Maestro Felipe Valderrama por su enfoque integral de la ingeniería del transporte en las ciudades. A Fernando Tovar, por su expertise tanto de los sistemas de información geográfica como de las partes sociales de la ciudad. A Carlos Orozco en Monterrey. A Miguel Ríos de la Semov Querétaro y especialmente a Poncho Garduño por su iniciativa que a la postre darían las premisas de este doctorado. A Daniel, Sergio y Laura compañeros iniciales del doctorado.

A mis colegas del Master en Barcelona. Dr. Biel Horrach en Palma de Mallorca. Dra. Lorena Vecslir en Buenos Aires. Dra. Amalia Parra en Chiapas. Especialmente a mi socios Claudio Sullivan de Chile, Mario Gutiérrez en Francia y Clemente Vallés de Colombia, por su acompañamiento durante esa etapa y después como vecinos latinoamericanos de muchos días en Barcelona.

A colegas activistas por la ciudad con quienes tuve muchos aprendizajes y confrontaciones amigables. Juan Carlos de Saca la Bici. Paty Ramírez, Paloma y Eli, del Colectivo Ehya. José Luis de Libre a Bordo por su valentía. Sergio Olvera del Observatorio Ciudadano de Movilidad. Daniel Cordero de Querétaro Planeado. Stefania Biondi y Walter López de Parlamento Ciudadano. Lolita del Proyecto Sombra. María Covarrubias de Pedaleanda. Mariana Covarrubias, Claudio Sarmiento, Karen y Gaby de QM21. Aldo Alfaro del Colegio de Arquitectos.

A mis alumnos de la UAQ y la UNAM. Majo Portillo, Sofia Morales, Bica Monserrat y Fany Visuett, por su acompañamiento en diversos proyectos. A Gustavo, Daniela, Alonso, Carolina, Gabriela, Sebas, Noemí, Regina, Grace, Sam, Gaby, Mary, Eduardo, Gema, Isabel, Alexa, Pao y Violeta.

Resumen

La presente investigación aborda la problemática relacionada con la producción de la calle y las redes viales, elementos importantes para las ciudades y las personas que habitamos en ellas. La producción de ésta infraestructura, se sigue realizando bajo una lógica de movilidad, centralizada en el vehículo motorizado privado y de baja capacidad, lo que caracteriza una lucha de clases cuando se demuestra que hay una mayoría que no se mueve de esta manera si no en modos que actualmente se consideran sostenibles por lo que, los resultados son negativos en muchos ámbitos de la vida pública. En resumen, los proyectos relacionados con la producción de dicha infraestructura se distinguen por una deficiente localización, criterios de diseño caducos, y por ende, una distribución inequitativa de los pocos recursos públicos disponibles.

Debido a ello, la investigación se concentró en elaborar y proponer un modelo espacial para localizar, caracterizar y analizar tanto los patrones de viaje en la población que ya se mueve de manera sostenible, en una ciudad o zona metropolitana, así como otros fenómenos urbanos vinculantes. Específicamente, se trabajaron tres temáticas en dos zonas metropolitanas del país. Primero, la localización de la movilidad sostenible en Querétaro y Monterrey. Segundo, el ecosistema urbano del comercio situado en la vía pública en Monterrey y tercero, la caracterización de los percances viales considerados como grave en Querétaro. Para ello se empleó el uso de varias técnicas de inteligencia artificial, lo cual implicó el manejo de datos y su administración a través de los Sistemas de Información Geográfica para lograr resultados medibles y replicables. El uso de grupos focales o de datos masivos de encuestas, permitió la calibración del modelo con respecto a las preferencias de la población.

Los resultados del modelo rondan entre el 80 % y 90 % de correlación, comprobando una capacidad eficiente, y una mayor comprensión tanto de los fenómenos estudiados a escala de calle, como de las redes viales en la escala metropolitana, y de manera general, de las ciudades mexicanas seleccionadas. Se espera que con la presente contribución, se desarrollen políticas públicas y acciones urbanas que puedan ser replicables en otras urbes del país.

Palabras clave: Movilidad sostenible, modelo espacial, redes viales, ciudades Mexicanas

Abstract

The present research addresses the issues related to street production and road networks, which are important elements for cities and the people who inhabit them. The production of this infrastructure continues to be carried out under a logic of mobility, centralized around private motorized vehicles with low capacity, which characterizes a class struggle when it is shown that there is a majority that does not move in this way but in modes that are currently considered sustainable. Therefore, the results are negative in many areas of public life. In summary, projects related to the production of such infrastructure are distinguished by poor location, outdated design criteria, and hence, inequitable distribution of the few available public resources.

As a result, the research focused on developing and proposing a spatial model to locate, characterize, and analyze both travel patterns in the population that already moves sustainably in a city or metropolitan area, as well as other related urban phenomena. Specifically, three themes were addressed in two metropolitan areas of the country. First, the location of sustainable mobility in Querétaro and Monterrey. Second, the urban ecosystem of street commerce in Monterrey, and third, the characterization of severe traffic accidents in Querétaro. To achieve this, various artificial intelligence techniques were used, which involved handling data and managing it through Geographic Information Systems to achieve measurable and replicable results. The use of focus groups or massive survey data allowed the model to be calibrated with respect to population preferences.

The results of the model range between 80 % and 90 % correlation, demonstrating efficient capability, and a greater understanding of both the phenomena studied at the street level, and the road networks at the metropolitan scale, and in general, of the selected Mexican cities. It is expected that with this contribution, public policies and urban actions will be developed based on technical evidence and that they can be replicated in other cities in the country.

Keywords: Sustainable mobility, spatial model, road network, Mexican cities.

Índice general

Reconocimientos

Resumen

Abstract

1. Introducción	1
2. Antecedentes globales. Cronología del fenómeno espacial	10
2.1. La división espacial en las civilizaciones	11
2.2. El maquinismo en la producción espacial	22
2.3. El cuerpo motorizado y la lucha por el espacio	30
3. Antecedentes en casos de estudio Querétaro y Monterrey	37
3.1. La retícula espacial como modelo de control	38
3.2. Extensión de la retícula y paisaje fabril	44
3.3. Rotura y explosión de la ciudad	48
4. Metodología	55
4.1. Técnicas para la construcción del modelo	55
4.2. Estadísticas base de los casos de estudio	59
4.3. Fase cuantitativa - cualitativa	62
5. Resultados y discusión	68
5.1. Sobre la categorización de un fenómeno urbano	69
5.2. Sobre la predicción de la Demanda de Movilidad Sostenible	72
5.3. Sobre la predicción de los Percances Viales Graves	75
6. Conclusiones	78
Referencias	91
Apéndice	92

Introducción

La calle es el espacio público por excelencia (Figura 1.1). Esta frase, de autoría anónima, pero de uso popular y extensivo, implica en muy pocas palabras, dos reconocimientos. Primero, asume todas las características del espacio público, y eso equivale considerar la diversidad de este concepto, sea en forma de plazas, parques, espacios al aire libre, entre otros. En segundo lugar, la frase hace implícita la necesidad de conferir todas estas propiedades a la calle, en un nivel de excelencia. Esto incluye las características del mobiliario y sus criterios de diseño entre otros elementos, para obtener la mejor calidad. Debido a esto, la frase resulta ser utópica, sobre todo si consideramos la cobertura geográfica actual de las calles y el reducido presupuesto público para su intervención, en el contexto de nuestras ciudades en México y América Latina.

Figura 1.1: Cruce de niños en una calle de Querétaro.



Fuente: Antonio Barreda (2019).

Este contexto de construcción de las ciudades y sus redes viales, ha provocado una realidad no solo distante, sino contraria, llegando a ser problemática para la imagen establecida por esta utopía. Debido a ello, es necesario establecer y definir esta problemática en la medida de lo posible, como lo concluye Corina Schmelkes (1988) en su trabajo sobre la metodología para la investigación [1]. Schmelkes explica la importancia de establecer la problemática, debido a que esta condiciona la orientación del investigador, y propicia la generación de una pregunta que pretenda enfilar el problema y tema a tratar. Incluso hace referencia al físico Albert Einstein y los comentarios vertidos por este, acerca del proceso

de investigación, afirmando que el enunciar un problema es por lo general, más esencial que su solución [1]. De la misma manera, el geógrafo catalán Antonio Lista (2001), en su análisis de las regiones, plantea que el diagnosticar correctamente la problemática de un territorio, ya representa parte de una propuesta para solucionarlo [2].

En este sentido, existe una cantidad considerable de problemáticas alrededor de la calle y las redes viales como elementos que estructuran la base de las ciudades y zonas metropolitanas. Es conveniente nombrarlas y describirlas, en ciertos casos hasta aislarlas como se hace en la tradición positiva de la ciencia, con el objeto de realizar mejores diagnósticos y eventuales soluciones.

Habría que iniciar con la descripción de problemáticas generales, por lo que se parte del crecimiento en general que se observa en muchas ciudades mexicanas y latinoamericanas. De acuerdo a Ignacio Kunz (2017), en la mayoría de los casos se trata de crecimientos en forma dispersa y segregada, expandiendo la mancha urbana aprovechando el costo muy bajo de la periferia [3]. Este proceso es producido por un patrón de comportamiento en donde grandes sectores de la sociedad buscan características de su vivienda como la comodidad y protección de vivir aislado, lo cual se traduce en proyectos unifamiliares en desarrollos cerrados, con espacio en la vivienda o muy cerca dentro del conjunto, para uno o varios vehículos motorizados así como jardín y otras amenidades [4].

Al ser repetido de manera múltiple, el proceso ocasiona la demanda de suelo urbano, equipamiento y nuevos territorios anteriormente rurales y exigiendo al mismo tiempo, la producción de infraestructura para la movilidad. Una contradicción es que este fenómeno de producción se encuentra orientado en beneficio para el vehículo motorizado, privado y de muy baja capacidad. Este proceso de crecimiento de ciudad y redes viales vinculado a fortalecer la movilidad motorizada se le conoce de diversas maneras, como el paradigma *carro ciudad* [5], e inclusive en términos despectivos como *ciudad cochista* [6, 7]. La anterior lógica retro alimenta el desarrollo urbano, ahora marcado por la especulación financiera e inmobiliaria y que en términos de la movilidad, la actual fase de la revolución industrial continúa fomentando el uso del automóvil privado, brindando una accesibilidad requerida desde al menos la segunda guerra mundial y explotada con la entrada del modelo neoliberal en la década de 1980s [8].

Esta oferta urbana producía históricamente más competitividad a las ciudades crecientes, con la promesa de llevar a mucha de esta población, más rápido y más lejos con un vehículo motorizado. Sin embargo, se observan externalidades negativas crecientes, que conforman en al menos tres problemáticas en la construcción de las calles y redes viales en ciudades y zonas metropolitanas en México, y ya en específico, de los sitios en estudio, Querétaro y Monterrey:

- Un tardío ajuste conceptual e instrumental de la calle como espacio público.
- La distribución inequitativa de los recursos y la producción de los espacios públicos.
- El caos y la complejidad de una red vial extensa e irregular.

La primer problemática viene a razón de la idea utópica de la introducción, sobre la calle como espacio público. Una valoración importante de la que se carece sobre la calle y las redes viales, corresponde a las características que se describen con respecto al espacio público. El marco jurídico nacional, como la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) con actualización al año 2016, presenta en el Capítulo Segundo artículo 4, los principios de política pública, entre los que destaca el término de *Protección y progresividad del Espacio Público*, llamando a crear las condiciones de habitabilidad de estos espacios, así como su capacidad para ampliarse y mejorarse pero nunca destruirse o verse disminuidos [9]. En el artículo 71, la LGAHOTDU describe el área de las vialidades como un espacio público que debe repartirse entre todos los usuarios, por lo que, en consecuencia, se deben considerar los conceptos del artículo 4 para las calles y redes viales.

Sin embargo, cuando la anterior normatividad, se instrumentaliza, empiezan a cambiar algunas concepciones distantes de la regla. Concretamente el Manual de Proyecto Geométrico para Carreteras (MPGC), el cual aunque se observa con varias actualizaciones, ha sido desarrollado bajo la premisa del vehículo automotor desde la década de los 1960s, donde se comienza a transcribir de publicaciones norteamericanas, como el libro AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials) de 1958 [10].

A continuación se mencionan tres ejemplos muy recurrentes sobre la estigmatización del espacio público y la movilidad sostenible, en el Manual.

- El primero es que, aunque se observan actualizaciones al Manual, existieron alrededor de 40 años entre la versión de 1971 y la del 2016-2018, fecha en que se somete a varios análisis y actualizaciones.
- El segundo ejemplo es una medida muy básica pero que infiere en la repartición del espacio público llamado calle: el ancho de banqueta. Lo que recomienda el Manual, entre 0.90 metros como mínimo y 1.80 metros como deseable, es insuficiente en gran parte de los manuales internacionales, y sin embargo, similares medidas siguen existiendo en la normatividad del diseño y producción de las calles, y por ende, se sigue construyendo aún en muchas ciudades.
- Un tercer y ejemplo final sobre la normatividad, es la falta de un reconocimiento detallado sobre varios conceptos, como el de espacio público, mucho menos el de *progresividad*, así como el significado de la movilidad sostenible y sobre todo, en quienes son los actores actuales de este tipo de desplazamiento. Esto último permitiría la categorización de las inversiones, de la localización de proyectos y de los usuarios.

Debido a lo anterior, el MPGC se utiliza desde la década de los 1960s para el diseño de calles y las redes viales de las ciudades mexicanas, siendo la influencia habitual en el desarrollo de las ingenierías del tránsito, del transporte,

así como la respectiva construcción de calles y redes viales, mientras que varias generaciones de planificadores, desarrolladores y contratistas de infraestructura, mantienen una tendencia en el paradigma.

A pesar de ello, es importante reconocer nueva documentación, como la inclusión del concepto de progresividad en la reciente Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LMSV) del año 2022 [11], la integración del concepto de espacio público a los conceptos de movilidad y calles, o la actualización de un MPGC en 2018, en donde estos conceptos empiezan a surgir.

En las ciudades de esta investigación sucede algo similar con la normatividad local. En el caso de Monterrey, se actualizó su Ley de Movilidad Sostenible y Accesibilidad para el Estado de Nuevo León (2023), de acuerdo con la armonización jurídica prevista entre el marco federal y el local, citada en el párrafo anterior. Aquí se considera la creciente integración del concepto espacio público, con el de vía pública y calle de manera indiferenciada, aunque el acercamiento al concepto de *progresividad* es limitado y diferente, aduciendo a un derecho a la movilidad en su artículo 4 sobre los principios básicos [12]. Por otra parte, la Norma Técnica Estatal de Aceras de Nuevo León (2019), considera un acercamiento diferente con el término de *progresividad*, al vincularlo con el proceso constructivo de la propia infraestructura, dándole un marco normativo a la zona metropolitana y sus 18 municipios que la integran [13]. A nivel municipal, en los reglamentos para la ciudad de Monterrey, está prevista la homologación de la normativa estatal mediante el Reglamento para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de las Aceras y Vías Peatonales del Municipio de Monterrey (2022) [14], retomando la iniciativa observada desde las leyes federales y estatales.

En el caso de la ciudad de Querétaro, también se actualizó su ley estatal, la Ley de Movilidad para el Transporte del Estado de Querétaro (2021), con acercamientos similares en las concepciones, como el artículo 20 el cual llama a una recuperación y habilitación progresiva de la infraestructura [15]. Sin embargo, el concepto de *progresividad* apenas aparece en el borrador de Reglamento de Diseño Vial del Municipio de Querétaro [16].

En lo que refiere a la segunda problemática, la distribución inequitativa de los recursos y de la producción de este espacio público, también está vinculada directamente con las otras dos, aunque aquí se observa de manera más clara una lucha de clases por el espacio público. En Querétaro existe cerca del 60 %, es decir, una mayoría de población que se desplaza de manera sostenible, y que también se trata, en gran parte, de clases socio económicas vulnerables. En Monterrey se trata del 49 %, lo cual sigue siendo una mayoría en contraste con la movilidad privada motorizada que es de menos del 30 %. Sin embargo, al momento de distribuir el presupuesto y el área en la producción espacial de las redes viales, ocurre una injusticia explicada a continuación.

A nivel federal, un análisis realizado por Gisela Méndez (2018), muestra que el presupuesto no es proporcionalmente distribuido ya que mantiene un desbalance que favorece las inversiones para la movilidad privada motorizada [17]:

- Movilidad motorizada privada 70.6 %

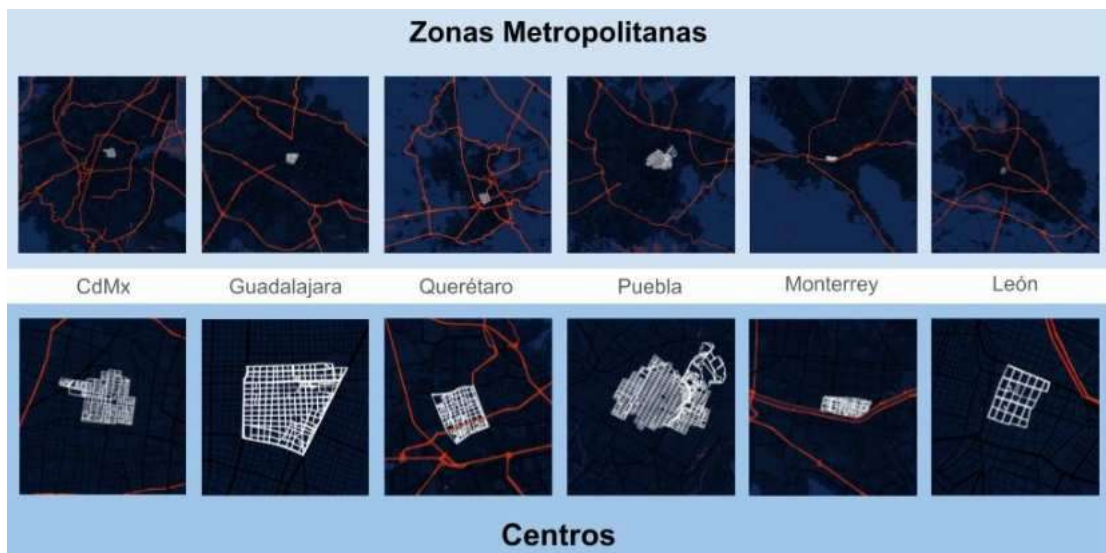
- Infraestructura para energía y comunicaciones 14.3 %
- Movilidad sostenible - Peatón 10.38 %
- Movilidad sostenible - Transporte público 3.53 %
- Movilidad sostenible - Bicicleta 0.5 %

Debido a ello, y aún cuando un proyecto de mejora urbana está bien localizado, la distribución del presupuesto está orientado en su mayoría, hacia la movilidad privada, motorizada y de baja ocupación, reduciendo en cambio la inversión para otras formas de movilidad.

A nivel estatal, se muestra el ejemplo en el caso de Nuevo León el cual alberga a la Zona Metropolitana de Monterrey, la segunda en población del país. El ejercicio *Gobernador, ¿Cómo vamos?*, realizado por la plataforma *Cómo vamos Nuevo León*, genera un balance sobre los resultados en las metas logradas y propuestas desde el inicio del sexenio en la administración estatal de 2015-2021. En el rubro de movilidad, la organización observa que no se realizaron proyectos de transporte masivo o re-ordenamiento de rutas, así como la no implementación de planes para desarrollar ciclovías [18].

A nivel municipal, el caso de Querétaro como ciudad objeto del presente modelo, se registra el tema del *Viaducto Poniente*, proyecto emblemático en el ayuntamiento de esa ciudad durante la administración 2018-2021. Éste consistió en un segundo piso de 2.7 km de largo, sin embargo las banquetas quedaron relegadas ya que en gran parte del tramo se observan medidas de escasos 0.50 metros incluida la guarnición [19].

Figura 1.2: Redes viales en varias ciudades mexicanas.



Fuente: Elaboración propia con datos INEGI (2020).

Aquí es donde entra la tercera problemática, cuando las ciudades ya están construidas bajo las anteriores tendencias tanto normativas como de presupuesto, de diseño y producción del espacio público llamado calle, con lo cual, ya existe una gran cantidad de redes viales extensas a lo largo del país. El caso de las ciudades mexicanas y sobre todo Querétaro y Monterrey como principales para la investigación, se observan las características anteriores aunque hasta ciertos límites de las ciudades actuales.

En la Fig. 1.2 se observa la diferencia entre la red vial de las zonas centrales (en color blanco), y la red naranja de las vialidades primarias. Esta diferencia es debido a que, muchos centros históricos fueron fundados con los criterios de retícula regular, mediante ordenanzas urbanas, creando manzanas con el potencial de una lotificación más precisa. Sin embargo, a medida que la población y las ciudades fueron creciendo hasta rebasar los límites de los centros históricos, esta traza empezó a perderse. La continuación de esta, se dió en muchos casos, sobre territorios accidentados y con diversas pendientes, o bajo otros criterios y lógicas como el posicionamiento de la industria o de colonias de diferente nivel adquisitivo. Esto dió como resultado, redes extensas e irregulares, lo cual le implica una complejidad en su organización, perdiendo y debilitando las características de la traza ortogonal.

En los últimos años se ha contabilizado, que en una gran cantidad de ciudades en México, imperan estas lógicas de crecimiento. Existe hasta el último conteo oficial de INEGI, aproximadamente 130 ciudades de al menos cien mil habitantes [20], y hasta el año 2023, 92 metrópolis conformadas por 421 municipios que se clasifican en: 48 zonas metropolitanas, 22 metrópolis municipales y 22 zonas conurbadas [21].¹ Esta cantidad de metrópolis, se traduce en una extensa cantidad de redes viales, muchas de ellas con formas irregulares, limitantes de la movilidad en general, ocasionando un aumento de la complejidad de organización, control, mantenimiento y mejoramiento.

Como resumen del problema tratado en esta investigación, son claras las tres vertientes, las cuales se pueden observar en la mayoría de proyectos y administraciones públicas del país. Primero, el marco normativo y de reglamentación ha sufrido un ajuste tardío y en algunos casos no ha llegado, conforme a la prioridad de las ciudades y sociedades mexicanas de los últimos tiempos que es la movilidad sostenible. Segundo, la tendencia de distribución del presupuesto sigue estando orientada para favorecer la movilidad motorizada privada, en detrimento de la mayor demanda de usuarios que son el transporte público o la movilidad activa. Por último, estas ciudades mexicanas representan un caos y complejidad en su red vial, debido a la extensión y diferentes lógicas de construcción, magnifi-

¹El fenómeno de metropolización, de acuerdo al trabajo del grupo interdisciplinario formado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), considera que es aquel vinculado al crecimiento horizontal extensivo de una o varias ciudades, por lo que se empiezan a unir entre sí, con un alto grado de interacción física y funcional. En términos de población, se considera conurbado cuando son más de cien mil habitantes y metropolitano cuando son más de doscientos mil [21].

cando tanto la congestión vial, como los percances viales entre otros fenómenos.

Si bien existen esfuerzos para cambiar esta tendencia, tanto dentro como fuera del ámbito de gobierno, se debe seguir insistiendo para lograr resultados más justos. Al menos, estos presupuestos debieran tener un 51 % de orientación hacia la movilidad sostenible, es decir proyectos para la movilidad colectiva tanto pública como privada, así como la movilidad activa (desplazamientos a pie, en bicicleta y similares). Para lograr lo anterior, se debe tener presente una serie de cuestionamientos que ayudarían al entendimiento de las causas así como las posibles soluciones.

- ¿Qué significa y quienes son los actores que impulsan el concepto de la movilidad sostenible?
- De acuerdo a la definición anterior, ¿Cuáles elementos del marco normativo resultan contradictorios y requieren actualización para modernizar la política pública?
- ¿Es equitativa la toma de decisión en el proceso de la producción espacial de calles y redes viales en ciudades mexicanas?
- En la ciudad ya construida, ¿Cuáles son los criterios para que determinadas localizaciones sean objeto de una mejora urbana?
- ¿Cómo lograr una medición y valoración justa y efectiva de este mérito?

Las primeras preguntas se responden en esta misma introducción, y se detallan durante los siguientes antecedentes histórico teóricos, como parte justificadora de los problemas a resolver en los trabajos del doctorado. Sobre las últimas dos preguntas, se vuelve imperiosa la construcción de un indicador o modelo, para el análisis de la movilidad, en este caso la sostenible, que permita la caracterización de las redes viales actuales, en las ciudades mexicanas y en específico, las zonas metropolitanas de Querétaro y Monterrey. Es entonces que el tercer problema enunciado, *el caos y la complejidad de una red vial extensa e irregular*, tiene una importancia, debido a que el modelo estaría trabajando en predecir y/o categorizar localizaciones en redes viales extensas.

También, con estas preguntas se pueden elaborar opciones de respuesta mediante la fase de hipótesis. La hipótesis general expone lo siguiente: La posibilidad de crear un modelo digital, en un software libre, con datos ya existentes de manera oficial y por tanto replicables en el país, cuyos resultados medibles, permitan obtener una capacidad técnicamente eficiente, de descubrir los patrones de al menos tres fenómenos urbanos, dos de ellos ligados a la movilidad sostenible y a las clases sociales que se establecieron durante la investigación, a fin de caracterizarlos y co-relacionarlos con mayor detalle, para producir evidencias de problemáticas que también se estudian en las ciencias sociales y son de naturaleza multi e interdisciplinaria. A continuación, las hipótesis particulares que fueron surgiendo durante los ejercicios realizados con el modelo.

- Hipótesis 1.- El modelo espacial tiene capacidad para identificar el ecosistema urbano de una actividad existente en las redes viales.
- Hipótesis 2.- El modelo espacial, es capaz de predecir el volumen de movilidad sostenible de una ciudad extensa - ZM Monterrey.
- Hipótesis 3.- El modelo espacial es capaz de predecir los percances viales graves dentro de la movilidad sostenible en Querétaro.

La conceptualización del modelo, sumado a los antecedentes estadísticos ya vistos, sobre la movilidad sostenible y su vinculación con las clases socio económicas de la población, concluyen que, la herramienta debe favorecer en primeros porcentajes, a la movilidad sostenible, es decir, a toda aquella infraestructura para los desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte colectivo.

Ésta metodología se elaboró teniendo en cuenta a las tres problemáticas generales descritas al inicio de la introducción: el desajuste instrumental y la distribución inequitativa de los recursos, ambos para la producción del espacio público llamado calle, aunque es la tercera, la complejidad de las redes viales actuales, la que finalmente especializó al modelo. Habría que añadir que, la naturaleza de la investigación promovida desde el programa de doctorado, fue de aplicar tanto procesos cuantitativos como cualitativos a través de varias etapas. Por una parte, se compararon modelos existentes, desde las técnicas de accesibilidad general, accesibilidad peatonal y luego pasando a indicadores de sostenibilidad de las redes viales, para terminar con modelos predictivos y de caracterización utilizando inteligencia artificial. De manera alterna, se utilizó el marco teórico construido en el capítulo 1, para la realización de trabajos de investigación y selección de variables relacionadas con la movilidad, accesibilidad y habitabilidad, y que también tuvieran datos suficientes y geo referenciables de manera oficial.

Una vez seleccionadas, las variables se ponderaron de acuerdo a su prioridad frente a grupos de personas de diferentes características. Ya con la ponderación se corrió el algoritmo en un sistema de información geográfica para instalar el indicador en los territorios seleccionados: zonas metropolitanas de Querétaro y de Monterrey. Con esto logrado, se abre la posibilidad de diferentes tipos de análisis, como la correlación con otros fenómenos urbanos, y la categorización de los mismos, ambos mediante el uso de inteligencia artificial.

En lo que respecta al objetivo general de la investigación, fue construir el modelo espacial con las anteriores capacidades, para analizar patrones y comportamientos en los fenómenos comentados. Con esto, se pretende lograr un mayor entendimiento de las urbes, y en específico de las ciudades Mexicanas, a través del entendimiento propio de la calle, de las redes viales y de los fenómenos urbanos trabajados. Finalmente, todas las vinculaciones expuestas, llevan implícito otros objetivos:

- La justificación de localizaciones para proyectos de mejora urbana.
- El uso de procesos mixtos en la investigación científica.

- Una discusión para la categorización de la movilidad sostenible.

La presente investigación se encuentra estructurada en 5 capítulos. El capítulo 2 y 3, son los antecedentes, compuestos por un marco teórico e histórico de la investigación, el cual parte de la idealización del espacio en general, desde las primeras civilizaciones hasta la época contemporánea, y su posible influencia en la producción de las redes viales y ciudades. Se añaden otros conceptos vinculantes como la lucha de clases en el territorio, y la identificación con la sostenibilidad en la movilidad. Luego, el capítulo 4 trata de la etapa metodológica del modelo, donde se justifican los componentes y procesos tanto cuantitativos como cualitativos, a partir de la revisión de indicadores similares, de los datos y actores disponibles en los casos de estudio.

El capítulo 5 conforma la etapa de resultados y discusión. Para los resultados, se utilizaron comprobaciones por medio de procesos con inteligencia artificial. Se dedujo mediante categorización, las variables más representativas del ecosistema urbano de un fenómeno como la actividad del comerciante en vía pública. Después, se encontraron correlaciones entre el 80% y 90% con la demanda real del transporte público, demostrando capacidad de predicción del indicador en la movilidad sostenible tanto de la zona metropolitana de Querétaro como la de Monterrey. Por último, procesos de categorización también por medio de inteligencia artificial, permitieron deducir las variables con mayor correlación para predecir los percances viales reales en Querétaro. Y un último capítulo con las conclusiones.

La principal conclusión de la investigación es que existen datos suficientes y geo referenciables sobre temáticas diversas, con los cuales se puede armar un modelo o indicador, con capacidad suficiente para generar diagnósticos y predicciones eficientes en ciudades mexicanas, sobre fenómenos urbanos, en específico la movilidad sostenible, los percances viales y otros que suceden en las redes viales, como el comercio en vía pública. Esto permite orientar tanto políticas como acciones concretas, como la organización predictiva y un control categorizador del comercio en vía pública, la localización de proyectos de mejora urbana acorde al volumen de demanda de la movilidad sostenible, y de manera similar, la localización de proyectos de seguridad vial. Finalmente, estos resultados permiten confirmar la tendencia mostrada durante la construcción del marco teórico, sobre la lucha de clases entorno a la producción del espacio público llamado calle.

Antecedentes globales. Cronología del fenómeno espacial

La experiencia humana es una experiencia espacial

George Simmel, 1903

En este capítulo se discute la pertinencia del marco teórico-metodológico que versa sobre la construcción de las ciudades y en específico sus redes viales, a partir del desarrollo de un modelo espacial de análisis de la movilidad sostenible en las zonas metropolitanas de Monterrey y Querétaro. Para ello, se aborda teóricamente el tratamiento de la categoría de análisis *espacio* entendida como un proceso histórico. Se pone un énfasis especial en la descripción y análisis de una problemática recurrente sobre la manera en que se ha ido realizando el planteamiento teórico espacial, algo que perdura hasta nuestros días, contrastándose con la producción del espacio de las ciudades, y especialmente, de las calles.

Debido a lo anterior, también se aborda la discusión sobre el concepto de la movilidad y su relación con el enfoque de la sostenibilidad, lo cual sirve de base para categorizar los modos de desplazamiento. Esto implica reconocer una lucha de clases, en donde existe una diferenciación con respecto a la producción del espacio considerando la infraestructura destinada para la movilidad. Clases socio-económicas que se desplazan mediante una movilidad definida como *no sostenible*, son beneficiados con una producción de infraestructura, recursos, normatividades y reglamentos que les dan una ventaja con respecto a los demás. Y por otra parte, las clases que se desplazan con medios sostenibles pero que tienen las adversidades descritas en la introducción, a pesar de que estos últimos pueden representar una mayoría en la población que se desplaza día a día.

Con las bases ontológicas y teóricas más sustentadas, el capítulo es una narrativa cronológica, un análisis crítico de diversos autores a nivel mundial y en el contexto de ciudades mexicanas, los cuales se manifiestan sobre la forma en cómo se produce la calle, las redes viales y en consecuencia, las ciudades, describiendo de manera introductoria, algunas características de los casos de estudio, Querétaro y Monterrey. El capítulo cierra con un acercamiento hacia las diferentes teorías y técnicas de accesibilidad, lo que permitirá comprender el funcionamiento del modelo, así como su vinculación con las temáticas seleccionadas durante la investigación.

2.1. La división espacial en las civilizaciones

El *espacio*, es una categoría de análisis que necesita ser estudiada de manera interdisciplinaria, en función de los elementos que coinciden para su formulación teórica. Ruy Moreira (1941-), figura crítica en la vertiente geográfica y neomarxista desde la década de los 1970s, a la cual se recurre constantemente durante esta investigación,¹ afirmó en su obra de 2017 *Espaço, corpo do tempo. A construção geográfica da sociedade*, que algo extraño ha pasado con este elemento, ya que su tratamiento y estudio está disminuido, a comparación de la otra gran componente en la ciencia, el *tiempo* [22]. Es a través justamente del tiempo, que se realizó un análisis en la evolución del tratamiento que ha tenido el espacio a través de las primeras escuelas del pensamiento, abordando desde la pregunta: ¿Qué relación tuvo este pensamiento espacial, con la producción del espacio en las ciudades? Especificando, en la medida de lo posible, que se trata del espacio construido de las calles y redes viales.

Durante este análisis cronológico, es necesario iniciar con la definición de varios conceptos como el de las calles y las redes viales. La calle en su acepción más antigua, *callis* el sendero, la vereda o camino, se remonta al sentido de caminar en la especie humana, como parte intrínseca de su naturaleza y evolución durante millones de años.² Debido a esta base impresa en el ADN del ser humano, es que resalta la importancia en una jerarquía sobre los tipos de desplazamiento actuales.

Por su parte, el concepto de red vial refiere a una traza de caminos o calles, que intentan tener una regularidad, debido a una lógica de control y organización del territorio, aplicado desde las ópticas militares y comerciales, para luego ser acogido en la disciplina urbanística. Desde las primeras civilizaciones se convirtió en un ejercicio continuo del ordenamiento espacial, hasta la época contemporánea en donde lo empiezan a utilizar en forma de modelo científico [26], evidenciado en los muchos planes urbanísticos de ciudades del mundo, como Nueva York, Barcelona, Tokyo o Beijing.

Se advierte en los siguientes párrafos, el proceso de concepción espacial desde al menos el siglo V antes de Cristo (AC), reconociendo el mérito a otras culturas más antiguas, a manera de explicar los vínculos entre la ideología im-

¹Ruy Moreira, doctor en Geografía por la Universidad de Sao Paulo, es uno de los principales representantes de la geografía crítica en Brasil. Entre 1980 y 1982 ocupó el cargo de presidente de la Asociación de Geógrafos Brasileños, participando activamente en el proceso marxista de renovación de la geografía brasileña.

²El caminar es una acción natural del ser humano, que le permite desplazarse de un lugar para acercarse a otro, y que le ha reconocido junto con otra serie de habilidades, desarrollarse dentro de una sociedad de individuos a lo largo de la historia, desde las primeras tribus hasta las ciudades y zonas metropolitanas de últimos años. Caminar tiene una importancia que ha llegado a ser inclusive simbólica, donde hay autores que la comparan como una forma de expresión [23], o a ser parte de las características únicas de la especie humana [24]. Por otra parte, la aparición del elemento calle, se dio primero en el antiguo Egipto, el primero entre el 2600 y 2200 AC, mientras que en Creta fue en el 2000 AC [25].

perante y la producción espacial de las ciudades y sus redes viales. De manera gradual, se irá notando también, una contradicción entre la propia ideología y una lucha continua entre las clases sociales, reflejándose en la producción espacial.

En la Grecia clásica (siglos V-IV AC), la ciudad-estado fue una referencia de la organización política y social, con principios como la armonía, la proporción, el orden y la simetría, destacados por filósofos matemáticos como Pitágoras (570-495 AC), se reflejaron en la disposición de las calles y plazas. Como menciona Luis Menéndez (1997), aunque la retícula ortogonal de calles ya tenía antecedentes en culturas milenarias como el antiguo Egipto y en Babilonia, fue en Grecia con Hipodamo de Mileto (498-408 AC) donde se implementó como norma documentada, en específico en las ciudades de Olynthus, el puerto de Atenas, la propia Mileto, el Pireo y Turios [27].

Más adelante, Demócrito (460-370 DC), estableció la teoría atomista del espacio y con ello una visión determinista, donde todos los eventos son resultado de causas naturales y mecánicas. Con Platón (424-348 AC), se concibió el espacio como una realidad abstracta y eterna, independiente del mundo sensible, mientras que en su obra "La República", manifestó su idea de ciudad como un reflejo amplificado de la naturaleza humana, la cual debe estar ordenada y planificada. En contraste, Aristóteles (384-322 AC) consideró al espacio como una dimensión relacional entre objetos materiales, mientras que la ciudad fue la forma más elevada de comunidad humana, enfatizando en la buena accesibilidad y comunicación para lograr un buen funcionamiento [28, 29]. Zenón de Citio (334-262 AC), otro filósofo importante, funda la escuela Estoica en la cual se enfatizó la lógica, la organización y el bien comunal, lo cual ayudó a continuar con la práctica de la retícula de Mileto. Importante resaltar a Euclides (325-265 AC), el padre de la geometría que permitió elaborar los primeros modelos espaciales, elemento importante para la investigación y que iremos retomando más adelante.

Sin embargo, aquí se percibe una cierta contradicción entre la ideología y la realidad de estos asentamientos, ya que en Grecia, a pesar de existir espacios accesibles para todos como el Ágora, existió una conformación de clases socio económicas segregadas territorialmente entre sí.³ Por otra parte, características como la dominación del patriarcado, la exclusión de las mujeres en varios temas como la política, o la práctica de la esclavitud, exhiben esta contradicción y lucha continua entre una ideología y la realidad de estas sociedades.

En la República de Roma (509-27 AC), la influencia de la escuela griega predominó en el pensamiento espacial y en la producción de las ciudades y calles, aunque habría que resaltar que la escuela romana dejó los rasgos especulativos y metafísicos para centrarse en aspectos más prácticos. Un ejemplo fueron los dimensionamientos generales de las calles y carreteras, las cuales tuvieron un

³Existió durante mucho tiempo la creencia de que Esparta fue la única ciudad con menores diferencias segregacionales en sus ciudades, inclusive se le vió como el más grande ejemplo de una ciudad ideal [30]. Esto fue debido a su ideología guerrera, lo cual implicó una cierta homogeneidad de la sociedad espartana hacia el exterior. Hacia el interior, hubo diferentes clases sociales, a tal grado de ser considerada una dictadura militar [31].

estándar entre nueve y diez metros de anchura. El *castrum* lo explica Paulo da Costa (2002), como la organización espacial de las avanzadas romanas, varias de las cuales se convirtieron en ciudades, con un eje vial norte sur y otro este oeste, donde el centro se ocupaba para las edificaciones más importantes, mientras que las cuatro zonas resultantes serían barrios donde se alcanzó a notar una diferencia en sus actividades [26].

Michael Southworth et al (2013) en su libro *Streets and the Shaping of Towns and Cities*, afirma sobre la aparición del tráfico, cuando grandes sectores de población que se trasladaron de manera rutinaria y sistemática, lo cual obligó al rediseño y división del espacio de circulación [32]. Lo anterior ocasionó la aparición de varios elementos importantes para la presente investigación. En específico:

- La existencia de los carruajes como forma de desplazamiento, el origen del cuerpo mecanizado, un antecesor del carro motorizado.⁴ Estos eran compuestos por uno o dos caballos más una estructura metálica [36], y su anchura total sería una medida significativa para la construcción de los caminos [37].
- La necesidad de división del espacio concebido para la calle [38], entre este nuevo cuerpo mecanizado, ante otro gran elemento de la investigación, el caminante o peatón [39].⁵

Bajo la anterior premisa, se vuelve importante puntualizar sobre como era esta división del espacio. Southworth aclara un poco este panorama al comentar que en Roma, la división de la calle entre el tramo dedicado al paso de las personas y el de vehículos fue compartido a mitades, siendo el de vehículos un tramo central mientras que el paso peatonal se acomodó contiguo a las edificaciones, con una elevación que permitió el resguardo ante los movimientos mecanizados y el paso del agua. Debido a la congestión vial, el desplazamiento de vehículos fue limitado durante el día, a excepción de actividades específicas [32]. Como se puede observar, desde esta fecha se definió un control por los desplazamientos mecanizados, así como el diseño de las calles, sobresaliendo para nuestra investigación, la división del espacio para transitar, el cual fue más equitativo en un inicio para los caminantes.

⁴El origen del carruaje se remonta en varias culturas: entre Mesopotamia, la región del Elam hoy Irán, y en China se tienen trazos entre el año 3400 y 3000 AC, posterior aunque cercano a la invención de la rueda [33]. De igual manera, habría que reconocer el uso del caballo, como parte de la dominación de un espacio, siendo esta relación hacia el año 5000 AC. [34]. Por último, el término de vehículo mecanizado, aunque en subsecuentes épocas se refiere a máquinas mucho más complejas, en la antigüedad fue admisible debido a la innovación que presentó. De tal manera que, el término, *Mêchanê–Mechanism*, proveniente de la antigua Grecia, fue utilizado originalmente para nombrar a los artefactos para mover actores en una puesta teatral. De ahí el término *Deux ex Machina* [35]

⁵Habría que expandir sobre este concepto ya que la *banqueta* es una acepción moderna, por lo que se necesita reconocer el significado similar con otras palabras como la acera, la vereda o el camino, para llegar a una conclusión sobre su origen. Loukaitou-Sideris & Ehrenfeucht (2011), en su investigación confirman que las banquetas más antiguas son del año 2000 AC en Turquía, mientras que en la ciudad griega de Corinth se relata su utilización durante el siglo IV AC. [40].

Con respecto a las medidas, Southwort menciona tres que se manejaron durante buena parte de la influencia romana: La vía *decumanus* de este a oeste fue la más grande con 12.2 metros, mientras que el *cardo* de norte a sur constaba de 6 metros, y las *vicinae* o calles laterales, contaron con 4.5 metros [32]. Ya en las afueras, los caminos del imperio constaron de una medida diferenciada, con un cuerpo central de 10.6 metros el cual consideró un paso por sentido, con separaciones en cada extremo del cuerpo y un carril lateral de 2.3 metros. Se agrega la Fig. 2.1 de una calle en los restos de la ciudad de Pompeya (siglo VIII AC-DC), para dar cuenta sobre el dimensionamiento y disposición de la división del espacio, y sus elementos. Aquí se aprecia, el indudable tamaño dedicado para el espacio de la banqueta, así como el de la guarnición.

Figura 2.1: División espacial en calle de Pompeya.



Fuente: Marvin Machler 2022.

Hacia finales de la era anterior a Cristo, Diego Villalobos (2013) afirma que Cicerón (106-43 AC), al ser de la escuela estoica, consideró al espacio como una entidad real, existente e interconectada. Al mismo tiempo, tuvo una visión elocuente sobre las ciudades, priorizando su organización, función y vitalidad [41]. Debido a la anterior priorización, es que se empiezan a encontrar obras como las de Marco Vitruvio (80 AC-15 DC) y su trabajo *De architectura*, el texto más antiguo sobre un tratado de diseño edificatorio, el cual tiene un apartado sobre la planificación urbana, con lo cual la producción espacial se perpetuó como norma [42]. Habría que apuntar que para el tema vial, aunque si tuvo cierto tratamiento, Vitruvio no abordó ni la jerarquía vial comentada en párrafos anteriores, ni la división espacial. Paulo da Costa (2001) describe la evolución de algunos referentes del espacio público y la ciudad, en la concepción inicial de los espacios sagrados y profanos, llegando a definirse como espacios públicos y/o privados. Uno de estos fue el culto a Hestia, diosa de los lugares, tradicionalmente realizado dentro de las viviendas, pero que fue cambiando hacia sitios donde había la oportunidad de congregarse, naciendo esta función tan importante del espacio público [26].

Para el inicio de la nueva era, en el Imperio Romano se avocaron a ciertos

valores, como los escritos de Séneca (4 AC-65 DC), filósofo durante la época de Nerón, quien aunque se enfocó en temas relativos a la naturaleza humana, es posible inferir que varias de sus ideas se relacionaron con las condiciones y características del espacio construido, como el sentido cívico y de comunidad, el cual debió estar en armonía para lograr el bien comunal [43], por lo que las calles y plazas debieron facilitar este ambiente.

Sin embargo, habría que apuntar aquí un elemento de contradicción, similar al que pasó con Grecia. Esto lo explica Paulo da Costa (2002) al describir la diferenciada actividad de la aristocracia romana, llamada los *patricios*, la cual contó con mayores derechos que los *plebeyos*, sectores sociales más bajos, resultando en el control de mayores tierras, así como la prevalencia de la esclavitud [26]. En otras palabras, la diferencia de clases romana, se fue reflejando en el espacio privado construido, de tal manera que empezó a existir una delimitación espacial, debido a esta zonificación de la ciudad, implicando también una segregación en los desplazamientos. Debido a esto, se puede afirmar que existió desde entonces, una confrontación de clases en el diseño y producción de las redes viales.

Entre el siglo II y III, el Imperio Romano tuvo su mayor extensión territorial, y esto fue fundamental para expandir su influencia, ya que, al ir conquistando territorios, se fue creando un sistema de ciudades a donde llegó el pensamiento espacial y la producción del espacio construido. Algunas ciudades fundadas bajo el esquema de retícula regular y otras ordenanzas, durante la República y el Imperio Romano (27 AC-476 DC) fueron Trieste, Verona, Turín, Florencia, Benevento, Salerno, Pompeya, o Lecce, en Italia; Cartagena, Córdoba, Mérida, León, Barcelona, Valencia y Zaragoza, en España ; Lutecia (la actual París) y Narbona en Francia; entre otras [44].

Para el siglo IV DC, el Imperio Romano se dividió en el oriente y occidente, entrando este último en una decadencia general de su civilización, así como la reducción en número de su población, lo que aprovecharon diversas tribus del norte para iniciar una serie de invasiones. De acuerdo a Henry Pirenne (1972) y David Nicholas (2014), mientras la totalidad del Imperio de Occidente fue perdiendo fuerza durante las siguientes décadas, el Imperio de Oriente permaneció con vigencia en base a una economía más sólida, así como la conformación de ciudades importantes como Constantinopla y Alejandría [45, 46].

Durante el siglo V, el Imperio Romano de Occidente terminó por sucumbir a su propia decadencia y a las múltiples invasiones germanas, desapareciendo en el 476 para dar inicio a la Edad Media (476-1492 DC). Debido a ello, mientras que en el oriente se fue construyendo Constantinopla basada en las regularidades romanas y griegas,⁶ en el occidente, éstas se fueron perdiendo con un crecimiento más orgánico e irregular de las ciudades, el cual obedeció a la necesidad de protegerse de las invasiones, por lo que aparecieron calles estrechas con un desorden aparente, buscando la confusión de los invasores [45, 46].

⁶Habría que añadir, que al ser una reinención romana, en Constantinopla, aparte de la retícula, se aprecia un eje de grandes avenidas. También se aprecia que este eje va conectando con plazas públicas más grandes, donde se celebraron carreras.

Mahoma (570-632 DC), el profeta del Islam, tuvo una influencia filosófica significativa en el diseño de varias ciudades de Oriente Medio. Con su *Documento de Medina*, Mahoma introdujo la orientación de las calles y de los edificios hacia La Meca, así como la incorporación de elementos simbólicos como las mezquitas [47, 48]. El concepto de *medina* comenzó a utilizarse de manera genérica para nombrar a las ciudades e incluso sectores musulmanes en comparación con las ciudades persas o romanas. El trazo de su red vial es más orgánico, con largas y estrechas calles así como algunas plazas. Todo esto influyó en Europa durante las invasiones musulmanas de los siguientes siglos, así como el decaimiento del imperio romano.

Para el siglo VI y hasta el VIII, se percibe este cambio en las calles, descrito en el párrafo anterior. Norman Pounds (2005) comenta que, al limitarse el desplazamiento de los vehículos, se redujo el ancho de las calles, mientras que en otros casos, hubo viviendas que crecieron sobre estas, por lo que, la necesidad de una división del espacio fue menor, las banquetas empezaron a reducirse, y en muchos otros casos, a desaparecer completamente [49]. Por otra parte, la esclavitud tradicional grecorromana cambió hacia la figura del siervo feudal, ganando este último varias ventajas con respecto al primero.⁷ Sin embargo, las divisiones sociales se intensificaron, entre un pueblo fijado legalmente a trabajar la tierra, y el grupo en el poder conformado por el clero y la nobleza. El vacío de poder y autoridad centralizada que fue dejando la desaparición paulatina del Imperio Romano, dio paso al surgimiento de estas pequeñas naciones, conformadas por una diversidad de castillos, los cuales a su vez debieron protegerse mediante murallas y fortificaciones. Debido a lo anterior, los foros y anfiteatros cayeron en un desuso y abandono, los vehículos y caballos se confinaron para actividades de campo y viajes largos, mientras que los desplazamientos dentro de la ciudad se limitaron a las caminatas [45, 46].

La reducción en el espacio de las calles durante los siglos anteriores, la falta de comodidades y normativas sanitarias, junto con el deterioro del pavimento, contribuyó a generar condiciones peligrosas e insalubres que impactaron tiempo después [32]. También, a partir del siglo IX y hasta el XII, ocurrió una renovación urbana, donde surgieron nuevas actividades y grupos en las ciudades, las cuales empezaron a ganar población, creándose los suburbios. Esta nueva organización, retomó principios del derecho romano, con lo cual se detonaron reformas urbanas como la extensión de caminos, la creación de mercados y en general del tejido urbano, el cual empezó a sobresalir de las murallas originales debido a la cantidad de actividades y personas. La actividad en el día fue nutrida y diversa, por mujeres, niños, comerciantes, circos, procesiones y demás, mientras que en la noche siguió siendo inseguro para salir. Cabe notar que desde aquí se les llamó espacio público a las calles [26].

⁷De acuerdo al mismo Pounds, mientras el esclavo grecorromano se consideró como una cosa más que un ser humano por lo que imperó un estatus legal de posesión por parte de un amo, el siervo feudal perteneció más a la tierra que trabajaba. Por otra parte, el esclavo estuvo extremadamente limitado mientras que el siervo tuvo algunas consideraciones [49].

Ya en el siglo XIII, las ciudades europeas experimentaron un crecimiento significativo. De aquella diversidad de naciones en castillos, algunas se consolidaron, surgiendo nuevas formas de organización política, como las monarquías centralizadas en Francia e Inglaterra. Debido a ello, se construyeron catedrales góticas imponentes, que reflejaron la importancia de la religión en la vida cotidiana. Además, se desarrollaron sistemas de calles empedradas y se establecieron mercados y plazas públicas en el centro de las ciudades. La ideología predominante estuvo profundamente influenciada por el pensamiento medieval y la Iglesia Católica [49].

En el siglo XIV, las ciudades europeas experimentaron un crecimiento notable, siendo Francia el país más poblado. Sin embargo, a medida que la población urbana aumentó, también lo hicieron los desafíos asociados, como la congestión y la falta de infraestructura. El urbanismo de la época siguió caracterizando a las calles estrechas y tortuosas, reflejando la falta de planificación urbana formal, mientras que el siglo estuvo marcado por la Guerra de los Cien Años (1337-1453) y la Peste Negra (1347-1350), las cuales tuvieron un impacto devastador en la población y la economía. A medida que las poblaciones se recuperaron, surgieron tensiones sociales y políticas, especialmente en relación con la distribución de la riqueza y el poder [50].

Figura 2.2: Burguesía y mercantilismo en una calle de Amsterdam.



Fuente: Cornelis Springer, Het Oude Stadhuis te Amsterdam, 1640. Fragmento.

Debido a lo anterior, durante el siglo XV, fue tomando fuerza un movimiento socio económico, la burguesía y el mercantilismo (Fig. 2.2), una nueva forma de organización social, a través de ciudades-estado renacentistas, donde la libertad se convirtió en una condición legal vinculada al territorio. Los *burgos*, nuevos asentamientos colindantes a las ciudades existentes, retomaron conceptos como el esquema reticular de sus calles [32], alojando también a residentes con profesiones fuera del sistema tradicional feudal, donde se permitió la posesión de sus medios de producción, dando paso a los inicios del capitalismo.

Este es otro de los elementos importantes de la investigación, ya que el capitalismo y parte de sus nocivas características actuales se evidenciaron desde

entonces, como la extracción de plusvalía, la acumulación de capital, la pérdida de valores, las clases acomodadas influyentes, los cuales provocarían parte de la problemática vista en la introducción.⁸

Este también fue un periodo de transición entre la Edad Media y la Edad Moderna, marcado por eventos que transformaron la concepción del espacio y la producción física en las ciudades. El Imperio Romano de Oriente terminó con la caída de Constantinopla en 1453, mientras que, por toda Europa, se rescataron los tratados de Vitruvio sobre la organización espacial de las edificaciones y los espacios públicos, llevados a cabo bajo una rigidez y base geométrica, proporcionada matemáticamente, con lo cual se estableció un formalismo racionalista e individualista [26]. Para un grupo de arquitectos italianos liderados por Battista Alberti (1404-1472), se priorizó el diseño de calles de acuerdo a dos grandes componentes: Si la ciudad es grande, las calles deben ser rectas y amplias, si la ciudad es pequeña, las calles pueden ser sinuosas [32].

Resalta un tema importante para la investigación, y es que la división de las calles grecorromanas, donde se compartió por mitades el espacio entre los vehículos y las personas, nunca estuvo registrada en los textos de Vitruvio, lo cual impactó al momento de los nuevos diseños de ciudad. Lo anterior repercutió a su vez, en las ordenanzas de las fundaciones novohispanas, a partir de las expediciones por mar, quienes trajeron el redescubrimiento del nuevo mundo así como su conquista y control territorial.

Aquí es preciso dar entrada a los casos de estudio, debido a que es en este siglo XVI donde surgieron las fundaciones españolas en Latino América. Como existe un tratamiento a detalle sobre la evolución de estas dos ciudades en el capítulo siguiente, basta con decir que Querétaro se fundó en 1531 y Monterrey en 1596, ambas como parte de estrategias de dominación y administración de los territorios por parte de la corona española. De hecho, de acuerdo a Brewer-Carías (1998), España fue la única de seis naciones que fundaron sus ciudades de acuerdo a una planeación urbana en sus territorios conquistados [51].

La base de esta organización espacial fue el *damero*. Si bien existieron ideas sobre trazos y redes viales en varias civilizaciones y asentamientos precolombinos de la actual Latinoamérica, el empleo de una traza urbana con cierto orden, exactitud y regularidad, vino en esta situación específica del *damero*. De acuerdo con Alan Durston (1994), aunque la conquista española permitió una oportunidad de renacimiento y re-inventiva de los colonos, en los nuevos territorios ocupados, fue a través de un régimen de ordenanzas urbanas, que se estableció el trazado y repartición de tierras, en las fundaciones de las nuevas ciudades, con el nombre de *damero* [36], el cual contaba con las siguientes características :

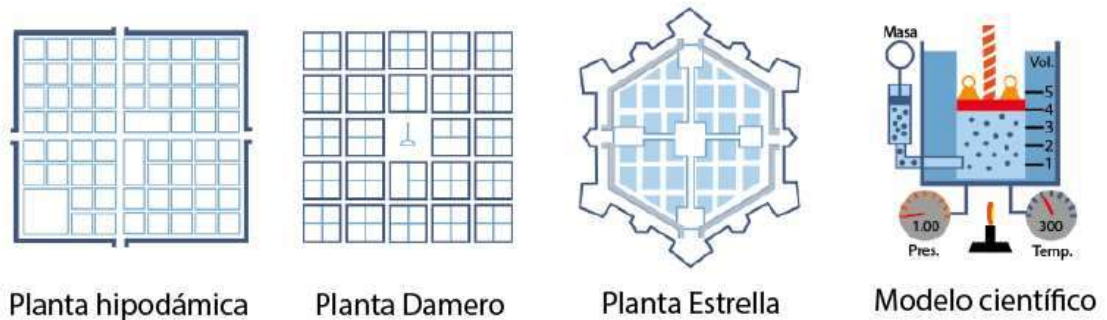
- Una retícula que facilita dimensionar a la ciudad, con lo cual mejora su organización y practicidad desde su origen y fundación.

⁸Cabe mencionar, que el movimiento burgués originalmente tuvo reglas contrarias al capitalismo, como la fijación de precios, calidades, horarios y condiciones de trabajo, evitando la competencia. Se incentivaron las herencias y los enlaces matrimoniales endogámicos dentro del gremio, todo con el objetivo de conseguir la supervivencia de todos, no el éxito del mejor.

- Una influencia en teoría y práctica urbanística europea, proveniente de la escuela grecorromana con la organización espacial en dos ejes viales y la disposición edificatoria y de usos mediante el castrum.
- Una ideología colonizadora con ciertos órdenes sociales, económicos y políticos.

Esta producción espacial, es referencia directa del pensamiento y escuela grecorromana.⁹ En la Fig. 2.3 se puede observar, de izquierda a derecha, un resumen de los modelos de control. El primero es la planta hipodámica de la escuela grecorromana, el segundo es el damero utilizado para las fundaciones españolas, el tercero son las extensiones urbanas durante el Renacimiento. El último está basado en un sistema cerrado que explica la Ley de Bowlye, utilizando una retícula de medición y control. En otras palabras, los cuatro son modelos de control sobre un espacio específico.

Figura 2.3: Modelos de control.



Fuente: Elaboración propia en base a varios autores.

Esto del control, viene a relación con la ideología espacial que se empezó a formular en Europa entre el siglo XVI y XVII, y es el origen del método y los modelos científicos, parte importante de esta investigación. El Renacimiento (XV-XVI), trajo consigo un redescubrimiento del conocimiento clásico y una nueva valoración de la humanidad y su potencial creativo. Filósofos como Leonardo da Vinci (1452-1519), promovieron una visión integradora del conocimiento, que abarcó desde las artes y las ciencias hasta la planificación urbana. Lo anterior fue importante ya que para el siglo XVII, donde se tiene la transición al Barroco, se estableció un nuevo enfoque en la reflexión sobre la condición humana y su relación con el entorno. Figuras como René Descartes (1596-1650) y Baruch Spinoza (1632-1677) promovieron el razonamiento lógico y la búsqueda de verdades

⁹De acuerdo a la Real Academia Española, el damero también hace referencia a un *tablero cuadrado compuesto por 64 escaques en que alternan los blancos y negros, que sirve para los juegos de damas y de ajedrez.*, lo que sin duda, es una referencia a un juego de estrategia real, donde se puede acceder a un mayor *control y poder* de acuerdo a una mayor cantidad de patrimonio y al hecho de estar más cerca de las fuentes de poder fácticas alrededor de la Plaza Principal: La Iglesia, el Gobierno y el Mercado.

fundamentales. De acuerdo a Fernández-Christlieb (1999) para Descartes, su experiencia de vivir en una ciudad medieval, le proporcionó la inspiración para su publicación clásica *Discours de la méthode* de 1637, donde el azar de la ciudad medieval, crea formas heterogéneas con calles curvas e irregulares, por lo que *la razón no puede producir más que formas urbanas simétricas y ordenadas* [52].

Aquí es importante retomar el trabajo de análisis que realiza Ruy Moreira (2017), el cual reconoce este cambio de paradigma y lo vincula con respecto a la noción de ciencia, ya que las ideas de Aristóteles sobre la experiencia como fundamento principal del conocimiento, empezaron a ser rechazadas en favor del pensamiento platónico sobre una metodología más científica. Lo anterior a partir de la propuesta de Francis Bacon (1561-1626), sobre los elementos necesarios para la creación de la ciencia, bajo una cuantificación con el uso de las medidas y las matemáticas, siempre reconociendo a la experiencia sensorial como parte cualitativa necesaria, aunque imprecisa, incierta y mejorable con el rigor de la propia cuantificación. Galileo Galilei (1564-1642), añadió la necesidad de la repetición en el laboratorio, sentando la base de la ciencia moderna e iniciando la modelación y recorte espacio temporal. De acuerdo a Moreira, René Descartes fue el que agregó la variable espacio con la afirmación: *[...] é o espaço – a distância –, não o corpo, o ente portador da propriedade matemática.*¹⁰ [22].

El anterior razonamiento implicó un lógica reduccionista ya que, a la hora de reconocer la importancia del espacio, este fue minimizado en el sentido de ser sólo una medida, y no una serie de elementos contenidos por un cuerpo, es decir, por el propio espacio, los cuales significan a su vez una cantidad de información con mayor diversidad e importancia. Lo anterior es importante para el marco histórico de nuestros casos de estudio ya que, perfilar un control mediante una retícula y superposicionamiento de entidades nuevas en un territorio, llámese la Iglesia, el Mercado y la Casa de gobierno, sin realizar un reconocimiento de las diferentes dinámicas existentes en los territorios conquistados en la Nueva España, desencadenó en una serie de contradicciones como la vuelta a la práctica de la esclavitud, erradicada siglos antes e impuesta en los nuevos territorios, o el despojo fragante de tierras por parte de los españoles.

En el mismo siglo XVII surgió un tema importante con respecto a las calles, y es que la división espacial renace en ciudades principales de Europa. Como un ejemplo, la construcción en 1607 del Puente Nuevo en París, el cual incluyó banquetas con el propósito de separar el desplazamiento de las personas y de vehículos [53]. Otro fue el Gran Incendio en Londres de 1666, el cual tuvo a bien la reconstrucción de varias calles en donde se retomó el elemento banqueta [40]. El primero de estos rescates de las banquetas, se puede explicar como algo simbólico debido a que no perduró en Francia. El segundo fue más significativo debido al tamaño del área y a la condición de desastre. Sin embargo, no se tiene un registro técnico sobre los anchos de la nueva división espacial, aunque a decir de pinturas de la época, se perciben muy menores, en contraste con la escuela

¹⁰Es el espacio - distancia - no el cuerpo - contenido, la entidad portadora de la propiedad matemática. Traducción elaboración propia.

grecorromana.¹¹ En lo que respecta a España, el proyecto de Saneamiento de Madrid mantuvo la posibilidad urbanística de realizar aceras desde el 1612 [54]

Aquí hay un último elemento importante a retomar y es la transformación del paisaje urbano. Para esto, regresamos a la descripción histórica que hace Rui Moreira (2011) en su libro *Pensar e ser em geografia* [55], con respecto a los cambios del paisaje de acuerdo a los mismos cambios de la técnica:

*[...] cada marco de ruptura técnica é um momento de ruptura na forma e estrutura do espaço urbano. Cada era técnica arruma as feições e a paisagem dessa estrutura urbana: a revolução mercantil dá-lhe o rosto do mercado.*¹²

Gonzalo Hatch (2021), explica el pensamiento de Moreira como el proceso de evolución desde la manufactura y la mercantilización, antes de la sistematización de los procesos por medios cada vez más mecánicos y complejos para transformar el paisaje [56]. Debido a ello, el paisaje hasta ese momento tuvo un rostro de mercado, predominantemente agrícola y comercial. El primero, debido a la demanda creciente y constante de los productos del campo desde la antigua Roma hasta el feudalismo medieval así como los asentamientos americanos. El segundo, debido a la consolidación de la burguesía mercantilista, así como a las primeras fases de la revolución industrial.

A manera de resumen, en este apartado aparece una cantidad considerable de elementos importantes para la investigación: la calle, su cambiante división espacial, el vehículo mecanizado, la aparición y posterior desaparición de la banqueta, la diferencia entre clases y su lucha continua de acuerdo a las injusticias de la producción espacial, así como los diferentes pensamientos filosóficos desde la antigua Grecia, pasando por los imperios romanos, las invasiones musulmanas, hasta el pensamiento racional de los modelos científicos y las bases del capitalismo.

También, se puede comentar que el pensamiento espacial, a pesar de diversificarse, tuvo procesos simplificadores que se vieron reflejados en la instalación de modelos de control del territorio, en particular en la Nueva España, ocasionando confrontaciones con las culturas originarias. Por último, el pensamiento espacial sobre cómo debe ser una sociedad y su componente física, es decir, las ciudades y sus actividades, fue un tanto idealista cuando se contrasta con la producción del espacio, aunque hay que reconocer, que en los orígenes del pensamiento espacial, al menos en lo que respecta a la división espacial de las calles, fue tal vez, el periodo más equitativo en la historia de las ciudades.

¹¹En el plan de reconstrucción de Londres, a pesar de la inclusión de las banquetas, fue prioritario darle el paso ancho a vehículos de emergencia [40].

¹²Cada marco de ruptura técnica es un momento de ruptura en la forma y estructura del espacio urbano. Cada era técnica organiza las características y el paisaje de esa estructura urbana: la revolución mercantil le da el rostro del mercado. Traducción elaboración propia.

2.2. El maquinismo en la producción espacial

En este apartado surge la industrialización como una serie de eventos que aceleraron las dinámicas en las sociedades y debido a ello, se fue reflejando en el espacio construido. Como menciona Rui Moreira, el paisaje de las ciudades, fue cambiando su rostro de aquel imperio romano, pasando por el medieval feudal, cuando aparece el movimiento industrial, primero con las fábricas y pequeños talleres, hasta la sistematización maquinista en la producción de las ciudades.

El siglo XVIII estuvo marcado por la Ilustración, un movimiento intelectual que promovió la razón, la libertad y el pensamiento crítico. Filósofos como Voltaire (1694-1778) y Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) abogaron por la separación de poderes, la libertad de expresión y la igualdad ante la ley. Estas ideas influyeron en la concepción del espacio urbano como un lugar de libertad y convivencia racional. Sin embargo, el siglo también estuvo marcado por la persistencia de estructuras sociales jerárquicas, como la conformación de la aristocracia de acuerdo a Rousseau (1812).¹³ En la cúspide se encontraron la aristocracia y la nobleza, que detentaron gran parte del poder político y económico [57]. La burguesía emergente, compuesta por comerciantes y empresarios, estuvo ganando influencia y desafiando el antiguo orden social. A pesar de ello, la mayoría de la población siguió siendo compuesta por campesinos y trabajadores, con condiciones de vida a menudo difíciles.

Para esta época, el espacio se consideró una entidad absoluta y objetiva, independiente de la materia que lo ocupaba. La geometría euclidiana fue la norma y se consideró que las propiedades del espacio eran universales y eternas. Sin embargo, a medida que avanzó el siglo, surgieron nuevas teorías y conceptos que desafiaron esta visión tradicional, como la teoría relacional de Gottfried Leibniz (1646-1716). Según esta teoría, el espacio no es una entidad absoluta y objetiva, sino que está intrínsecamente ligado a la materia que lo ocupa. Además, Leibniz argumentó que las propiedades del espacio son relacionables a la percepción del observador. Unas décadas después, Immanuel Kant (1724-1804) estableció un precedente sobre las formas de apreciar el espacio, como una estructura relativa a la mente que lo percibe. Otro desafío importante a la concepción tradicional del espacio fue la geometría no euclidiana. A finales del siglo XVIII, se descubrió que era posible construir geometrías en las que los axiomas de Euclides no se cumplían. Esta teoría, desarrollada por matemáticos como Nikolai Lobachevsky (1792-1856) y János Bolyai (1802-1860), desafió las ideas tradicionales sobre la geometría y abrió nuevas posibilidades para la comprensión del espacio y el modelaje científico [58].

Debido a ello, nació la disyuntiva entre el espacio relativo y el absoluto. David Harvey (1973) lo explica reconociendo que es necesario reflexionar en la natu-

¹³Rousseau reconoce tres maneras de aristocracia: natural, electiva y hereditaria, y con esto también reconoce el cambio gradual desde el sistema aristocrático y político ideado por Platón y Aristóteles, encabezado por una élite que sobresale por su sabiduría, su virtud y su experiencia del mundo [57].

raleza de la percepción espacial, para entender los procesos urbanos [59]. Para lograrlo, propone una división en la manera de entender el espacio: absoluto, relativo y relacional. Estas se exponen de manera breve:

- Espacio absoluto. Es el camino científico, desde Bacon hasta nuestros días, pasando por Descartes y Galileo. Esta manera de ver el espacio realiza un recorte y simplificación cuantitativa de la realidad espacial mediante su organización con sistemas como las coordenadas cartesianas, la geometría Euclidiana, las unidades administrativas o la planeación urbana clásica. Esta sería la manera más cuantitativa de analizar el espacio.
- Espacio relativo. Este nace con Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855), el cual afirmó que el espacio global terrestre no era perfectamente geométrico y por lo tanto debía ajustarse cada estudio de acuerdo a la posición del territorio en cuestión. Esta reflexión la retomaría Albert Einstein para todas las formas de medición, con lo cual concreta su teoría de la relatividad. De acuerdo a Elvira Kuri (2013), George Simmel (1858-1918) reconoce esta diferenciación cuando se habla del espacio construido de una gran urbe, ya que este tiende a estar configurado bajo lógicas de la modernidad, la economía y el rigor cuantitativo de la ciencia. Sería una manera intermedia entre lo cuantitativo y cualitativo de analizar el espacio [60].
- Espacio relacional. Aquí Harvey retoma al mismo Leibniz, enunciando que son los procesos, es decir las actividades, las que dan existencia al tiempo y al espacio. Por tanto, cada proceso tiene una significación diferente para un grupo de personas. El mismo Simmel afirma desde la sociología como disciplina naciente, sobre una característica esencial del espacio: son las experiencias humanas las que le otorgan el último valor social significativo. Esta sería la manera más cualitativa de analizar el espacio [60].

Sin embargo, gran parte de la escuela del pensamiento espacial y sobre todo, de la producción del espacio, se decantó por la fórmula absolutista y cartesiana, al momento de plantear sus métodos y modelos, debido en gran parte a los primeros resultados de la revolución industrial. De acuerdo a Robert Thurston (1878), en la década de los 1760s y 1770s, se vino una serie de inventos como la hilandera mecánica, las máquinas textiles, el arado de hierro y sobre todo, la máquina de vapor, los cuales funcionaron como catalizadores de la mecanización de muchos procesos que antes fueron de la manufactureros o artesanales, con lo cual se abrió el interés por el control y sistematización a gran escala, para generar una mayor producción [61].

Rui Moreira (2017) resume lo anterior con la frase: *A fábrica implica a transferência da ferramenta para o sistema do maquinismo, transformada dentro dele em máquina-ferramenta* [22].¹⁴ Esto a su vez cambio las necesidades de las ac-

¹⁴La fábrica implica la transferencia de la herramienta (del sistema manufacturero artesanal) al sistema del maquinismo, transformada dentro de él en máquina-herramienta. Traducción elaboración propia.

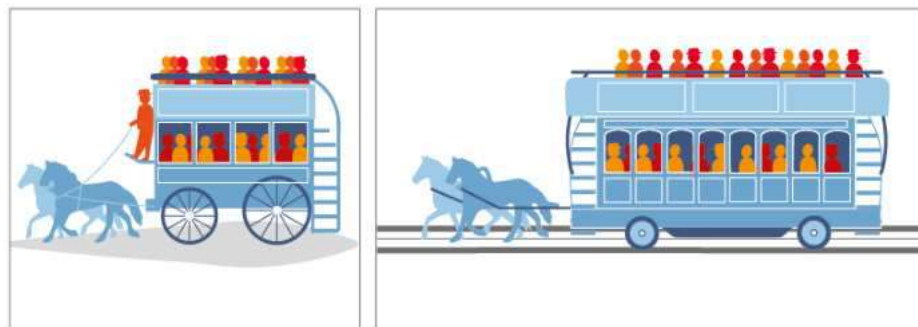
tividades económicas, las cuales requirieron espacios e insumos específicos, así como las salidas fáciles para la eliminación de los desechos derivados de la producción, y una cercanía con la mano de obra. Las fábricas empezaron a surgir, primero en Inglaterra y luego en otros países y ciudades.

Para principios del siglo XIX, el mismo accionar de la máquina de vapor que revolucionó las actividades económicas, se instalaría en los modos de transporte con la tracción a vapor y las locomotoras. De acuerdo a Oliver Green (2016), en 1830 se estableció la primera línea de transporte ferroviario entre Manchester y Liverpool en Inglaterra, y para 1840 ya se habían generado redes en varios países europeos y americanos, uniendo ciudades y empezando a romper la barrera del espacio tiempo [62].

Si bien el ferrocarril afectó por su paso segregador en las ciudades, su impacto se dio realmente en la conectividad regional que ofreció, por lo que fueron sistemas similares los que impactaron hacia dentro de las ciudades. La invención de un vehículo que circuló sobre rieles de fundición [63], se dio primero con el tranvía en 1770, aunque su tracción fue animal y pasó desapercibido en aquel entonces.¹⁵ Unas décadas después, su valor para desplazar un mayor número de personas o carga fue empezando a tomar fuerza, de tal manera que para las décadas de los 1840s a 1860s, se consolidaron varias redes en muchas ciudades del mundo, incluidos los dos sitios de estudio, Querétaro y Monterrey.

La capacidad de estos vehículos mecanizados fue evidente, como se observa en la Fig. 2.4, el contraste es de más del doble en cuanto al número de ocupantes. Tiempo después, estas redes fueron explotadas y consolidadas cuando entró el nuevo sistema de tracción a vapor en los 1870s [62].

Figura 2.4: Diferencia de capacidad de la carreta y el tranvía.



Fuente: Elaboración propia con datos de Oliver Green, 2016.

Habría que comentar que el impacto no se dio en el rediseño de las calles, debido a que los anchos tanto de los sistemas tranviarios como de los ferrocarriles, fueron muy similares al de las carretas. Por su parte, los radios de giro de

¹⁵También, habría que remontarse hacia el siglo XVII para encontrar que a través de la actividad minera se originó el sistema de rieles de fundición y los carros que pudieron desplazarse sobre estos para transporte de materiales y personas.

estos vehículos limitaron su operatividad de manera lineal y en ambas direcciones, utilizando otra calle para esto, buscando puntos de inicio o término de viaje para el re-acomodo del vehículo y su vuelta al servicio.

Una década después, llegaría el elemento antagonista del sistema en nuestra investigación, el automóvil, la evolución del vehículo mecanizado al motorizado. Si bien hay que reconocer que no tuvo un impacto inmediato, debido a la reducida existencia de unidades, y por lo mismo a su precio, por lo que se necesitó tener condiciones económicas muy elevadas. No sería sino hasta el siguiente siglo que su impacto se dio de manera explosiva como se verá en el siguiente apartado.

Todos estos cambios, impactaron en el paisaje urbano, de acuerdo al maquinismo que define Moreira (2021), con la frase: [...] *la revolução industrial dá-lhe a cara da fábrica*.¹⁶ Al respecto, para esta investigación, se reconocen al menos dos escalas en la producción espacial, las cuales tienen estas características del maquinismo y la transformación del paisaje urbano:

- En una escala macro, la producción de las redes viales como sistemas que permitieron los desplazamientos de grandes sectores de la población, catalizados por las grandes urbanizaciones, como las zonas de vivienda o las zonas industriales, por lo que todo adquiere un aspecto de sistema fabril de la movilidad en masa.
- En una escala individual y acompañando al anterior movimiento, la figura del *cuerpo motorizado*, la evolución del vehículo mecanizado de los orígenes de la humanidad, de aquella máquina que tuvo una complejidad inicial, hacia la creación del tranvía en rieles, del tren y por último del carro en sus variadas formas.

Esta producción espacial, basada en el proceso científico - absolutista - clasicista, alteraron profundamente las estructuras sociales y las condiciones de vida. Características como urbanizaciones masivas, condiciones laborales deplorables, y una creciente brecha entre los ricos industriales y los trabajadores, provocaron un surgimiento de escuelas del pensamiento como el feminismo, la sociología, el marxismo o el ambientalismo, los cuales profundizaron sobre aspectos más cualitativos de la civilización durante este siglo XIX. A continuación, se describen de manera breve estas escuelas y su impacto tanto en la reflexión espacial como en su producción.

Sobre el feminismo, habría que apuntar, que siendo la diferencia sexual un tema intrínseco de muchas especies como la humana, se pueden identificar elementos característicos de este movimiento a lo largo de la historia, desde el origen mismo de la humanidad, por lo que sobresalen figuras como Eva o Cleopatra. Tal vez, hasta 1405 es que se tuvo un primer documento que resume de manera simbólica, parte de estos elementos en la perspectiva espacial y de producción en las ciudades. *The Book of the City of Ladies*, de Christine de Pizan

¹⁶[...] la revolución industrial le da el rostro fabril (la fachada de fábrica, al paisaje urbano) [55]. Traducción elaboración propia.

(1364-1431), apareció en el marco de la *Querelle des femmes*, un movimiento que surgió en defensa de la capacidad intelectual, el derecho de las mujeres al acceso a la universidad y la política de las mujeres frente a la misoginia en el siglo XIV al XVIII [64]. Aunque de manera poética, el libro menciona mujeres que aportaron elementos a cada parte de la ciudad, como Isis, Medea, Ceres, Helena de Troya, Maria Magdalena, Juana de Borbón, entre muchas otras.

Más adelante, el concepto de feminismo tuvo una mayor conformación durante la Ilustración con Mary Wollstonecraft (1759-1797) y su obra *A Vindication of the Rights of Woman* de 1792 [65], donde su autora debatió intensamente sobre la educación que debieron tener las mujeres. Durante el siglo XIX el movimiento tomó más fuerza debido a la lucha por el voto de las mujeres, llevado en diferentes foros y autores, pero sobre todo en la convención de Seneca Falls en 1848, donde Elizabeth Cady Stanton (1815-1902) se pronunció por el derecho a la propiedad y al divorcio, así como las condiciones en el trabajo, infraestructura y la vivienda [64]. Esta presión constante, influyó en el diseño de las ciudades, en la seguridad en el transporte público, así como la iluminación y arborización de calles, entre otros, aunque de una manera muy puntual en aquellas fechas, ya que algunos son temas pendientes aún a estas fechas.

Por su parte, la sociología tuvo varios movimientos diferenciados. Por una parte, con la publicación de Augusto Comte (1798-1857), de 1830-1842 *Cours de philosophie positive*, se intentó vincular al método científico mediante su acepción del positivismo y la creación de *leyes generales* para explicar fenómenos sociales. Hacia el final del siglo surgió un movimiento alternativo con Ferdinand Tönnies (1855-1936), quien publicó en 1887 *Gemeinschaft und Gesellschaft*, haciendo un énfasis en el análisis de las formas de organización social, explorando la diversidad social con un enfoque más interpretativo, sentando las bases para un mayor entendimiento social.

Por las mismas fechas, Georg Simmel (1858-1918) y más adelante su discípulo Robert Park (1864-1944), establecieron varios preceptos desde una perspectiva sociológica que se encausaría hacia el tema urbano. Uno de ellos, es que la sociedad se compone de una serie de interacciones y asociaciones entre individuos, remitiendo a la sociología como la principal disciplina que debe estudiar estas relaciones. También, Simmel entendió el cómo la vida en las ciudades, intensificó la estimulación sensorial y emocional en los individuos, lo que significó un impacto, llevándoles a formar una actitud distante. Al inicio de esta disciplina, ocurrió algo similar a lo que enuncia Rui Moreira con respecto al estudio del espacio en las escuelas filosóficas. Elvira Kuri (2013) lo resume comentando que el aspecto espacial construido fue olvidado, en contraste con el aspecto temporal, el cual si fue tomado en cuenta como un elemento explicativo [60].

Otra escuela del pensamiento, el marxismo, surge cuando en 1848, Karl Marx publica *Manifest der Kommunistischen Partei*, como una forma de reivindicación de la clase trabajadora, la cual señaló como explotada por la clase burguesa. El reconocimiento de esta confrontación entre clases bien diferenciadas, es un tema tratado repetidamente durante esta investigación y se caracteriza mediante

estas dos escalas de apreciaciones:

- En una escala macro, por la producción espacial jerarquizada y segregadora de las ciudades. Desde las zonificaciones grecorromanas, pasando por la lógica centralista de los castillos medievales amurallados con los arrabales en las afueras, hasta las fundaciones españolas, su control territorial y el despojo de tierras mediante el damero.
- En una escala más pequeña, casi individual, por la división espacial del elemento calle, en una marcada diferencia y ventaja hacia las clases dominantes, quienes se desplazaron históricamente a caballo, en carreta, tranvía, tren o finalmente, en automóvil.

Para finalizar, el ambientalismo se remonta a 1854 con la publicación *Walden*, de Henry David Thoreau (1817-1862), con una serie de reflexiones sobre la relación entre el hombre y la naturaleza.¹⁷ Sin embargo, durante el siglo, el movimiento tuvo un accionar discreto, con la fundación en 1869 de la Primera Sociedad para la Conservación de la Naturaleza en Inglaterra, y la promulgación en 1872 de La Ley de Parques Nacionales en Estados Unidos. Otro de los primeros grupos conservacionistas se fundaron en 1892 por John Muir (1838-1914) con el *Sierra Club*, quienes abogaron por la conservación de la naturaleza y la creación de más parques nacionales en Estados Unidos de América.

A manera de contraste entre los movimientos feminista, sociológico, ambientalista y marxista, se puede afirmar que este último, con su premisa en la lucha de clases, así como la crítica constante y evolutiva sobre el sistema capitalista, reconoce una mayor concentración de la población desvalorizada y vulnerable, y por tanto, tiene un mayor impacto al momento de establecer tanto diagnósticos como estrategias en procesos urbanos conflictivos. Esta conclusión, permite consolidar a la presente investigación, en su marco teórico basado en la figura neomarxista de Rui Moreira. Más importante aún, es imprescindible considerar a cada uno de estos movimientos, ya que tanto el tema social y el tema ambiental, empezaron a ser reconocidos y fueron la base para el desarrollo de la *sostenibilidad* como concepto, y uno de los elementos centrales de la investigación.

Ahora bien, hace falta comentar sobre otro elemento de importancia para la investigación y que se origina a inicios del siglo XIX. La creación de la bicicleta en el año 1817 con la *draisiana* o *velocípedo*, un artefacto patentado por Drais von Sauerbronn en Alemania, consistió en un mecanismo de dos ruedas unidas mediante una estructura de madera. La draisiana le permitió a sus usuarios,

¹⁷Se pueden rastrear precursores en Richard Cantillon (1680-1734), quien desde la teoría económica manifestó la preocupación de la subsistencia de la sociedad a medida que esta fue creciendo sin límites, mientras que los medios crecen a un ritmo menor. Influenciado por sus ideas, Thomas Malthus (1766-1834), estableció tiempo después su icónica frase[65]: *Population, when unchecked, increases in a geometrical ratio. Subsistence increases only in an arithmetical ratio* - La población, cuando no está controlada, aumenta en una razón geométrica. El sustento aumenta solo en una razón aritmética. Traducción elaboración propia.

desplazarse por medio de impulsos con los pies sobre el suelo, así como direccionarse mediante una palanca [66], sin embargo esta manera de moverse tuvo muchas limitaciones así como problemas con el balance, hasta que en 1860 le agregaron los pedales en Francia y en 1885, la cadena de propulsión así como los frenos en Inglaterra.

Por su parte, el elemento banqueta regresó en este siglo con una mayor fuerza, en contraste con los rescates comentados en el apartado anterior. El neoclasicismo aportó en la aparición de nuevas teorías y prácticas urbanísticas que buscaron mejorar la calidad de vida en las ciudades. En este periodo, una figura central en la planificación urbana y el diseño del espacio construido fue Georges-Eugène Haussmann (1809-1891), cuyas intervenciones en París dejaron una marca indeleble en la historia del urbanismo. Se incentivó la instalación masiva de banquetas por lo que para 1847, más de 260 kilómetros fueron construidas en París [40]. El Neoclasicismo (1738-1830), surgió como una reacción al Barroco, enfatizando la simplicidad, la simetría y la inspiración en la antigüedad clásica. Este estilo tuvo un fuerte impacto en la planificación urbana y el diseño de espacios construidos. Haussmann entendió la importancia de la perspectiva en el diseño urbano. Sus avenidas fueron trazadas de manera que permitieran impresionantes vistas de monumentos y edificaciones importantes, creando un efecto visual impactante.

Figura 2.5: Banquetas y otros elementos en una calle de la Ciudad de México.



Fuente: Casimiro Castro. La plazuela de Guardiola 1855. Fragmento. [62].

Para la Nueva España, el movimiento ilustrado tuvo un impacto en la concepción del espacio. Se abogó por la planificación urbana racional y la creación de espacios públicos para la educación y el debate. Empero, esta planificación tuvo un sesgo de clases ya que se reflejó una jerarquía social [36]. Carlos III (1716-1788) incentivó la apertura de avenidas y la ampliación de calles en España, algo que influyó en el México colonial, permitiendo una mejor circulación de personas y mercancías en las ciudades. En la Fig. 2.5, se puede observar que las banquetas tuvieron un tamaño reducido, en comparación con el diseño de la antigua Roma, evidenciando la importancia que los vehículos siguieron notando.

Un dato curioso con respecto a las banquetas, es que en España, a pesar de la normativa sobre aceras de 1612,¹⁸ el primer registro de una construcción data de 1834 cuando se instalaron banquetas en dos calles importantes de Madrid como lo es Carretas y Montera [67]. Teniendo en cuenta que en Ciudad de México se empezaron a construir en 1776 [53], se puede concluir que las banquetas se construyeron primero en México que en España.

Por otra parte, la contradicción de un control territorial, social, económico y cultural, impuesto desde la corona, desencadenó en el movimiento de Independencia de 1821. Esto trajo consigo la necesidad de establecer nuevas ideas sobre el espacio y la identidad nacional. Las ideas de ilustración y liberalismo influyeron en la concepción de la arquitectura y la planificación urbana, promoviendo la figura de una república moderna y democrática. La influencia del neoclasicismo se hizo evidente en la arquitectura de las ciudades, con edificaciones monumentales y amplias avenidas que reflejaban el deseo de modernización y progreso.

Hacia finales de siglo, el Porfiriato (1876-1911) estableció un modelo económico basado en el liberalismo y la inversión extranjera, la construcción de extensas líneas del ferrocarril, así como la instalación de redes de tranvías y la revolución industrial en varias ciudades, entre ellas los casos de estudio Querétaro y Monterrey. Sin embargo, esto llevó a la concentración de riqueza y al descontento social, factores que eventualmente desencadenaron la Revolución Mexicana.

Como resumen, en este apartado se profundizó sobre el proceso industrial de mediados del siglo XVIII a inicios del siglo XX. Este veloz proceso afectó a las sociedades y ciudades existentes, incluidos los casos de estudio Querétaro y Monterrey, en muchas formas, como la mecanización de la producción, la migración de grandes cantidades de población que buscaron mejores trabajos, los cuales también cambiaron en sus condiciones y desarrollo tecnológico. Esto llevó a su vez, a cambios en el medio ambiente, en el paisaje urbano, en la salud de las personas, y en la sociedad en general, al aparecer grupos que tuvieron una acumulación de ganancias debido a ser propietarios de los medios de producción. Para nuestra investigación, aunque ya se advierte desde el apartado anterior sobre las primeras máquinas y su relativa complejidad, es aquí donde culmina gran parte de la evolución en los vehículos mecanizados, haciéndose mucho más complejos hasta llegar a los vehículos motorizados que se conocen al día de hoy como los ferrocarriles primero, los tranvías y terminando el siglo XIX con el automóvil. Por último, todo este maquinismo y capitalismo, desencadenó como respuesta, en disciplinas que se enfocaron en aspectos más cualitativos como el social y el ambiental, los cuales fueron construyendo un discurso a manera de análisis crítico que perduró y se fue consolidando en el siguiente siglo y hasta nuestros días.

¹⁸El nombre de acera es más utilizado en España, mientras que en México es la banqueta.

2.3. El cuerpo motorizado y la lucha por el espacio

En este apartado, se comentan algunos aspectos sobre el siglo XX, en donde la influencia del automóvil empieza a dominar el espacio, tanto en su ideología como en la producción, hasta llegar a la explosión urbana de las ciudades, dispersando y alejando las distancias y con ello los procesos sociales y de actividad. Al ser la calle físicamente un espacio público, se podría tener una concepción reduccionista contemporánea, sobre una supuesta lucha entre el espacio público y el espacio privado, ya que ambos están muy bien diferenciados. Esta lucha se dio al inicio de una manera sutil, tal vez a partir de la primera víctima registrada a nivel mundial por un atropellamiento, también a finales del siglo XIX [68]. Sin embargo, cuando profundizamos en cómo se produce este espacio público llamado calle, se podrá reconocer esta lucha de clases como un fenómeno que existe desde las primeras civilizaciones, pero que ha sido reconocido y estudiado apropiadamente al menos desde el siglo XIX. Debido también a las múltiples formas en la cual ha ido evolucionando la lucha de clases, se vuelve complicado su análisis, por lo que nos abocaremos para este diverso apartado, en la producción espacial de las redes viales.

Desde finales del siglo XIX, se vinieron generando diferentes procesos vistos en el apartado anterior, con la perspectiva de fortalecer a las ciudades y los sistemas que la componen, como la actividad económica, la organizacional, y los servicios. Entre estos sistemas, es en la movilidad donde se estuvo fortaleciendo el uso del automóvil durante todo el siglo XX, permitiéndose la demolición de espacios ya existentes de las ciudades, en favor de grandes autopistas, pasos elevados o ampliaciones de calles.

Se puede iniciar considerando 1902 cuando Ebenezer Howard (1850-1928) publicó en Inglaterra *Garden Cities of To-morrow*, en el cual describió las características de una ciudad ideal, combinando los beneficios del campo con los de la ciudad, concepto concebido como ciudad-jardín. Si bien sus diagramas consideraron el desplazarse mediante trenes, transporte público y a pie, también incluyó grandes avenidas, lo que al momento de materializarse, fueron construidas con mayor facilidad [69]. Por las mismas fechas, en Estados Unidos inició el *City Beautiful Movement*, con el Plan de Washington de 1902 o el de Chicago de 1909, los cuales se centraron en la creación de espacios públicos monumentales, la mejora estética y una retícula vial.

En 1908, Henry Ford (1863-1947) introduce el automóvil modelo T, y para 1913 implementó la primer línea de montaje es decir, la construcción sistematizada y en serie industrial, con lo cual los costos de adquisición bajaron notablemente. Debido a esto, la clase media en muchas sociedades tuvo la capacidad económica para comprar un vehículo y para finales de esta década empezaron a circular cada vez más automóviles en las ciudades.

Por su parte, en México, de acuerdo a Lombardo de Ruiz et al (1996), la Revolución Mexicana (1910-1920) fue una pausa en el desarrollo de la configuración urbana junto con la Primera Guerra Mundial (1914-1918), aunque terminando

ambas, vino una aceleración de los procesos catalizados por una ideología del nacionalismo revolucionario, el cual promovió políticas de redistribución de tierras y desarrollo de infraestructura, lo que llevó a una expansión urbana y la construcción de grandes avenidas como el Circuito Interior, el Anillo Periférico y la Avenida de los Insurgentes en la Ciudad de México [70]. El número de automóviles estuvo en aumento y empezó a influir su impacto en las principales ciudades. Si para comienzos del siglo apenas se contaron por decenas, para 1923 se estimaron alrededor de 31 mil y para 1927 se duplicó este número [71]. Aún así, esto significó muchísimo menos del 1 % de la producción. Mientras que en 1900 se calculan alrededor de 4,200 automóviles, para 1930 se estiman construidos más de 33.7 millones de unidades en todo el mundo [71].

La Gran Depresión (1929-1941) trajo consigo desafíos económicos sin precedentes. La caída de la economía global llevó a la paralización de numerosos proyectos urbanos y a la degradación de áreas ya construidas. Para combatir la crisis, se implementaron programas de revitalización urbana y construcción de infraestructura, como parte del *New Deal* (1933-1938) en Estados Unidos de América. Estos esfuerzos no solo buscaron reactivar la economía, sino también mejorar la calidad de vida en ciudades afectadas. Robert Moses (1888-1981), planificador urbano durante esta época, aprovechó la circunstancia para generar una serie de proyectos viales de gran envergadura, orientados hacia el automóvil, el cual fue la innovación tecnológica del momento. Las obras de Moses en Nueva York influyeron sobre el resto de ciudades del país y el mundo, así como varias generaciones de urbanistas e ingenieros en transporte. En el contexto anterior es que aparece la *American Association of State Highway and Transportation Officials*, con sus publicaciones sobre cómo debe ser el diseño y construcción vial, algo que impactó a su vez en la concepción técnica del mundo y para nuestros casos de estudio, como se verá en el capítulo siguiente.

Hablando de México, durante la segunda guerra tuvo una participación económica marginal, basado en una política de sustitución de importaciones, lo que originó un auge industrial durante la etapa de reconstrucción en los 1950s y 1960s. En estas décadas en Estados Unidos de América 1 de cada 6 empleos estuvieron relacionados directa o indirectamente con esta industria, lo cual denota una explosión económica, construyéndose cerca de 58 millones de vehículos. México por su parte, para 1938 el número de vehículos se incrementó a 150 mil. De nueva cuenta, menos del 1 % del volumen.

Esta producción espacial tuvo una respuesta crítica, aunque tardó un tiempo en materializarse. Así lo demuestra el análisis que hizo Jane Jacobs, resumido en su publicación de 1961 *The Death and Life of Great American Cities*. Jacobs manifestó que esta situación fue debido a la influencia que el racionalismo y el modernismo provocaron en la planeación, y con ello el surgimiento de un urbanismo ortodoxo que validó la construcción de grandes avenidas en Nueva York y otras ciudades. El planteamiento de Jacobs, consistente en barrios vibrantes y saludables -donde las calles son vistas como espacio público y tienen una prioridad relevante-, fue opuesto a la tendencia predominante [72].

En el mismo país, Anthony Downs publicó *Law of Peak-Hour Traffic Congestion* en 1962, desde una disciplina económica que manifestó la paradoja de que, expandir una red vial vehicular, en realidad no ayuda a reducir el congestionamiento, sentando las bases para posteriores estudios [73]. Tiempo después en Alemania, Dietrich Braess (1968) dedujo matemáticamente lo que Downs manifestó en Estados Unidos de América. La construcción de nuevas vialidades en una red existente, tiene una alta posibilidad de generar un mayor congestionamiento, debido al comportamiento individual de los desplazamientos [74].

Al mismo tiempo en Francia, Henri Lefebvre (1968) acuñó el término de *Le Droit à la Ville*, como parte de una reivindicación hacia la gente, después de los efectos causados por el neoliberalismo en Francia, como la privatización de los espacios públicos y la mercantilización [75]. Su crítica continuó a lo largo de otras publicaciones como *La Révolution urbaine* de 1970, donde postuló una crítica específica sobre la producción espacial de las calles, manifestando la preocupación del mismo urbanismo que criticó Jacobs, el cual apunta a las calles como un mero lugar de tránsito o de paso, perjudicando a las personas de a pie y en cambio beneficiando a las del automóvil [76].

Aparte de la evolución de las escuelas de pensamiento y los movimientos contestatarios del siglo XIX, vistos en el apartado anterior, Desta Mebratu (1998) añade el movimiento anarquista, como parte de la influencia en trabajos como *Small is Beautiful* de 1970 de Ernest F. Schumacher, donde advierte tres aspectos actuales del aspecto económico en la civilización, y que son concernientes también, a la producción espacial de esta investigación: la pérdida extensiva de territorios ambientales, la extrema sistematización de diversos procesos, y la importancia de considerar el aspecto social y humano [77].

Las críticas al modernismo se continuaron en Dinamarca por Jan Gehl con varias publicaciones, sobre todo la de 1971 *Life Between Buildings*, sobre la forma de los nuevos desarrollos dispersos o *sprawling suburbs*, en conjunto con la desaparición de calles y plazas dedicadas a las actividades propias del espacio público [78]. Aquí Gehl describió la importancia que tiene la calle para hacer vida, siempre y cuando se tome en cuenta al peatón y sus actividades.

En este punto, llegamos a los trabajos de la disciplina geográfica desde un enfoque marxista, elaborados por Rui Moreira, entre otros de la escuela brasileña y francesa de los 1970s, y que hemos citado durante la investigación. Estos mismos se pueden aplicar para el contexto de Latino América y también para México. De acuerdo a Edgar Talledo (2010), con la publicación de 1981 *O que é a Geografia*, Moreira se describe a si mismo, como: *[...] parte de un número creciente de profesores que se niegan a tener en la geografía una praxis de alienación de los hombres.* [79].

Se advierte un razonamiento similar a lo que años después Moreira afirmó, sobre la generación eficiente de un análisis crítico con enfoque marxista. Para lograr tal cometido, es necesario comprender que el marxismo es una actitud anticapitalista. De tal manera que: *[...] enquanto houver capitalismo - e atitude*

anticapitalista -, *haberá marxismo*.¹⁹ Este razonamiento es la base para conceptos trabajados durante la investigación como la producción espacial, la lucha de clases y la mecanización del movimiento y del paisaje.

De manera contrastante a los trabajos de Moreira, en México cambio el modelo económico al insertarse el periodo neoliberal a finales de los 1970s, con políticas de apertura hacia mercados internacionales, permitiendo la entrada de inversiones en diferentes puntos del país, ocasionando también parte de la descentralización [8]. Patricia Olivera (2013) lo describe como parte de un proceso global, explicando una comparativa en México, de un gobierno de ideología asistencialista en las décadas de los 1960s y 1970s, que aunque limitativo en la centralidad de los recursos, se puede advertir un crecimiento estable y proporcional entre los estados. Lo anterior contrastó con la transición a un gobierno neoliberal, si bien promoviente de un desarrollo regional, pero en el cual se evidenciaron las implicaciones negativas como la acelerada desigualdad entre las clases y la posterior gentrificación [8].

Como ejemplo, Olivera narra los procesos de grandes excedentes de capital global, invertidos en los sitios con mayor plusvalía en las ciudades de México, Monterrey o Guadalajara, en forma de urbanizaciones con las mismas concepciones de ciudad y redes viales ya comentadas durante estos últimos párrafos, a través de despojos de tierras y con la permisividad de las administraciones en turno. Por lo mismo, se trataron de proyectos con nula o muy baja aportación al desarrollo de su contexto, creando segregaciones así como una mayor desigualdad social, económica y espacial [8].

Debido a lo anterior, surge la pregunta: ¿El espacio público llamado calle y redes viales, su planeación, diseño y construcción, responde a un PROCESO TÉCNICO o, en su caso, a un PROYECTO POLÍTICO? Si entonces es lo segundo, ¿quiénes la producen, para qué, porqué y con que propósito?

Aquí es importante retomar el concepto de *sostenibilidad*, ya que, después de una serie de trabajos, esta vez desde la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se culminaron con el informe *Our Common Future* de 1987, donde por fin aparece este término. En el documento, también denominado Informe Brundtland por su autora principal Harlem Brundtland (1939-), lo define como: *el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades*. Esto evolucionó hacia un sistema de desarrollo tripartita donde todos los proyectos deben tener una factibilidad social, ambiental y económica, para considerarse sostenibles [81], recogiendo las causas de los movimientos enunciados en este y el apartado anterior. En su revisión del informe, Deeming Borowy (2021) resalta en esta frase, que el término *necesidad*, se refiere mayormente a las personas con vulnerabilidades en el mundo [82].

Ya en la década de 1990, Saskia Sassen elaboró el concepto de *ciudad glo-*

¹⁹Mientras exista el capitalismo - y una actitud anticapitalista -, existirá el marxismo. Traducción elaboración propia. En otras palabras, la existencia del capitalismo y la resistencia contra él alimentan la relevancia del marxismo como una perspectiva alternativa [80].

bal, transformada por los efectos de las políticas de corte neoliberalista, en donde la desigualdad entre grupos en el poder y el resto de la población se agudiza [83]. Esta discusión se reflejó años más tarde en la expansión de su concepto hacia el *global street*, explicando una gran diferencia de como se viven las actividades en las calles de ciudades europeas y en ciudades de países en desarrollo [84]. Por las mismas fechas del fin del milenio, Pierre Bourdieu (1930-2002), advierte para varios escenarios del primer mundo, que existe una opresión que realizan algunos grupos, clases socio económicas situados en el poder, para con los demás, perjudicando sobre todo a grupos vulnerables y pobres, lo cual se ve reflejado en la misma construcción de las ciudades [85].

En esta misma década, los trabajos de Lewis & Mogridge (1990), dieron complemento a lo observado por Downs en 1962 y Braess en 1968, y revelaron de manera matemática y con datos reales, que la creación de nuevas vialidades, lo único que ocasionan es generar más tráfico, lo que se denomina como el efecto cinturón,²⁰ o el efecto demanda inducida.²¹ En el nuevo milenio, Manuel Herce (2004) describió el mismo fenómeno en España. Después de varios estudios de movilidad en ciudades españolas, dedujo que el tránsito vehicular tiene un comportamiento similar al estado gaseoso de la materia dentro de una red tubular cerrada. Esto debido a que en ese estado, los materiales tienen a expandirse en todo el espacio disponible [87, 88]. Esta necesidad por disponer de mayor espacio justificó desde las ciencias experimentales, la legitimación del desarrollo de políticas públicas en materia de infraestructura vial que terminan privilegiando a los usuarios privados, como los automóviles, así como el permiso para generar secciones de vialidad cada vez más grande.²² Aunado a esta justificación, se tienen que reconocer otros procesos neoliberales, como los explicados por David Harvey sobre los excedentes de capital, los cuales se tienen que poner en circulación de manera continua, explicando el crecimiento sistémico y masivo de las redes viales [90].

Lo anterior, a su vez, provoca procesos urbanos negativos, característicos de cada territorio. En las ciudades mexicanas, consecuencias como las bajas densidades, la poca conectividad y la dispersión son confirmados en parte del país por Ignacio Kunz (2015), quien considera que esta tendencia es insostenible [91]. Esto incide en el reducido margen de maniobra manifestada por administraciones

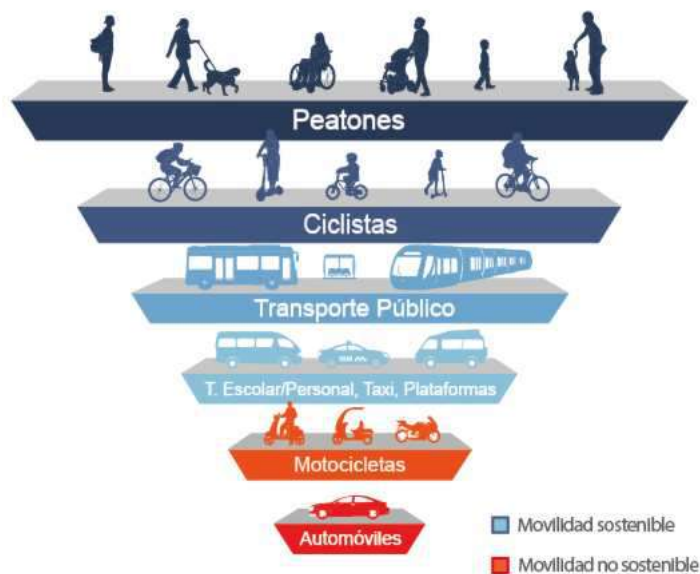
²⁰El efecto cuando una persona se desabrocha el cinturón debido a un sobrepeso, lo que ocasiona es que se gane más peso con el paso del tiempo ya que existe más espacio para albergarlo.

²¹Esto implica reconocer que existe una demanda latente, es decir personas que no utilizan el vehículo en una determinada zona de la ciudad, debido a varias características como el propio congestionamiento. Entonces, cuando anuncian un nuevo proyecto vial, estas personas empiezan a utilizar más el vehículo, debido a la aparente mejora. Al paso de pocos años, este incremento de usuarios saturan la red vial por lo que el problema no se solucionó [86].

²²Existen ejemplos extremos como los 26 carriles de sección en ciudades como Los Angeles, Houston o Beijing, lo cual equivale a 100 metros, o el ancho de una cuadra regular de ciudad. Jake Wiersma abordó un análisis sobre la dependencia del carro en el contexto europeo, y cómo la configuración tanto de la calle en su infraestructura, como también en el contexto de la ciudad y sus actividades, la mitigan o en caso contrario, la potencializan [89].

públicas, en relación al creciente tamaño de la ciudad y el financiamiento para su desarrollo. Kunz (2011) comenta sobre los procesos negativos que conlleva, como el deterioro urbano, la especulación, algunos tipos de cambios de uso del suelo, la sobre densificación o la declinación [92]. Elena de la Torre (2006) expone lo anterior en la zona metropolitana de Guadalajara, la tercera más grande del país con 5.2 millones de habitantes. Aquí, de la Torre describe el crecimiento urbano a partir de grandes ejes, cuestionados por promover los efectos negativos anteriormente enumerados (deterioro urbano, especulación, cambios de uso), y de manera específica en lo relativo a las redes viales (protección al peatón, limpieza, semaforización) [93].

Figura 2.6: Pirámide de la movilidad sostenible.



Fuente: Elaboración propia en base a varios autores, 2020. [62].

Es en estas fechas de los 2010s, cuando el concepto de sostenibilidad se contextualiza con el de movilidad y poco tiempo después, con la pirámide sostenible de movilidad (Fig. 2.6). Debido a que es un tema reciente, el trabajo de los diversos autores comentados durante este apartado, se puede calificar como importante dentro de la historia sobre la movilidad sostenible. Las críticas sobre la producción espacial, sobre la lucha de clases, la imparcialidad en las intervenciones y orientaciones del presupuesto, deben ser parte de una teoría general sobre la movilidad sostenible. Salvador Rueda propuso en 2010, en su Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana, que la movilidad sostenible debe ser aquella donde la prioridad es en los desplazamientos activos (a pie y en bicicleta) y colectivos (transporte público, empresarial y similares) [94]. Es importante mencionar que este largo recorrido del trabajo que hace ONU Hábitat (2021), para establecer los conceptos de sostenibilidad, ha generado en últimas fechas la creación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [95]. Varios

de estos son vinculantes con el tema de la movilidad como el ODS 11, el cual tiene en sus objetivos para el año 2030, el de *proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles* [96].

Es importante comentar, que el concepto de la pirámide sostenible de movilidad (Fig. ??), se elabora para identificar los modos o formas de desplazarse en una ciudad, jerarquizados de acuerdo a una mayor eficiencia en cuestión de costo y beneficio para la ciudad, así como la vulnerabilidad [97]. La pirámide incluso apunta primero a la movilidad activa aunque en varias cuestiones, el transporte colectivo o la bicicleta reportan beneficios competitivos y en muchos casos complementarios, resultando en conceptos como la calle completa. De manera contrastante, los datos vehiculares para el año 2022 en México, es de 55,1 millones de vehículos, en comparación con los 1,500 millones en el mundo, lo cual ya representa un 4 %, es decir hubo un ligero crecimiento de su representación a nivel mundial, a diferencia del 1 % de 1930 y del 1900.

Como resumen, en este apartado se mostró la explosión de actividades y procesos de la revolución industrial así como el surgimiento de los servicios y actividades terciarias, lo cual a su vez llevó a una explosión de las ciudades, en términos de vehículos y de población en las ciudades. También, se detalló a profundidad sobre un grupo diverso de personas destacadas en el análisis crítico sobre la producción espacial, sobre la lucha de clases y de paradigmas dentro del diseño vial y la movilidad. De manera alternativa pero complementaria, fue la aparición del término de sostenibilidad, el cual se fue vinculando con los anteriores movimientos cuando se formula el término de movilidad sostenible.

A pesar de la exposición crítica anterior, aún persiste la tendencia de priorizar proyectos para la movilidad motorizada privada y de baja ocupación, como lo ejemplifica Todd Litman en el contexto anglosajón [98]. De aquí la pertinencia sobre estudios que puedan reivindicar desde la perspectiva teórica, la lucha espacial entre clases socio económicas de los casos de estudio. Debido a lo anterior, la formulación de propuestas para revertir esta tendencia, implica entre otros, un reconocimiento de los paradigmas comentados al inicio. Como parte de ese reconocimiento, y de las lecturas dadas en este capítulo, se realizan las siguientes preguntas, que ayuden a orientar la investigación y obtención de datos:

- ¿Qué desigualdades socio espaciales se reproducen con la producción de la infraestructura que facilita la movilidad?
- ¿Qué clases sociales se favorecen y de qué manera?

Preguntas similares al acápite introductorio, y que se responden durante los siguientes capítulos a medida que se describen los procesos globales en la especificidad de los casos de estudio en Querétaro y Monterrey, mismos que se fundamentan con las estadísticas descriptivas en el capítulo metodológico.

Antecedentes en casos de estudio Querétaro y Monterrey

Una vez revisados los antecedentes globales, se profundiza en este tercer capítulo sobre los casos de estudio que sirvieron a la creación y comprobación del modelo. Se detectaron tres estadios bien diferenciados, sobre las circunstancias socio económicas, y del pensamiento espacial local, los cuales influyeron en la producción de las calles y redes viales en las zonas metropolitanas de Querétaro y Monterrey.

El primer estadio, reconoce las actividades y pensamiento locales, sobre los grupos e imperios que existieron, anterior a la llegada de los españoles. En este punto se contrasta el periodo de conquista, donde la fundación de ambas ciudades, a partir de la influencia europea renacentista por recuperar el orden urbano, generó retículas semi regulares, buscando la organización y control de los nuevos territorios. El ambiente agrícola y comercial descrito por Moreira sobre el paisaje urbano, antes de la asimilación de la primera fase de la revolución industrial en México, se materializó con la llegada de las industrias al país y a las ciudades de estudio hacia mediados del siglo XIX.

El segundo estadio, como se vio en el apartado global, trata sobre el impacto del maquinismo en la producción espacial de Querétaro y Monterrey, con la llegada de vehículos en rieles de fundición en ambas ciudades durante el final del mismo siglo XIX, terminando con la aparición del vehículo. La instalación industrial vinculada a estos rieles, implicaron una extensión de la ciudad impactando el orden de la retícula. El paisaje fabril fue transformando el ambiente dentro y en los alrededores de las ciudades, a medida que fueron creciendo.

La explosión de la ciudad, sucede en el tercer estadio, cuando se agrupan varias situaciones, entre ellas, el acceso masivo de la población al vehículo motorizado, así como la explosión industrial, demográfica y por ende, de producción espacial, siendo los últimos 40 años del periodo neoliberal con los datos más alarmantes. Debido a ello, la retícula llegó a un punto de quiebre, empezando una red vial mas caótica y compleja. Mientras esta nueva red ya no aportó eficiencia al sistema si no todo lo contrario, el paisaje urbano en los siguientes momentos de crecimiento de ciudad fue una mezcla entre el rostro fabril del siglo anterior, con los nuevos servicios y actividades terciarias que fueron surgiendo.

3.1. La retícula espacial como modelo de control

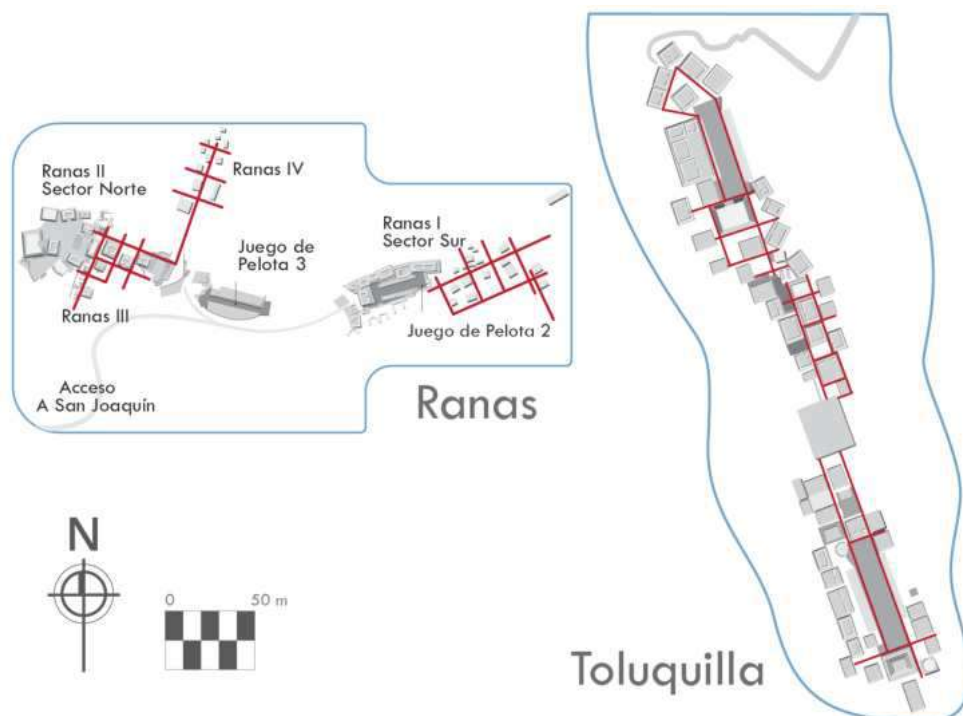
Como se menciona en el capítulo anterior, la aparición de Querétaro y Monterrey sucede durante el siglo XVI, como parte del periodo de exploración y conquista española. Vestigios de asentamientos precolombinos en América, de muchos siglos atrás, con sus propios elementos culturales, dan una cierta pauta del pensamiento espacial y de construcción existente en las culturas originales. Un elemento importante, es que en toda la región prehispánica, los desplazamientos se realizaron a pie, debido a que el ancestro del caballo se extinguió en este continente, hasta su retorno con la llegada española,¹ y con ello, la inminente división espacial de los traslados.

En el caso de Querétaro, se tienen antecedentes sobre las culturas Otomí, Chichimeca y Tolteca, las cuales predominaron durante diferentes tiempos en los territorios de la actual zona metropolitana. La cultura Otomí es la de mayor antigüedad, existiendo evidencia de grupos en el 5,000 AC, tal vez la etnia más antigua en el centro de México. Tuvieron cosmo-visiones arraigadas en la naturaleza y la espiritualidad, por lo que su concepción del espacio estuvo ligada a una relación armónica con el entorno natural. Elementos geográficos, como montañas y ríos, tuvieron un significado espiritual y determinaron la organización de asentamientos [100]. Aunque no se ha identificado una urbanización compleja al estilo de las grandes ciudades originarias como Tenochtitlán, se han encontrado evidencias de asentamientos y estructuras arquitectónicas que indican cierto grado de planificación en la disposición de viviendas y áreas de cultivo [101]. Uno de los pocos vestigios arquitectónicos que se tiene registro, es la construcción de la pirámide Gran Cue, la cual data desde el 300 AC y por donde hicieron veneraciones la mayoría de culturas comentadas con anterioridad. Esta construcción perdura hasta nuestros días con el nombre Pirámide El Cerrito, en el sur de la zona metropolitana de Querétaro. Siglos después, se realizaron los asentamientos de las Ranas y Toluquilla, hacia el norte de la actual zona metropolitana. Aunque no se encontraron vestigios de calles, la disposición de sus edificaciones permite deducir, como se observa en la Fig. 3.1 una organización del espacio a partir de un eje principal, así como parajes más cortos en una disposición perpendicular al eje primario. Es decir, una forma de retícula básica.

Por su parte, la cultura tolteca apareció en el siglo VII DC, estableciendo un imperio en base a ciudades estado, a partir de una ideología socio política y religiosa de carácter profundamente militarista. Se puede inferir ciertos aspectos sobre su concepción del espacio, a partir de la arqueología y la arquitectura que ha sobrevivido. Uno de ellos es el orden y la simetría. Las estructuras y edificaciones parecen haber sido cuidadosamente planificadas para lograr una distribución armoniosa de los elementos. Inclusive hay autores que sugieren un trabajo en la producción espacial, alineado a eventos astronómicos [102]. Sin embargo, estas se encuentran lejos de la zona de Querétaro.

¹Tanto los caballos como las vacas, corderos y similares, llegaron con los españoles, y también con ello parte de las epidemias como la viruela, el sarampión, el tifo y la malaria [99].

Figura 3.1: Esquema de retícula en asentamientos de Ranas y Toluquilla.



Fuente: Elaboración propia con datos de INAH (2024).

Por último, la Chichimeca fue un grupo en su mayoría nómada, que fueron apareciendo mediante invasiones hacia el siglo XIII. Estos grupos permanecieron incluso al periodo de conquista, sobreviviendo mediante tácticas de guerrilla hasta lograr, siglos después, un acuerdo de paz. Cabe comentar, que al ser un grupo nómada y salvaje, no se tienen muchos registros sobre el pensamiento filosófico ni la producción espacial.

Para el siglo XIV, durante el apogeo del Imperio Azteca, los mexicas llevaron a cabo una serie de campañas militares para expandir su territorio y someter a pueblos vecinos. Los grupos existentes en la zona de Querétaro, al igual que muchos otros grupos indígenas de la región, fueron conquistados y se convirtieron en parte del Imperio Azteca. En el siglo XV, el emperador Moctezuma (1466-1520), instala Tlachco como uno de los límites del Imperio Mexica, y que a la postre sería el mismo sitio donde se fundó Querétaro.²

La conquista española significó un cambio en algunas lógicas ya que la centralidad del Imperio Mexica se mantuvo pero surgió una ampliación hacia Veracruz con motivo de generar la ruta de comunicación y control desde el viejo continente. A mediados del siglo XVI, la fundación de Querétaro integró los an-

²Ambas palabras, Tlachco y Querétaro, significan lo mismo: cancha de pelota, aunque el primero es en náhuatl y el segundo está en purépecha. Hacia el este de Querétaro existe una cañada, la cual, al tener una similitud con las proporciones geométricas de la cancha de pelota, decidieron definir cerca de ahí el sitio y nombre del asentamiento.

teriores trazos de Tlachco a lo largo del Río Querétaro, ya que el objetivo de la corona, fue establecer el sitio como un punto de vigilancia entre la ruta de minas en Zacatecas y la Ciudad de México. Habría que apuntar una gran diferencia entre el lado oriente de la retícula, el cual tiene un trazo más orgánico, y el lado poniente, el cual es mucho más regular. El área inicial constó de 215 hectáreas aproximadamente, y para el año 1590 se distinguió una segregación espacial de acuerdo a la etnia, ya que existieron barrios para mexicanos, negros y chichimecas, así como otros congregados [103].

Es importante mencionar que en ambas fundaciones, la de Tlachco y Querétaro, se reconocen procesos prehispánicos de la *apropiación, sacralización y distribución del espacio urbano* [104], debido a que Querétaro fue fundado como *Pueblo de Indios* en un inicio.³ Los requerimientos y rituales de la cultura Otomí, mencionan la necesidad de un ambiente lacustre, lo cual orientó los asentamientos desde lo que actualmente se denomina La Cañada en dirección hacia un lugar más bajo, donde se encuentra la ciudad actual de Querétaro. También, se estableció una orientación visual de acuerdo a los ríos y cerros existentes, para localizar los ejes principales del asentamiento, definiendo el centro en el cual se instaló un centro ceremonial [104].

De acuerdo a Lourdes Somohano (2006), el cerro de San Gremial o también llamado *De la Cruz*, fue donde se establecieron principalmente los pobladores de Tlachco, aduciendo a la existencia del tianguis donde se hacían los intercambios comerciales y culturales, así como del centro religioso. Aún así, existió una cantidad considerable de pobladores, cuyos lugares de residencia se localizaron en las cercanías [105]. Lo anterior nos permite inferir un par de cuestiones: que parte de la población vivió en este cerro, pero otra parte importante, lo hizo de manera cercana y dispersa, por lo que existieron patrones de viaje un tanto similares a la época actual, es decir, de la vivienda hacia las actividades principales, ubicadas en el cerro, funcionando a manera de núcleo urbano. Por lo anterior, también se infiere la existencia de caminos que comuniquen estas viviendas con la traza original de Tlachco.

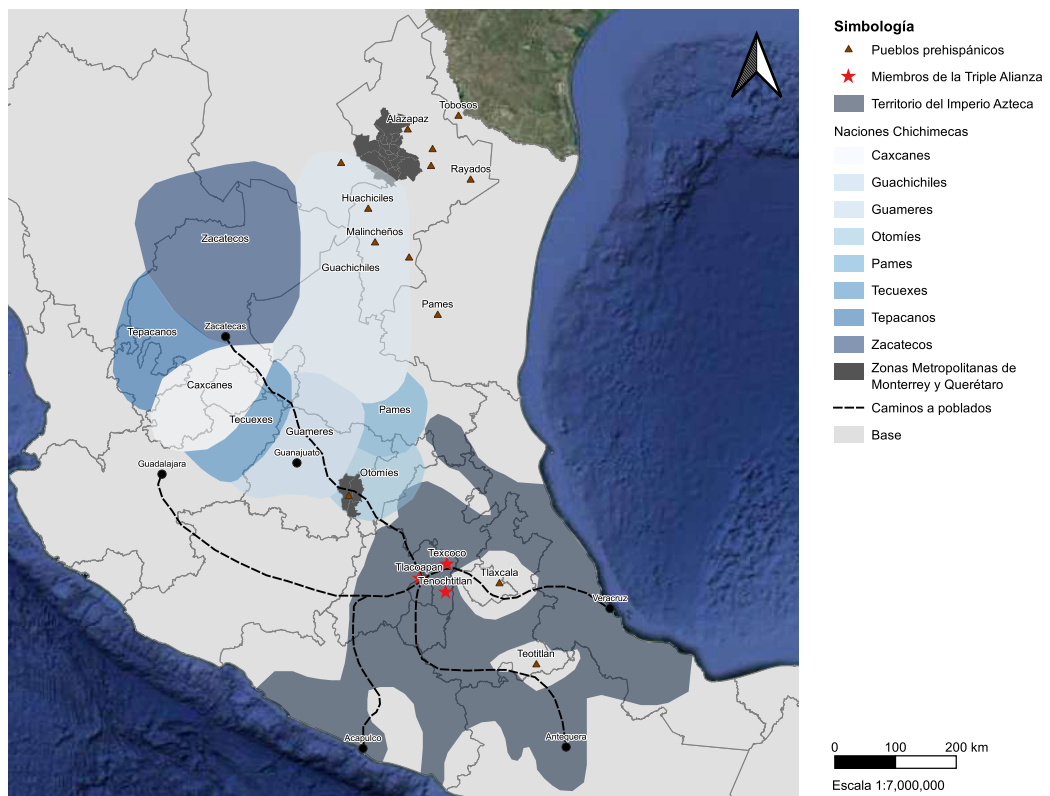
En lo que respecta a la organización socio económica, se observa una diferenciación entre los europeos y los locales, la cual se manifestó de manera espacial y en el número de la población. Mientras que en Tlachco se estimó que existieron unas 60 viviendas, cuando se fundó la ciudad de Querétaro, se asentaron no más de 10 familias españolas, abarcando el territorio actualmente ocupado por el Pueblo de Indios, lo cual indicaría un despojo de tierras. Para finales del siglo XVII, se definió una zonificación clara de la ciudad, la cual se distribuyó a lo largo del río, con la parte superior para los españoles y la inferior para los grupos originarios, los cuales representaron una mayoría compuesta por

³Como se comentó en el capítulo anterior, la corona española planificó el control de los nuevos territorios, y para ello, promulgó las Leyes de Indias donde se establecieron algunas normas como la traza urbana reticular. También, dictaminó la estrategia de reunir a los grupos prehispánicos en localidades, para tenerlos bien localizados, denominando estos sitios como Pueblo de Indios, con algunas características basadas en las Leyes de Indias, permitiendo ajustes de acuerdo a cada contexto [105].

diferentes grupos como los otomíes, chichimecas, tarascos y nahuas, llegando a ser nueve de cada diez en la población total. Esta proporción fue revirtiéndose de manera gradual, hasta que a finales del siglo XVIII, la población indígena representó la mitad y para el siglo XIX, una cuarta parte de la población [106].

Carlos Arvizu (2005), describe la importancia de la ciudad ya que en 1671 se le consideró la tercera ciudad del reino [107], y para 1790 estuvieron cerca de los 10 mil habitantes [108]. De acuerdo a Eduardo Vargas (2008) para las últimas décadas del siglo XVIII, la ciudad rozó los 30 mil habitantes, y la traza se compuso de 155 manzanas con 272 calles [109], prácticamente la misma área de la fundación. Importante destacar las actividades previas de la industrialización, cuando la ciudad empezó a llenarse de *obrajes*, pequeños talleres de manufactura artesanal, debido a la cantidad de producción ganadera que se fue acumulando en ciudades cercanas.

Figura 3.2: Asentamientos prehispánicos entorno a Querétaro y Monterrey.



Fuente: Elaboración propia con datos de Portal Académico CCH UNAM (2024).

Dicho lo anterior, veamos el caso de Monterrey, el cual tiene de entrada una característica similar con Querétaro, en los múltiples grupos y culturas existentes alrededor de la actual ciudad y zona metropolitana, como se muestra en la Fig. 3.2. Existe muy poca información sobre el pensamiento espacial, la producción

del espacio o la composición socio económica precolombina en estos territorios, debido a que, al haber sido grupos nómadas, las culturas en esta zona no dejaron muchos registros escritos o asentamientos [110].

Se tiene certeza de que existieron alrededor de 250 grupos, los cuales en su mayoría vivieron en condiciones muy primitivas, comparables a la era del *pa-leolítico*, todos desnudos, con pintura en el cuerpo y cara, como una forma de distinción entre los diversos grupos. Se dedicaron a la recolección, caza e invasión de otros grupos y sus asentamientos eran temporales consistiendo en chozas muy rudimentarias [111]. Esta condición de nómadas debió requerir de un sistema funcional, en donde se dependía de la estación del año para establecerse una temporada y luego movilizarse a otra, por lo que existió un cierto orden en los asentamientos, de tal manera, que varios relatos de las incursiones españolas, reportaron una gran cantidad de poblados en esta región [112].

Los grupos con mayor presencia y de los más destacados fueron los indígenas rayados, conocidos como los *rayados del norte o rayados de la montaña*. Se ubicaron en la parte norte del actual Monterrey, hacia el poniente y tenían este nombre debido a que sus pinturas en el cuerpo eran rayas anchas. Otro grupo serían los coahuiltecos, un grupo numeroso que se dispersó por toda la Sierra Madre Oriental, hacia el poniente del actual Monterrey. Un tercer grupo importante fueron los Huachichiles, de la familia de los Chichimecas, ubicados al sur, con mayor formación guerrera, al grado de que los españoles tuvieron que realizar rutas más largas para rodear sus asentamientos [113].

Al ser nómadas, existen pocos relatos sobre los asentamientos de estos grupos. Piñera de Ramírez (1994), comenta la descripción de Alfonso de León (1639-1691) sobre los asentamientos existentes. La mayoría eran pequeños y los lugares eran cambiados con frecuencia. Una solución espacial que lograron conformar, consistió en construir cerca de 15 casas, que eran dispuestas en un semicírculo, donde cada una alojó entre ocho a diez personas, por lo que los asentamientos llegaron a los 120-150 habitantes [114]. Esta disposición temporal, junto a la división de actividades permite inferir sobre la movilidad prehispánica. Mientras que los hombres tuvieron que ir a cazar o luchar en caso de alguna confrontación con otro grupo, las mujeres se encomendaron a la recolección de frutos, la elaboración de prendas y el cuidado de la casa y de los niños.

Para 1525, la conquista de Tenochtitlán y algunas partes del actual México fueron consumadas, sin embargo la parte norte quedó durante un tiempo sin explorar. Hubo varias expediciones hasta ese momento, y la fundación de algunas villas como la Provincia de Pánuco en 1522, y Santa Lucía en 1577, conformarían un primer acercamiento al control territorial. La llegada determinante fue encabezada por Diego de Montemayor quien en 1596 fundó la ciudad de Monterrey, estableciéndola como un punto estratégico en el noreste de México, a mitad de camino entre Tampico y Zacatecas. La ciudad se situó entre dos cuerpos de agua, el Río Santa Catarina y el arroyo de Santa Lucía, lo cual refleja en una retícula de forma orgánica y un tanto irregular [115].

La fundación de Monterrey se basó siguiendo las Leyes de Indias [116]. Se

nombran algunas de estas ordenanzas, como la 114, *De la plaza salgan cuatro calles principales*, o la 110 *Se haga la planta del lugar repartiéndola por sus plazas, calles y solares a cordel y regla, comenzando desde la plaza mayor; y, desde allí, sacando las calles a las puertas y caminos principales, y dejando tanto compás abierto que aunque la población vaya en gran crecimiento, se pueda siempre proseguir en la misma forma*. Se describe una zonificación inicial con 26 manzanas [117], en donde se observa el inicio de la segregación socio espacial del espacio construido, de acuerdo a la diferencia de etnias, ya que, por ejemplo, los pueblos originarios tlaxcaltecas que ayudaron a construir la ciudad al norte del Río Santa Catarina, en cambio se debieron asentar hacia el sur de este río, fuera de la ciudad mientras que ésta fue ocupada por los españoles [118]. Habría que añadir a lo anterior, que hubo una práctica de esclavitud hacia con los pueblos originarios, lo cual determinó a erradicar por completo las costumbres y actividades de los grupos existentes, ya que se persiguieron con el fin de evangelizarlos y al mismo tiempo tenerlos en custodia, para luego utilizarlos en tareas o traficar con ellos [112].

Para el siglo XVII, fueron apareciendo haciendas dedicadas a la ganadería, fundando localidades que a la postre conformarían la zona metropolitana de Monterrey, primero en Cadereyta y en lo que hoy es Apodaca, Pesquería, y más tarde en Mier y Camargo entre otras. Para estas fechas, las principales conexiones de la ciudad, aparte de Tampico hacia el oriente y Zacatecas hacia el surponiente, fueron hacia el sur rumbo a Saltillo y Ciudad de México, mientras que el norte se mantuvo en constante conflicto con Francia. Para el siglo XVIII la ciudad de Monterrey pasó los 6 mil habitantes [119], observándose un crecimiento urbano hacia el norte y poniente, siguiendo y traspasando los cuerpos de agua por lo que su trazo siguió siendo un tanto irregular. Para finales de este siglo, la traza urbana consistió en doce cuadras en su extensión oriente a poniente, mientras que de norte a sur fue de cinco [120].

Como conclusión de este primer estadio, se describen remanentes de culturas prehispánicas en las zonas de estudio, que permiten establecer un cierto orden, incomprensible para los visitantes europeos quienes cambiaron el paisaje físico existente. Tanto Querétaro como Monterrey se fundaron en base a una estrategia territorial de la corona española, con una red vial en forma de retícula. En ambos casos, se establecieron actividades agrícolas y ganaderas bajo un esquema de explotación esclavista para con los pueblos originarios, mientras que la retícula fundacional fungió como un control en dos sentidos: local para la segregación socio económica de la población, como regional en el control territorial del Virreinato. La población y por ende la red vial, fueron creciendo de manera conservadora y limitada en ambos casos.

3.2. Extensión de la retícula y paisaje fabril

En este apartado, que abarca el siglo XIX, se comentan aspectos sobre el cambio en el paisaje agrícola comercial que predominó durante la fundación de las ciudades novohispanas, hacia la asimilación de la primera revolución industrial en México, lo cual aceleró las relaciones y actividades del país, y con ello, el paisaje urbano, el rostro de las ciudades.

La ciudad de Querétaro, debido a la cercanía que tuvo con la corona, fue perdiendo atractivo durante la Guerra de Independencia (1810-1821), y parte de su población extranjera, compuesta por muchos españoles que apoyaron el virreinato, tuvieron que abandonar la ciudad durante y después de la guerra. La élite original, compuesta por hacendados ganaderos, fue cediendo espacios para los comerciantes y adinerados de otras regiones, generando pactos y uniones familiares para mantener el control, en lo que algunos autores nombran como oligarquía [121]. Parte de este control, también generó en el esfuerzo para la recuperación económica de la ciudad, donde la gran cantidad de talleres manufactureros, conocidos como *obrajes*, dieron paso a las primeras fábricas.⁴

Para 1836 se instalaron varias industrias textiles, la principal de la mano de Cayetano Rubio (1791-1876), un español que adquirió propiedades como la hacienda de El Molino Colorado, lugar donde se empezó a construir la fábrica de hilados y tejidos El Hércules. La planta comenzó a trabajar en 1846, convirtiendo a Cayetano Rubio en el primer industrial de Querétaro y a la fábrica en la segunda de su tipo en México, después de la Constancia en Puebla, siendo estas, las dos ciudades que dominaron este aspecto a nivel nacional [123].

Al no haber extendido su traza, la ciudad siguió conformada por distancias accesibles, por lo que, la mayoría de los desplazamientos se realizaron a pie, mientras que los traslados a caballo y en diligencias, se ocuparon para el comercio regional.⁵ Hacia los 1870s, la llegada del ferrocarril y del sistema de tranvías sobre rieles y con tracción animal, disminuyeron el servicio de las diligencias. Lo anterior, debido a la capacidad de carga que brindó el ferrocarril y el tranvía como complemento, catalizando la producción e incentivando el proceso industrial a nuevas escalas. Las industrias de Cayetano Rubio se ampliaron, localizándose La Purísima y San Antonio, también en las afueras de la traza urbana, lo cual de acuerdo a Imelda Gonzalez (2013), no cambió la estructura urbana [126], aunque si la dinámica de movilidad, debido a los desplazamientos centro periferia.

⁴Sobre esto hay un debate entre el concepto de obraje y trapichero, ya que algunos autores consideran a los primeros ya como fábricas, mientras que a los segundos como taller artesanal. Al respecto, Chávez Orozco (1986), menciona que el obraje fue [...] *el embrión que al desarrollarse —por acumulación—habría de dar nacimiento a la fábrica contemporánea y será la forma como se enuncia en América la etapa manufacturera.* [122].

⁵Se le conoció como diligencias a las carretas que comercializaron diversos productos tanto de la minería como la agricultura y ganadería, las cuales predominaron en las últimas décadas en esta región junto con Guanajuato, Zacatecas y San Luis Potosí [124]. Los llanos extensos y el clima, favorecieron la producción ganadera, y debido a esto es que esta zona de El Bajío, se le denominó con el término de *el granero de México* [125].

El diseño de las calles tuvo una ligera transformación debido a los nuevos sistemas. Si bien desde un siglo antes, la división espacial entre peatones y vehículos mecanizados fue muy ventajosa para estos últimos, como se comentó en el capítulo pasado, en la Fig. 3.3 se observa como la inclusión de los durmientes, el alumbrado, y en algunos casos el arbolado, reforzaron esta división.

Figura 3.3: División espacial de una calle en Querétaro siglo XIX.



Fuente: Karina Jiménez. Diario de Querétaro (2017).

La población siguió siendo reducida para los cambios económicos que sucedieron, ya que Eduardo Vargas (2008) comenta que el censo que realizó el estado en la última década del siglo, marcó a Querétaro ciudad con poco más de 39 mil habitantes [109] mientras que Carmen Icazuriaga (1994) cuenta 33 mil [127]. Esto confirma la breve expansión de la retícula, la cual desde su fundación hasta estos años, pasaron casi cuatro siglos sin cambios. Hacia finales del siglo, sectores medios y populares fueron irrumpiendo en la escena socio económica y política, presionando por más control de la ciudad a través del ayuntamiento [121]. Sin embargo, la élite social, fortalecida por uniones familiares entre los hacendados y comerciantes adinerados, siguió imponiéndose, generando el descontento social que desencadenó parte de la Revolución Mexicana.

Ahora veamos el caso de Monterrey. En 1803 Isidro Vizcaya (2006) reportó una población de 6 mil personas en la ciudad aunque para 1824 esa cifra se duplicó, debido en parte por el incremento en la seguridad de la región, al establecerse el Nuevo Santander lo que hoy es Tamaulipas el estado que dio acceso al Golfo de México y a las rutas marítimas comerciales [128]. Este acceso significó junto con el término de la colonia en 1821 y la independencia de Texas en 1836 (que ocasionó el reposicionamiento de la frontera internacional con el país del norte), en sendos eventos que cambiaron de manera importante la fisonomía urbana. La frontera abrió un mercado internacional con el norte, lo que capitalizó la ciudad, dinamitando su crecimiento. La mancha urbana creció de manera notable tanto hacia el norte como al sur [129], con manzanas de 100 varas por lado, lo que llevó a tener un trazado mucho más regular.

La segregación racial de antes de la independencia, fue orientándose ha-

cia quienes tuvieron las capacidades económicas. Esta élite se conformó de los grandes comerciantes que aprovecharon la posición de frontera abierta con Estados Unidos, así como los industriales, los hacendados, los afines a los gobernantes en turno y la base de personas educadas con la ideología positivista del momento, los llamados *científicos* [130].⁶ A diferencia de Querétaro y otras ciudades del país, en Monterrey se empezó a notar mucho más, la apertura de pequeños talleres durante esta primera mitad de siglo,⁷ fungiendo como el antecedente inmediato de la industria mecanizada de la región [132, 133].

Los desplazamientos fueron iguales que en Querétaro, aunque con una mayor proporción. Las diligencias por ejemplo, en algunos casos llegaron a tener hasta 10 mulas, haciendo viajes hacia todas las conexiones conocidas en ese momento, incluyendo puntos del norte como San Antonio o Nueva Orleans [128]. De manera similar a Querétaro, hacia finales del siglo llegaron el ferrocarril y los tranvías.⁸ En la Fig. 3.4 se observa, de manera similar que en Querétaro, la división espacial de la calle.

Figura 3.4: División espacial de una calle en Monterrey siglo XIX.



Fuente: Gabriel Contreras. La Zona Sucia (2024).

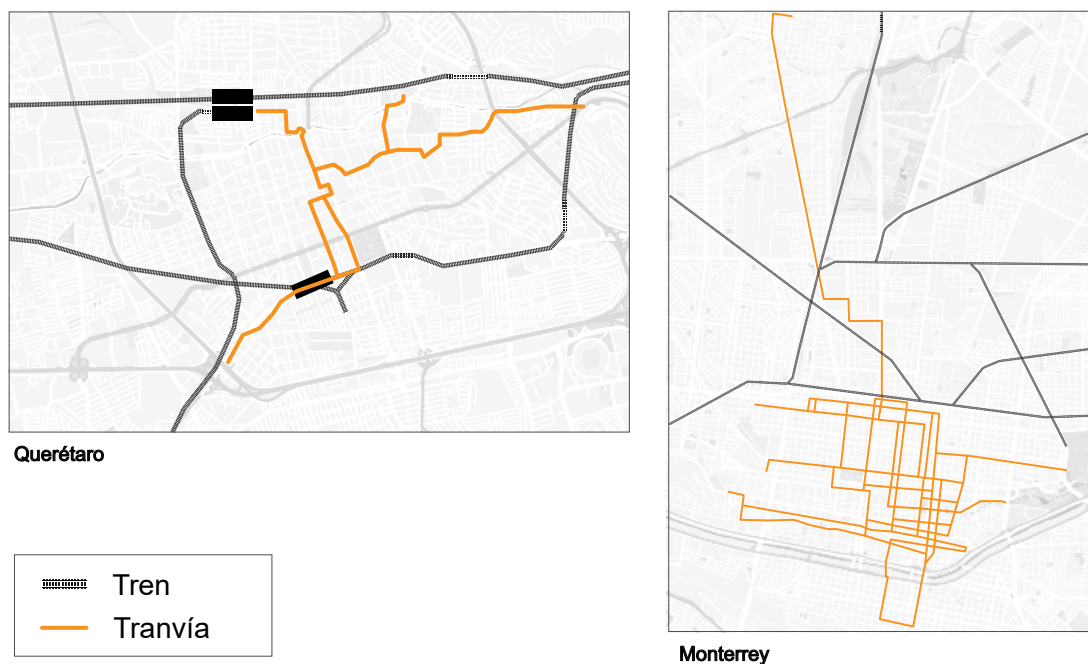
⁶Mario Cerutti et al (2000), detectaron que poco más de cuarenta familias de diez apellidos repetitivos (Zambrano, Sada, Gonzalez Sada, Clariond, Garza Sada, Lobo, Maldonado, Ramirez, Sant), lo que se conoce como las *empresas madre*, estuvieron vinculadas a más de 260 sociedades desde finales de este siglo XIX [131].

⁷Talleres como trapiches, fábricas de mezcal, molinos de trigo y obrajes, y otros más domésticos como talleres de platería, de sombrero y calzados, entre otros. Las tenerías y curtidoras de piel, fueron las más numerosas y un soporte importante de la economía. Para 1854 se instaló la primer gran fábrica de textiles que se denominó La Fama, aunque fue un hecho aislado ya que pasaron dos décadas más para la activación de la segunda gran fábrica textilera, El Porvenir en 1872 y La Leona en 1874 [128].

⁸El primer tren llegó en 1882 proveniente de la frontera con Laredo, terminando la conexión hasta Ciudad de México en 1887, mismo año en que inició la conexión hacia el puerto de Tampico, terminando en 1891, mientras que en 1889 empezó la construcción del ramal hacia Torreón, culminando en 1891 [128].

En cuanto a la población y superficie urbana, en las últimas dos décadas del siglo, se notó la separación de Monterrey con respecto a Querétaro y otras ciudades del país. La población pasó de 35 mil habitantes en 1880 a 60 mil en 1900, mientras que la mancha urbana creció quince veces en superficie, producto del acaparamiento de tierras por parte de empresarios quienes instalaron las primeras industrias [118]. El sistema ferroviario y tranviario creció de tal manera (Fig. 3.5) que se contaron alrededor de 40 kilómetros de tendidos [128].

Figura 3.5: Traza tranviaria y ferroviaria en Querétaro y Monterrey.



Fuente: Elaboración propia con datos de Imelda González (1990) y Allen Morrison (2022) [123, 134].

Como conclusión, en este apartado se confirmó el inicio de la industrialización y su impacto en las actividades económicas tanto en Querétaro y sobre todo en Monterrey que aprovechó su condición de frontera. También impactó en la movilidad con la incursión de redes tranviarios y el tren, para movilizar la gran cantidad de productos que entraban y salían de las ciudades. Esto a su vez, cambió la configuración del paisaje urbano, con la instalación de fábricas así como la extensión de la red vial, sobre todo en Monterrey. Aunque se siguió observando en ambas ciudades, un cierto orden en la extensión reticular, la división espacial de las calles quedó manifestada en favor de los vehículos. La élite socio económica, pasó de ser conformada por hacendados ganaderos a diversificarse, agregando a los adinerados en general, quienes fueron uniéndose en sociedades familiares para mantener el control de la ciudad. Lo anterior significó en una profundización de las desigualdades socio-económicas, evidenciándose en la producción espacial de las ciudades y las calles.

3.3. Rotura y explosión de la ciudad

De continuidad con el apartado anterior, se sitúa la descripción de ambas ciudades, a inicios del siglo XX, y se describen varios procesos que impactaron de manera contrastante a lo ocurrido desde la fundación tanto de Querétaro como de Monterrey, si bien en esta última se fue gestando una extensión de su retícula de manera importante. Múltiples factores como, una segunda etapa de industrialización, la creciente influencia del automóvil, así como conceptos en la planificación como la ciudad jardín, junto a las operaciones inmobiliarias primero en Querétaro y luego en Monterrey, así como la entrada del periodo neoliberal hacia el final del siglo que significó la aceleración de los demás procesos, fueron impactando durante diferentes momentos del siglo XX, lo cual se tradujo en crecimientos muy desproporcionados, en comparación con los primeros cuatro siglos desde la fundación de ambas ciudades.

En Querétaro, el siglo inició con la aparición del cuerpo motorizado, en la circulación del primer vehículo de motor y privado en 1904, mientras que el sistema ferroviario y tranviario se fueron consolidando durante esta primera década. En 1910, Francisco I. Madero (1873-1913) promulgó el Plan de San Luis buscando la resignación de Porfirio Díaz, dando inicio a la Revolución Mexicana (1910-1920), marcando esta década como intermitente en la producción espacial y en la movilidad, debido también al impacto mundial de la primera gran guerra.

Para los 1920s y 1930s, el sistema de tranvía existente tuvo una serie de problemas tanto económicos como sindicales, lo que llevó a cambiar su tracción a mecánica pero esto complicó aún más las cosas, ya que el fácil acceso a los energéticos dio paso a la entrada de autobuses y con ello una competencia muy fuerte que los llevó a desaparecer en los 1940s. Por otra parte, la ubicación estratégica de la ciudad entre dos de los mercados mas importantes como la capital y el norte del país, permitió convertirse en un polo importante de desarrollo [126]. De manera complementaria, se inició un proceso de industrialización apoyado de una estrategia nacional para vigorizar el mercado interno a base del modelo de sustitución de importaciones.

En 1947 se formuló el Plano Regulador de Querétaro, el cual determinó los nuevos crecimientos en una zonificación de acuerdo al ingreso lo cual evidencia una nueva manera de segregación poblacional [103]. La retícula fue extendiéndose en torno a tres corredores bien diferenciados: hacia el norte rumbo a San Luis Potosí, hacia el oriente rumbo a CDMX, y hacia el poniente rumbo a Zacatecas y Guadalajara. Habría que apuntar que estos agregados se hicieron siguiendo líneas generales de la retícula existente, por lo cual se consideran extensiones de la misma y no tanto una rotura del orden urbano establecido.

Para el comienzo de los 1950s, estos crecimientos se fueron consolidando mientras que se construyó la carretera Panamericana, actualmente la carretera federal 57, agilizando el traslado de la producción industrial junto al eje ferroviario [126]. Por este tiempo aparece en escena el consorcio Ingenieros Civiles Asociados (ICA), quienes construyen la carretera, así como la adquisición de tierras

ejidales circundantes a la misma. Al obtener accesibilidad vial, el consorcio tuvo mayor facilidad para cambiar el uso y poder desarrollar viviendas [135].

Sin embargo, la traza urbana de Querétaro no cambió de manera contundente, sino hasta la década de los 1960s, cuando se empezó a privilegiar al capital inmobiliario, tanto en forma de industria pero sobretodo para el desarrollo habitacional de mayor escala, es decir, en forma de fraccionamientos. De acuerdo a Beatriz Peralta (1986), en esta época surgió la práctica monopólica tanto por el acaparamiento de tierras como en la fijación de precios [135].⁹ Apareció la figura del conjunto cerrado lo que detonó la retícula hacia los cuatro puntos cardinales como menciona Imelda Gonzalez (2013) [126].

En la década de los 1970s, se percibe otra forma de rotura en la retícula, debido a que surgieron desarrollos separados del continuo urbano, en lugares distantes y aprovechando la conectividad que brindaron algunas vialidades. Se puede afirmar entonces, que es aquí donde se empieza a notar la influencia del automóvil, debido a la accesibilidad en términos de tiempo y espacio que brindó, por lo que surgieron infraestructuras como el libramiento Norte en el actual Boulevard Bernardo Quintana, también construido por ICA.¹⁰ Existen algunas contradicciones referente a la superficie urbana de la ciudad,¹¹ aunque es seguro afirmar, que se triplicó el área durante esta década, debido a la estrategia neoliberal de inversiones que vivió el país hacia finales de la misma.¹²

La década de los 1980s inició con una operación inmobiliaria sin precedentes en la ciudad. Alrededor de 1,300 hectáreas de tierra ejidal se adquirieron para su desarrollo y especulación en lo que ahora se conoce como Jurica [135]. Se sumaron otros núcleos urbanos cercanos a Querétaro, terminando por ser parte de la zona metropolitana. Javier Delgado (1993) logra contabilizar para 1980, mil

⁹Para ese entonces, contadas empresas pero sobre todo ICA, fueron acaparando tierras ejidales equivalentes a más de la mitad de la superficie existente en aquellos años, las cuales se fueron desarrollando en forma de nueva infraestructura vial, vivienda, industria y en su momento, centros comerciales [135]. Este capital inmobiliario, procedió de diversos orígenes, como fondos de pensiones, excedentes de capital de otros sectores, o *capitales no transparentes* [136].

¹⁰El Ing. Bernardo Quintana fue uno de los directivos principales del consorcio ICA, por lo que cualquier obra que lleva su nombre está relacionado tanto con el desarrollo positivo inicial de Querétaro, que trajo trabajos y actividad económica, pero también con las subsecuentes externalidades negativas que hemos comentado.

¹¹De acuerdo a Christof Göbel (2015), en 1970 la superficie apenas superaba las mil hectáreas [137], mientras que Javier Delgado (1993) cuantificó 1,390 hectáreas, con una población estimada en 140 mil habitantes [138], y Beatriz Peralta (1986), manifestó 1,660 hectáreas [135]. Hacia 1980, la superficie llegó a 3,267 hectáreas de acuerdo a Beatriz Peralta [135], mientras que Christof Göbel manifiesta 2,890 [137], y por su parte Javier Delgado apunta hacia 4,920 ya sumando la conurbación con Corregidora y El Marqués [138].

¹²Aunque las políticas económicas del neoliberalismo se aplicaron en 1982, hay que mencionar, que el origen ideológico en México se remonta hacia 1946, con la creación del Instituto Tecnológico Nacional (el actual ITAM) por parte de grupos banqueros y de negocios tanto mexicanos como estadounidenses que seguían la escuela austríaca de crítica hacia el modelo socialista. La creación del instituto fue parte de una estrategia educacional para implementar esta naciente ideología, con el fin de “[...] preparar muchachos que dentro de treinta o cuarenta años puedan hacer la transformación de un país estatista a un país liberal capitalista” [139]

hectáreas entre Corregidora, Santa Rosa Jáuregui y Carrillo Puerto, aparte de los mencionados Jurica y Juriquilla [138]. La mancha urbana, al expandirse en estos núcleos y sobre los ejes comentados (al norte rumbo a San Luis Potosí y Monterrey, al oriente a CDMX y al poniente rumbo a Guadalajara), generaron un modelo de crecimiento radial, confirmando la rotura de la retícula, creando otros ejes radiales y generando discontinuidades en la traza urbana, con lo cual, la complejidad y caos urbano empezó a manifestarse.¹³ Por su parte, la movilidad motorizada privada tuvo un incremento proporcionalmente mayor que al crecimiento en la superficie urbana o a la población. En 1970 se tuvieron registrados 4 mil vehículos, para 1990 el número llegó a 76 mil, mientras que la superficie dedicada a este tipo de movilidad se vio incrementada a tal grado de llegar a conformar cerca de la mitad de la superficie urbana total [138].

En 1990, la evidente conurbación desde los 1980s, de Querétaro y algunas ciudades cercanas como Corregidora, El Marques y Huimilpan, se reconocería en una zona metropolitana, por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la cual llevaría el mismo nombre (ZMQ). El tratado de libre comercio firmado en 1992, permitió la entrada masiva de capitales extranjeros a país, impactando el territorio de Querétaro, entrando a una dinámica industrial de autopartes y metal mecánica. Nuevos barrios como Tlacote, Menchaca, Peñuelas, en el norte, así como Centro sur, Santa Bárbara, Tejeda y Emiliano Zapata en el sur, o Milenio III y El Campanario hacia el oriente, se fueron incorporando a la mancha urbana, mientras que aparecieron varios polígonos industriales, bajo la desregulación que el estado promovió para lograr cambios de usos de suelo, lo que provocó este incremento en la mancha [140]. El libramiento norte pasó a ser un boulevard al inaugurarse el libramiento noreste en 1992, mientras que también se construyó el libramiento sur [141].

Entrando al siglo XXI, se inauguró el nuevo aeropuerto así como nuevas infraestructuras como el anillo vial Junípero Serra y el libramiento poniente, mientras que la industria aeronáutica se convirtió en la atracción principal de nuevas inversiones. En términos de superficie y población, Christof Göbel manifestó 13,078 hectáreas [137], e Ignacio Kunz (2009) manejó 11,605 hectáreas, con una población cercana a los 690 mil habitantes, aunque habría que aclarar que Kunz contabilizó la zona urbana continua y contigua, es decir, no cuantificó a los núcleos desconectados de la mancha urbana principal [142].

Para la década de los 2010s, Querétaro y su zona metropolitana resintieron la crisis global del 2009, aunque su crecimiento retomó por arriba de la media nacional para los siguientes años [140], por lo que, la mancha urbana alcanzó a los nuevos libramientos, con una gran cantidad de nuevos desarrollos.¹⁴ Grandes

¹³Estos desarrollos tuvieron características atractivas en un inicio pero que a la postre significarían el no ser sostenibles. Su construcción en forma de conjuntos cerrados o con pocos accesos de conexión, en una gran mayoría bajo la lógica en la tendencia de ICA a la que se sumó otro agente que tendría gran influencia desde entonces, la familia Torres Landa con Jurica y Juriquilla. Beatriz Peralta calificó tanto el caso de ICA como el de Torres Landa, como agentes de desarrollos que no aportaron a la eficiencia de la ciudad, si no todo lo contrario [135].

¹⁴Con el desarrollo de Zibatá, Los Héroeos, Ciudad Maderas hacia el libramiento noreste,

vacíos urbanos fueron quedados en medio, por lo que la densidad poblacional estuvo mermando hasta llegar a las 35 viviendas por hectárea al año 2017, lo que comporta en niveles preocupantes.¹⁵ Se observa la tendencia hacia la baja si tomamos en cuenta que en el año 2000 fue de 38 viv/ha mientras que en el año 1990 fue de 45 viv/ha [143]. Por último, en 2016, el estudio urbano de ONU Hábitat Q500 (2018), mostró otra parte de los estragos urbanísticos, derivados de la producción espacial de las redes viales. Sus resultados indican que prácticamente la mitad del territorio urbano es dedicado a la movilidad motorizada en general, aunque gran parte de esta es realmente ocupada por los vehículos privados, dejando en gran desventaja al transporte público y al peatón [143].

Ahora veamos el caso de Monterrey, el cual arrancó el siglo XX con una mayor ventaja con respecto a Querétaro, en términos de actividad económica, población y consecuentemente, en la producción espacial de su ciudad. La población llegó a 80 mil habitantes en 1910, mientras que a la industria textil del siglo pasado, se le sumó la industria pesada como la producción de metales con la Fundidora de Fierro y Acero, la primera en su tipo en Latinoamérica. La segregación siguió la tendencia de finales del siglo pasado, localizando a la élite socio económica en las zonas centrales alrededor de las plazas, mientras que los barrios de trabajadores se localizaron cerca de las industrias importantes y por último las clases más bajas se ubicaron en la periferia [130, 144].

Los primeros carros empezaron a circular a inicios del siglo, y al igual que en Querétaro, aún no serían una influencia en la planificación vial [145]. La retícula existente, que se fue expandiendo de golpe en las últimas décadas del siglo pasado, fue consolidándose sin una necesidad inicial de extenderse más, teniendo hacia el norte unos límites artificiales en la traza ferroviaria y la industria pesada. La guerra civil revolucionaria y las inundaciones recurrentes del río Santa Catarina, impactaron en las actividades durante parte de los 1910s.

En la década de los 1920s, la economía empezó a repuntar a base de las actividades comerciales e industriales ya establecidas, surgiendo otras empresas como Cementos Mexicanos, Galletera Mexicana y Cervecería Cuauhtémoc [146]. La población creció llegando a 90 mil habitantes, consolidando la retícula y su extensión. Se construyeron varias carreteras como la conexión con Saltillo hacia el surponiente, con Ciudad Victoria hacia el oriente y con General Terán hacia el norte. Esta red de vialidades regionales sentaron la base de una traza irregular que terminaría de romper con la estructura viaria original [118].

Para 1930, la ciudad ya contaba con cerca de 150 mil habitantes y una extensión de 1,780 hectáreas, mientras que la mancha urbana creció hacia el norte,

Viñedos, Sonterra y Tres Cantos en el libramiento poniente, así como las eternas extensiones de Juriquilla hacia el norte de la ciudad como Zirándaro, Valle de Juriquilla, La Reserva, San Isidro. Cabe resaltar aquí, que gran parte de estos desarrollos son de la empresa Desarrollos Residenciales Turísticos y de la familia Torres Landa, quienes continuaron la lógica vista en los años 80s con Jurica.

¹⁵Salvador Rueda menciona que, a partir de los 40 viviendas por hectárea, los costos de servicios básicos urbanos se empiezan a elevar varias veces, en contraste con las densidades de 75 viviendas por hectárea, las cuales considera óptimas [94].

rebasando los sitios de infraestructura ferroviaria e industrial, también creciendo la traza tanto hacia el oriente como el poniente, consolidando las vialidades regionales de la década pasada. Es posible afirmar que es durante esta década, que la traza urbana dejó de extenderse de manera regular, para empezar la complejidad de una red vial más caótica, influenciada por la movilidad motorizada.¹⁶

Varias políticas hacia el final de la década, impactaron el territorio durante gran parte de los 1940s y 1950s,¹⁷ lo que en conjunto con la segunda guerra mundial y la posterior reconstrucción global, consolidaron a Monterrey como la ciudad industrial más importante del país [147]. En el paisaje urbano empezó el fenómeno de metropolización, debido a que algunas localidades y municipios fueron añadiéndose a la mancha urbana, como Guadalupe y San Nicolás de los Garza, quienes en conjunto con Monterrey contabilizaron una población de 375 mil habitantes, con una superficie que ya rebasaba las 4,774 hectáreas [148].

Para los 1960s se diversificaron las actividades económicas, los grupos locales incursionan en alimentos, banca, turismo y bienes raíces. A la mancha urbana existente se le unieron los municipios de San Pedro Garza García, Apodaca, Escobedo y Santa Catarina llegando la población a los 850 mil habitantes con una superficie de 7,630 hectáreas [149]. Esta producción espacial reflejó también la desigualdad socio económica poblacional, ya que la industria no alcanzó a colocar a tanta mano de obra que llegaba a la ciudad, por lo que proliferaron trabajos informales y no calificados del sector terciario [150]. Esto también se tradujo en la continuidad de la segregación socio espacial vista con anterioridad, replicándose la lógica de Monterrey, en cada uno de los municipios añadidos, a saber, las clases más bajas en la periferia cercana a la industria y las más altas en sitios céntricos. Cabe resaltar, que hubo esfuerzos en desarrollos habitacionales para la clase trabajadora, que incluyeron equipamientos y áreas verdes [118].

En los 1970s, el modelo de sustitución de importaciones se fue agotando, a la par de una fuerte inflación y devaluación en el país, ocasionando una crisis en la ciudad. Los grandes grupos empresariales se adelantaron al inicio del periodo neoliberal, con una serie de préstamos internacionales para diversificar sus actividades, lo que se reflejó durante el gran crecimiento de la mancha urbana en esta década [131].¹⁸ Mientras que a inicios de los 1970s la zona contó con 1.2 millones de personas, hacia el final se rebasaron los dos millones de habitantes,

¹⁶Se conformó una asociación de automovilistas la cual empezó a influir en las juntas de gobierno para la planeación urbana, mientras que en esos años se contabilizaron más de seis mil licencias para conducir. Se empezó la pavimentación asfáltica y la ampliación de varias calles, la instalación de los primeros semáforos y luminarias viales así como un reglamento de tránsito, todo esto para facilitar el desplazamiento de los carros existentes [144].

¹⁷La expropiación petrolera, la nacionalización del subsuelo y los ferrocarriles, diversificaron las posibilidades de actividad económica, surgiendo la industria química, petroquímica, la vidriera, la de papel, y el gas industrial [147].

¹⁸Al menos tres de los grandes grupos empresariales, ALFA, VISA y PROTEXA generaron otra diversificación de actividades, la cual se volcó hacia los servicios, el turismo, autopartes, equipos eléctricos, de computación, transportes entre otros, así como la asociación con empresas extranjeras. Para finales de la década, el auge petrolero ayudó a recuperar la economía, logrando varios de estas corporaciones, sus mejores años de crecimiento y expansión [131].

Tabla 3.1: Resumen y comparativa entre Querétaro y Monterrey.

zona		1600	1900	1980	2020
Querétaro	población	5,000	33,000	283,000	1,600,000
	área urbana	214	230	4,900	24,500
	vehículos	0	0	33,900	580,000
Monterrey	población	2,000	70,000	2,000,000	5,090,000
	área urbana	132	2,000	18,000	92,000
	vehículos	0	0	200,000	2,260,000

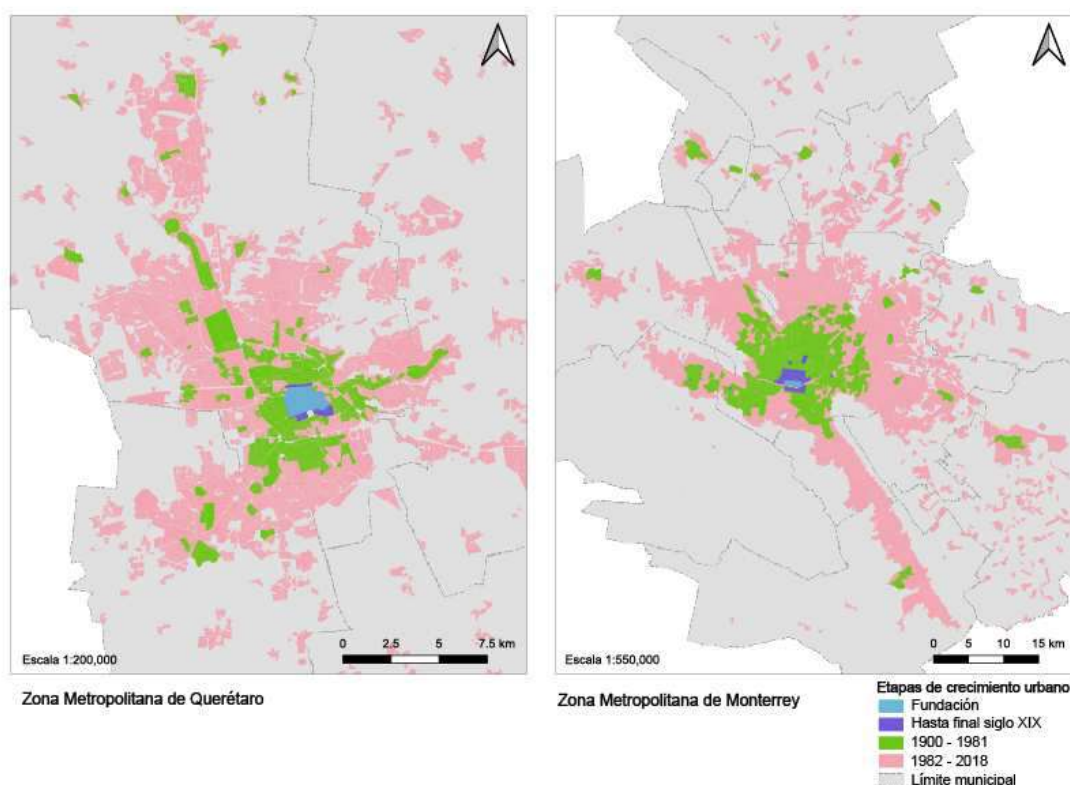
mientras que la mancha urbana pasó de 13 a 18 mil hectáreas [149]. Al impacto benéfico inicial del automóvil, de llegar más lejos y más rápido, ya era más que evidente su capacidad para irrumpir y distorsionar la estructura vial ordenada, así como las externalidades negativas[151].

La década de los 1980s, la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), se vió la crisis económica nacional de 1982, de acuerdo a Mario Cerutti (2000). El crecimiento fue negativo aunque se añadieron los municipios de Benito Juárez y García, incrementando la población en 2.5 millones de habitantes mientras que la mancha urbana se duplicó hasta llegar a las 36 mil hectáreas tan sólo para 1985[149]. Las clases altas abandonaron las zonas centrales de la metrópoli, localizándose en periferias exclusivas mientras que las clases medias las sustituyeron [118]. El sistema de metro se instala en 1987, lo que daría un impulso al transporte público. Para los 1990s, el tratado de libre comercio permitió una recuperación macro económica,¹⁹ lo que permitió también la estabilidad durante la crisis de 1994, aunque a su vez generó una mayor informalidad en la población. Hacia finales de la década, la ZMM rebasó los 3.2 millones de habitantes mientras que la mancha urbana llegaba a las 56 mil hectáreas [149].

El inicio del siglo XXI, la ZMM acumuló una extensión tan extrema, que las distancias del centro a la periferia tuvieron unos 30 km en promedio, generando viajes de más de dos horas, algo sólo similar a la Ciudad de México. Por este motivo, se propuso mediante la planificación urbana, considerar límites físicos. Para esto, surgió la idea de un corredor dual periférico, el cual iría uniando aquellas carreteras conectoras de las ciudades en la zona metropolitana. Se propuso también la relocalización industrial en el lado externo del corredor, mientras que el interno serviría como un colector y límite urbano. Para los 2010s, llegó a los 3.9 millones de habitantes, rebasando los cuatro millones a mediados de esta década, y la superficie urbana rebasó las 78 mil hectáreas. El estudio de ONU Hábitat sobre la prosperidad urbana, resalta que la superficie destinada a vialidades es un factor grave [153].

¹⁹Mario Cerutti (2000), describió como, al reestructurarse los grupos empresariales, se vincularon aún mas con socios extranjeros e inclusive algunas empresas como Cemex lograron instalar activos fuera del país [131]. Aunado a esto, las empresas flexibilizaron varios de sus procesos con un mayor control del volumen y la reducción del manejo de personal, generando subcontrataciones y reduciendo el monto de prestaciones [152].

Figura 3.6: Resumen y comparativa entre Querétaro y Monterrey.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INEGI 2020.

A manera de resumen, en el presente capítulo se vio de manera breve, como fue el pensamiento espacial y la producción del mismo, antes de la conquista española. También, como fueron las fundaciones novohispanas de los casos de estudio, el desarrollo tanto poblacional, como de la traza urbana, así como la lucha de clases, reflejada con la división espacial de sus calles y la llegada del vehículo mecanizado. El crecimiento fue lento hasta la llegada de la revolución industrial, del ferrocarril, el tranvía y el cuerpo motorizado. La rotura de la estructura vial originaria de la fundación, tanto en Querétaro como Monterrey, con los crecimientos irregulares y dispersos. Y el último periodo, el que más ha impactado en términos de transformación del paisaje, como se advierte en la Tabla 3.1 y Fig. 3.6. Se estima que actualmente la mancha urbana de Querétaro está en 24 mil hectáreas, creciendo cinco veces en los primeros 80 años del vehículo motorizado privado (color verde), y ocho veces más en el período neoliberal (color rosa), en contraste con las 780 hectáreas construidas en los primeros cuatro siglos de existencia de Querétaro. Por su parte, en Monterrey se adelantaron al periodo neoliberal, ya que la mancha urbana creció nueve veces su tamaño durante los primeros 80 años del carro, mientras que para los 36 años del neoliberalismo, el crecimiento fue de cinco veces llegando a las 78 mil hectáreas.

Metodología

Una vez revisado los marcos ontológicos y teóricos, de los conceptos: espacio, calle, ciudades, redes viales, movilidad sostenible y otros que tienen que ver en la investigación seleccionada, se dedica entonces este capítulo de la metodología para la conformación del modelo. Este capítulo está compuesto de tres apartados. El primero son las técnicas para la construcción del indicador, donde se hace un repaso del estado del arte sobre modelos de accesibilidad, habitabilidad y de predicción sobre la movilidad. El segundo capítulo trata sobre las estadísticas base de los casos de estudio, donde se confirma a detalle, la lucha de clases vista durante la introducción y los capítulos anteriores, con datos estadísticos sobre el reparto de los modos de desplazamiento por nivel socio económico. Por último, la construcción del indicador mediante un proceso mixto secuencial, cuantitativo, cualitativo y de nueva cuenta cuantitativo, donde a partir de los primeros dos apartados, se tuvieron a bien seleccionar las variables. Al final se muestran los resultados del indicador ya instalado en cada territorio mediante un sistema de información geográfica.

4.1. Técnicas para la construcción del modelo

Para la selección de la técnica en el indicador, se hizo una revisión del estado del arte sobre modelos de accesibilidad. Este es un término muy utilizado dentro de la movilidad, en ámbitos académicos y de consultoría, e inclusive en medios populares, debido a que, como el mismo término de movilidad, la accesibilidad se puede referir a un gran número de concepciones diversas. Una revisión minuciosa sobre técnicas de accesibilidad urbana, por parte de Guida & Caglioni (2020), enumera estas investigaciones y concluye que la concepción con más frecuencia de asociación entre los 6,000 documentos revisados durante el periodo 1959-2020, se trata de *el número de lugares que se pueden alcanzar en un determinado tiempo y/o costo* [154]. Esto es importante ya que el número de lugares implica enfrentarse a una diversidad que en una ciudad se vuelve compleja, surgiendo algunas preguntas:

- ¿Cuántos lugares puede tener una ciudad?
- ¿Cómo otorgarle un valor a cada lugar?
- ¿Cómo jerarquizar este valor de acuerdo a los lugares?

Siendo estas dos últimas muy importantes para responder, similares a la pregunta que surgió al inicio de esta investigación: ¿Qué localizaciones tienen más mérito, para ser objeto de intervenir?. Una última formulación podría quedar así:

¿Bajo cuáles consideraciones y criterios, determinadas localizaciones se convierten en objeto de un proceso de priorización y de intervención?

Ahora bien, en términos de técnicas, uno de los primeros trabajos de revisión del estado del arte, muy extenso y con muchas citas de trabajos más contemporáneos, es el de G.H. Pirie de 1978, en el cual realiza de manera muy sintética, una lista de las principales técnicas de accesibilidad conocidas hasta ese momento [155]. Estas técnicas las vuelven a comentar Guida y Caglioni en su revisión del 2020, con algunas variantes e incorporaciones producto de la tecnología y uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), aunque mantienen una esencia similar, por lo que se rescata la definición de Pirie.

- Pirie empieza definiendo a la primera técnica como una *medida de distancia relativa* entre un punto y otro. Entendiendo esto en términos de ciudad se vuelve un ejercicio complejo debido a que se deben comparar integralmente estas medidas con respecto a todos los demás.
- Después, profundiza con la segunda técnica llamada *medida topológica*, en donde al ejercicio se introducen variables de atracción para cada punto, así como un proceso de sumatoria de distancias de todas las rutas cortas que tiene cada punto con los demás.
- Luego se establece el término de *medida gravitacional*, en el cual del ejercicio anterior, se selecciona un punto con un valor o prioridad muy diferente al resto (como el centro histórico, el centroide de una zonificación específica, una terminal, entre otros), con el cual influye a los demás lugares y valores, de acuerdo a la medida relativa a este punto.
- Añade después el término de *acumulación de oportunidades*, en el cual, se revisa cada sitio de acuerdo al número de oportunidades, o de otros sitios, cercanos a él. Al final se comparan todos los sitios para saber cuál tiene un mayor número de oportunidades cercano.

Pirie termina comentando sobre la importancia de otros factores, como la elección real que la población hace de sus decisiones de movilidad o la opinión subjetiva que tiene esta población, la forma de medir la distancia y tiempo.¹

Con la comprensión de las diferentes técnicas comentadas, en la investigación se empezó a divisar un índice compuesto, es decir, un modelo espacial que

¹Cabe resaltar también, la propuesta que hiciera Batty en 2009, sobre la falta de una ley general de accesibilidad, exhortando a los ámbitos académicos, de consultoría y afines, a complementar los trabajos realizados hasta el momento [156]. Esto queda confirmado por la revisión de Guida y Caglioni, aunque argumentan una imposibilidad de generar una teoría ya que, las técnicas deben incluir las nuevas perspectivas de calidad de vida, de género y de la compleja diversidad de personas que otorgan las ciudades.

utilice gran parte de todas estas técnicas, y en específico, la *acumulación de oportunidades*, así como una validación de estas, de acuerdo a las características representativas de la población. Se entienden estas oportunidades o sitios, como las variables de diversidad existentes, por lo que, la investigación se enfocó a recabar las variables más utilizadas en indicadores similares, así como en el análisis de las mismas y su disponibilidad en bases de datos nacionales.

Debido a la jerarquía que implica la movilidad sostenible, la investigación se enfocó primero en modelos peatonales y luego en algunos sobre transporte público y movilidad ciclista. La accesibilidad peatonal, añade un nuevo significado debido a implicaciones en su comparación con otros modos de movilidad clásicos como el de la movilidad motorizada. Nos referimos, entre otros factores, a la distancia alcanzada, la energía requerida, el costo producido, la seguridad, y la contaminación emitida, entre otros. Pivo & Fisher (2011), da cuenta de ello resumiendo una serie de investigaciones que muestran estas diferencias con sus respectivos beneficios [157].

Una investigación que resalta debido a ser una revisión del arte sobre indicadores de accesibilidad peatonal o *walkability*, y también debido a que fue financiada por el Banco Mundial mediante el Instituto Tecnológico de Massachussets, es la tesis doctoral de Holly Krambeck (2006) [158], misma investigación la cual fue añadiendo mejoras y ajustes [159]. El estudio se realizó durante la década de los 1990s y los 2000s, con una extensa colaboración internacional e interdisciplinaria, en la cual se consultaron 24 documentos de índices y manuales de accesibilidad peatonal que existían hasta el momento. Bajo este ejercicio, se construye un primer índice compuesto por 22 indicadores y 45 variables, aunque llegaron a la conclusión en aquel momento, de que era demasiado complejo para una implementación práctica en el mundo, y sobre todo en países en desarrollo.

Otra investigación, que terminaría siendo lo contrario, por convertirse en una herramienta muy popular debido a su capacidad de generar visuales con estadística sobre mapas, el WalkScore (WalkScore, 2007), una aplicación online que utiliza una serie de variables para determinar una calificación sobre el vecindario y un punto específico dentro de él. Esta herramienta se ha utilizado al menos en 42 artículos científicos, como parte de la evaluación en la accesibilidad de ciudades norteamericanas [160]. En una comprobación hecha por Pivo & Fisher (2011), utilizaron una combinación entre los resultados del WalkScore con información de valores inmobiliarios oficiales en Estados Unidos de América, concluyendo que el factor de accesibilidad peatonal está relacionado con una plusvalía económica a determinadas propiedades inmobiliarias [157].

Por otra parte, se buscaron indicadores sobre el término de habitabilidad, el cual se refiere a las condiciones de un espacio en específico, que lo vuelven o no habitable [161]. Esto a su vez se vincula con muchos otros temas de calidad del espacio, como las dimensiones, los materiales, mobiliarios, temperatura, entre otras. Por tanto, la habitabilidad de las calles se refiere a establecer estándares de calidad, lo cual implica en tener una certeza de medición. Una de las investigaciones pioneras en este sentido, la realiza Salvador Rueda con su Plan de

Indicadores de Sostenibilidad Urbana para la ciudad de Vitoria-Gasteiz en el año 2010 [94]. En este proyecto, Rueda establece una serie de 50 indicadores que ayudarían a generar una descripción y evaluación de la situación de la ciudad y también, de las tendencias, todo esto vinculado a la sostenibilidad urbana. Es importante mencionar esto último, ya que el término de sostenibilidad y movilidad sostenible empiezan a significar cada vez más en la planeación, y con esta publicación, Rueda promueve su propuesta conceptual sobre la movilidad sostenible. Uno de estos indicadores, se refiere justamente a la *habitabilidad del espacio público*, como un instrumento que califica cada segmento de calle de una red vial, con una serie de variables agrupadas en tres componentes: ergonómicas, fisiológicas y psicológicas. Una variante del indicador sumaba aparte la proximidad de la calle con servicios básicos [94].

Durante el proceso de la investigación, se encontró a otro grupo de autores, cuyo objetivo difiere al de la accesibilidad y al de habitabilidad, pero cuyos esfuerzos tendrían resultados similares. Se trata de la predicción del volumen de tráfico, un tema importante y que tiene que ver con la hipótesis dos de la presente investigación.² También, otros autores que compararon sus modelos con trabajos de campo, lo cual implica en sí una comprobación con datos reales.³

Baste resumir, que se logró recabar suficiente información de indicadores, tanto internacionales como nacionales e incluso locales en el caso de Querétaro [169], los cuales se compararon debido a su pertinencia. Esta lista final se detalla en el apartado 4.2.

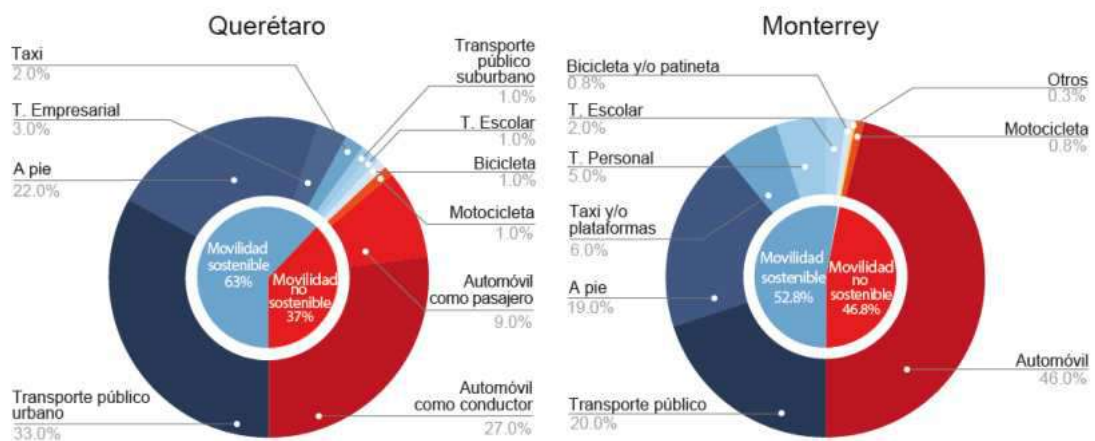
²Por ejemplo Boer et al (2007), quienes realizaron un análisis de diez zonas metropolitanas en los Estados Unidos de América, usando variables como el número de negocios, la densidad de vivienda, entre otros, encontrando una correlación alta con el número de viajes declarado en las encuestas oficiales [162]. Por su parte, Ewing & Cervero (2010), realizan una revisión del arte sobre los viajes y el ambiente construido, encontrando algunos hallazgos: millas de viaje en vehículo están fuertemente asociadas a las medidas de accesibilidad de los destinos, mientras que los viajes a pie están más relacionados con la diversidad de usos, densidad de intersecciones y el número de destinos. Resaltar a Merlin, Guerra, & Dumbaugh (2020), quienes vinculan su investigación con el tema de percances viales y sus factores, mismo que se aplica para la tercera hipótesis [163]. Por su parte, los viajes en transporte público se relacionan más con el diseño de la red vial [164].

³Esta información es complicada de obtener o generar, ya que los estudios de campo son históricamente muy caros, o en casos de estudios contratados por alguna administración, no son de carácter público [165]. Liu & Griswold (2009) realizan un estudio en el área metropolitana de San Francisco, encontrando que las variables de trabajo y densidad de población, acceso al tránsito y mezcla de usos, tienen una relación de explicación con el volumen peatonal entre el 70% y 80% [166]. En 2017, Dhanai et al hacen un estudio similar en el area metropolitana de Londres, con una explicación del 92% en la variación total de la densidad de peatones, con variables como densidad de población, diversidad de usos, cercanía al distrito del Centro Histórico, y opciones de transporte [167]. Ya en 2020, En un estudio sobre la línea 2 del metro en Qingdao, China, Lin Ciyu et al (2020) comparan con inteligencia artificial, los usos de suelo alrededor de las estaciones y el volumen de pasajeros, utilizando información de tarjetas inteligentes [168], con margen de error aproximado al 3.24%. Por último, el estudio de Chen et al. (2020) donde completaron un ejercicio muy importante ya que encuentran correlación del 80% entre resultados de conteos en estudios de campo y un visualizador similar al *Street View* en Tianjin, China [165].

4.2. Estadísticas base de los casos de estudio

El presente apartado realiza una síntesis de la situación actual en ambas zonas, mostrando estadísticas más precisas sobre algunos datos de la movilidad y la condición de clase, mismas que servirán de base para la formulación del modelo, así como cada instrumentalización con las tres temáticas de las hipótesis particulares. Primero se observará la repartición total de las maneras en que se desplaza la población, mediante la Fig. 4.1. Aquí se permite inferir algo muy importante y que ya se adelantaba en la introducción: En ambas ciudades, la cantidad de población que se desplaza de manera sostenible, es de suma importancia representativa. En la ZM de Querétaro, esto representa más del 61 %, mientras que en la ZM de Monterrey, significa un 48 %.

Figura 4.1: Reparto Modal. Izquierda Querétaro, derecha Monterrey.



Fuente: Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro, 2018. Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana de Nuevo León, 2020.

Entrando al detalle de los números, se puede observar que en Querétaro, el reparto en la movilidad sostenible es el siguiente: movilidad activa (caminando 22 %, pedaleando 1 %) más movilidad colectiva (transporte público urbano 33 %, transporte empresarial 3 %, transporte escolar 1 %, transporte público suburbano 1 %), significarían el 59%.⁴ Por su parte, en la ZM de Monterrey, de acuerdo a la última información oficial [170], la población en la movilidad sostenible se agrupa en los siguientes porcentajes con respecto al total: 20 % por medio del transporte público, 5 % transporte colectivo empresarial, transporte escolar 2 %; y la activa:

⁴La última encuesta origen y destino data del año 2017, aplicada sólo para el municipio de Querétaro. El censo de población y vivienda de INEGI 2020, en su apartado de movilidad cotidiana, genera estimadores porcentuales. Querétaro mantiene su representación de 2017, en lo que a viajes en la movilidad sostenible, con 58 %, mientras que Ezequiel Montes es el mayor de la zona metropolitana con 92 %, Huimilpan con 84 %, El Marqués con 72 %, y Corregidora con 42 % [20].

19% a pie, así como 0.8% en bicicleta. Esto añade un total de 48% para la movilidad sostenible. La diferencia en los números con respecto a Querétaro es clara con cerca de 10 puntos porcentuales entre la movilidad sostenible de ambos territorios.

Una segunda estadística, con mayor profundidad que la anterior, en la Fig. 4.2 muestra esta repartición de los modos de desplazamiento (Querétaro a la derecha, Monterrey a la izquierda), pero agrupados por las clases o niveles socio económicos de acuerdo a características del hogar. Habría que acotar, que esta metodología es de la Asociación Mexicana de agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI), basada en un modelo estadístico, que permite agrupar y clasificar a los hogares mexicanos, de acuerdo a su capacidad para satisfacer las necesidades de sus integrantes [171, 172].⁵

Ahora bien, con esta figura se fundamenta otra de las características advertidas al inicio de la investigación: Los Niveles Socio Económicos (NSE) tienen una relación de acuerdo al tipo de movilidad. En específico, todos los NSE desde clase medio baja hacia la pobreza extrema, se desplazan de manera más sostenible, mientras que los NSE desde la clase media hacia las clases más altas, se desplazan de manera menos sostenible.⁶

⁵De acuerdo al AMAI, el perfil de los niveles socioeconómicos es el siguiente:

A/B o clase alta y muy alta Está conformado en su mayoría por hogares en los que el jefe de familia tiene estudios profesionales o posgrado (80%). Siete de cada diez viviendas (72.5%) tienen al menos 3 dormitorios y un 67% cuentan con al menos dos automóviles. Prácticamente todos cuentan con internet (99%).

C+ o clase media alta El 72% de los jefes de hogar tiene al menos estudios de preparatoria. El 54% de las viviendas cuentan con al menos 3 dormitorios, el 30% tienen al menos dos automóviles y el 97% tiene internet fijo en la vivienda. Poco más de la tercera parte del ingreso lo utiliza en alimentación (34%).

C o clase media Un 82% de los hogares tienen un jefe con estudios de secundaria o más. El 40% tienen viviendas con al menos 3 dormitorios. El 91% cuentan con internet fijo en la vivienda y un 37% del gasto se usa en alimentación. El 14% tiene al menos dos automóviles.

C- o clase media baja El 63% de los hogares están encabezados por un jefe con estudios máximos de secundaria. El 68% habitan en viviendas con uno o dos dormitorios. Ocho de cada 10 hogares (78%) cuenta con internet fijo en la vivienda. Cerca del 40% del gasto se asigna a alimentación y 18% a transporte

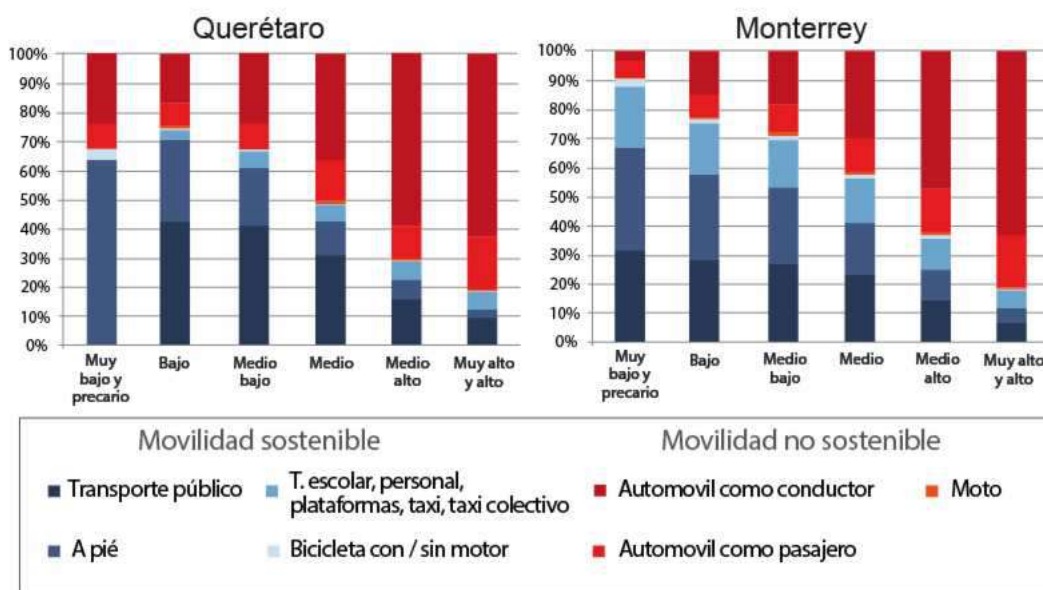
D+ clase baja El 74% de los hogares está encabezado por un jefe con estudios hasta secundaria. Ocho de cada 10 hogares habitan en viviendas con a los más 2 dormitorios. El 55% cuenta con conexión fija a internet y destinan el 42% del gasto a la alimentación.

D pobreza En el 53% de los hogares el jefe tiene estudios hasta primaria. El 86% de las viviendas en donde habitan, tienen uno o dos dormitorios. Solamente el 14% tiene internet fijo en la vivienda. Poco menos de la mitad de su gasto se destina a la alimentación (48%)

E pobreza extrema La mayoría de los hogares (82%) tienen un jefe con estudios no mayores a primaria. Siete de cada diez viviendas tienen solamente un dormitorio y 83% no cuentan con baño completo. La tenencia de internet en la vivienda es muy bajo (0.3%) Más de la mitad del gasto se asigna a alimentos (52%) y solo el 1% a educación [172].

⁶Recordemos para su relevancia, que los NSE desde clase medio baja hacia abajo, representan un gran porcentaje de la población en el país. Al año 2022, la pobreza y pobreza extrema representan el 36.3% del total de la población del país, de acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Sin embargo, habría que reconocer que este porcentaje es menor en nuestros casos de estudio. En la Zona Metropolitana de Querétaro

Figura 4.2: Reparto Modal por Niveles Socio Económicos. Querétaro (Izquierda), derecha Monterrey (Derecha).



Fuente: Secretaría de Movilidad Municipio de Querétaro, 2018. Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana de Nuevo León, 2020.

De manera particular, en Querétaro, la movilidad sostenible representa más de la mitad de los viajes que se realizan en los niveles socioeconómicos *medio bajo, bajo y muy bajo*, con 66 %, 73 % y 67 % aproximadamente [174]. Por su parte, en la Zona Metropolitana de Monterrey, los mismos niveles marcan percentiles similares, aunque mayores con 71 %, 76 % y 90 % respectivamente.

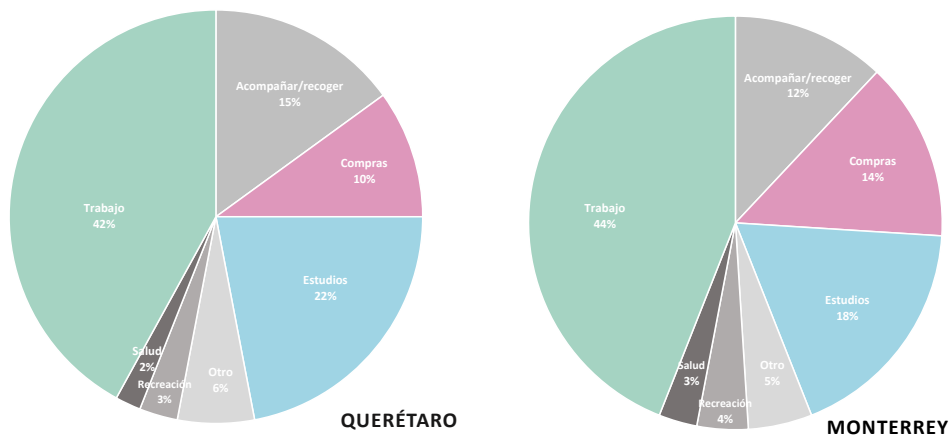
Con los anteriores datos, se observa que las diferentes clases sociales acceden y usan el espacio público llamado calle, de manera diferenciada. Por una parte, una mayoría de personas en automóvil motorizado privado representaría a las clases medias, medias altas y altas, y esta movilidad ocupa la mayor parte de la traza urbana. Por el otro lado, una mayoría de personas que se trasladan de manera sostenible, en el transporte público, caminando o en bicicleta, representarían a las clases media baja, baja y muy baja, y su movilidad es la que recibe menos espacio físico (en metros) de la calle.

Por último, la Fig. 4.3 presenta los principales destinos de viaje (trabajo, escuela, compras, regreso a casa), de acuerdo a los resultados de la encuesta 2017. Esto permite tener una orientación sobre las actividades con mayor demanda, generando un filtrado de variables, debido a que esta puede ser muchas veces excesiva y sin un parámetro definido.

Debido a los anteriores argumentos estadísticos, es necesaria la creación de un modelo que permita localizar de manera eficiente, en donde se encuentra la

es entre el 20 % y 40 %, mientras que en la Zona Metropolitana de Monterrey varía entre el 5 y el 40 % dependiendo del municipio, al año 2020 [173].

Figura 4.3: Reparto de Volumen de viajes por destino de actividad.



Fuente: Secretaría de Movilidad Municipio de Querétaro, 2018. Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana de Nuevo León, 2020.

movilidad sostenible dentro de un entramado vial caótico y complejo, de tal manera que se puedan orientar las políticas y acciones urbanas pertinentes para esta población existente. A partir de la categorización de la movilidad sostenible, se pueden advertir varias variables físicas a tener en cuenta para el indicador, justificando las variables encontradas en los modelos que se compararon. Por ejemplo, para los peatones, la existencia de las propias banquetas, el arbolado, el mobiliario, las luminarias. Para los ciclistas, pueden contar alguna de las anteriores mas la existencia de la infraestructura propia. Para los usuarios del transporte público, la existencia y el volumen de rutas, las paradas, entre otros. Estas variables son componentes del hábitat inmediato de estas formas de movilidad sostenible y que utilizan sectores vulnerables de la población. De manera complementaria, otras variables se priorizan de acuerdo a la vinculación de las actividades de la población con el reparto modal. Por ejemplo, un gran porcentaje de personas que caminan es por ir a un perfil específico de escuelas, trabajos y compras, de la misma manera para las personas que se mueven en bicicleta y en transporte colectivo.

4.3. Fase cuantitativa - cualitativa

El tipo de estudio se hizo mixto secuencial dexplis de acuerdo a Sampieri (2018), es decir, se trató de un diseño explicativo secuencial en donde se realizaron primero procesos cualitativos y luego cuantitativos [175]. Con el análisis de variables de los apartados anteriores, se verificó la existencia de información ofi-

cial geo referenciada, y para ello se realizó un análisis de los datos que existen de manera gratuita en el sitio web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se compilaron varias fuentes dentro de este mismo sitio, a saber:

- **Inventario Nacional de Vivienda.**- Es un censo que se realiza para conocer información sobre las viviendas aunque también sobre el entorno urbano. Aquí se encontró, que existe información georeferenciada por frente de manzana y con respecto a la infraestructura de la calle, como la existencia de banquetas, arbolado, comercio en vía pública, luminarias, rampas y señalización.
- **Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.**- Es un censo que permite conocer información sobre las empresas registradas, como número de empleados, giro y contacto. Aquí se encuentran datos sobre las actividades que motivan viajes como los trabajos, las escuelas, los sitios de venta y servicios, entre otros.
- **Censo de Población y Vivienda.**- Es el censo principal del INEGI, el cual se realiza cada diez años aunque existe la encuesta inter-censal con lo que se actualizan algunos datos. Aquí se puede encontrar información sobre la población como sexo y edad, nivel de estudios, etnicidad, migración, discapacidad.
- **Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.**- Es un censo específico del mercado laboral, el cual se actualiza cada ciertos meses. Aquí se pueden encontrar información sobre la fuerza de trabajo, la ocupación, la informalidad entre otros.
- **Subsistema de Información Geográfica, Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial y Urbano.**- Es un levantamiento que realiza el instituto para obtener información relevante en términos urbanos y de medio ambiente. Aquí se pueden encontrar datos sobre la topografía de las ciudades, cuerpos de agua así como de la red de calles, carreteras y caminos.

Es así que se tienen bases de datos con una gran cantidad de variables de acuerdo a toda la información existente. Lo que se procede ahora es comparar las variables con los modelos encontrados en el apartado anterior, con tal de incluir las que usará el indicador. Esto se puede observar en la Tabla 4.1.

Con la anterior base de información, se procedió en agrupar las variables en al menos tres grandes componentes, para su mejor organización temática.

- **Infraestructura.** Se valoran todos los elementos físicos y constructivos de la calle, como la existencia de banquetas, rampas, señalización, luminarias, árboles y la pendiente de la calle.
- **Atracción.** Se valoran todos los elementos de actividades que pueden ser una atracción de viajes en la calle o a una distancia cercana como los trabajos, escuelas, comercios y la vivienda.

Tabla 4.1: Comparativa de indicadores y variables utilizadas.

V	Investigación	Salvador Rueda
1	Opciones en transporte público	Red vial
2	Largo de manzana	Proporción de la calle
3	Polígono especial	Densidad de actividades
4	Jerarquía vial	Condiciones de accesibilidad
5	Densidad de trabajo	Densidad de actividades regulares
6	Densidad de escuelas	Densidad de servicios
7	Densidad de vivienda	Densidad urbana
8	Densidad de comercio	Densidad de actividad atractivas
9	Señalización vial	Condiciones de accesibilidad
10	Existencia de rampas	Espacio para peatón
11	Existencia de árboles	Percepción del verde
12	Existencia de luminarias	Condiciones de accesibilidad
V	Holly Krambeck	Mathieu et al
1		Opciones de tránsito
2	Caminos con mantenimiento	Promedio de longitud de manzana
3	Planeación de peatones	Desarrollo Orientado al Transporte
4	Existencia de cruces	Infraestructura para bicis
5	Percances peatonales graves	Nivel del crimen
6		Densidad de trabajos
7		Densidad de escuelas
8		Densidad de Viviendas
9		Densidad de comercios
10	Guías para diseño urbano	Existencia de banquetas
11	Cubiertas, bancas, baños	Existencia de árboles
12	Diseño universal	Existencia de cruces
V	Ewing & Cervero	Boer et al
1	Proximidad al tránsito	Opciones de transporte
2	Densidad de intersecciones	Largo de manzana
3		Políticas peatonales
4	Diseño de red	Retícula vial regular
5	Diversidad en usos	Mezcla de usos
6	Número de destinos	Mezcla de usos
7	Densidad poblacional	Densidad de vivienda
8	Densidad de trabajos	Mezcla de usos
9	Diseño de la red vial	Normativas peatonales
10	Red vial diseñada	Banquetas adecuadas
11	Red vial diseñada	Espacio abierto
12	Red vial diseñada	Usos a nivel de calle

- **Estructura.** Aquí se juntaron las variables que califican las características propias de la calle, como su jerarquía con respecto a la red vial, las opciones de transporte público, la longitud de la cuadra y si la calle existe dentro de algún polígono especial.

Para la fase cualitativa en un proceso mixto, de acuerdo a Jurgenson et al (2003) [176], se trata de complementar al proyecto de acuerdo a un *marco interpretativo*, y añade una lista de técnicas para generar el proceso cualitativo. Técnicas de narrativa, historias de vida y grupos focales, son más apropiadas debido a que permite a un grupo de personas, dialogar sobre las diferentes variables que conforman al modelo espacial, para llegar a un común acuerdo sobre las mismas. Para todos los grupos focales, el proceso fue igual. Primero, se generó una presentación de los conceptos principales del modelo espacial, los objetivos del mismo y una explicación de cómo funciona y las variables seleccionadas. Luego, con el software Mentimeter, se generan las dinámicas para ponderar las variables los cuales se presentan en tiempo real durante el proceso del grupo focal, como se advierte en la Fig. 4.4. Estos resultados en tiempo real, ayudan a generar un diálogo entre los participantes, que permitió contrastar cuando existieron diferencias, o consensuar en el caso de las coincidencias entre las opiniones.

Figura 4.4: Ejemplo de resultados en el grupo focal.

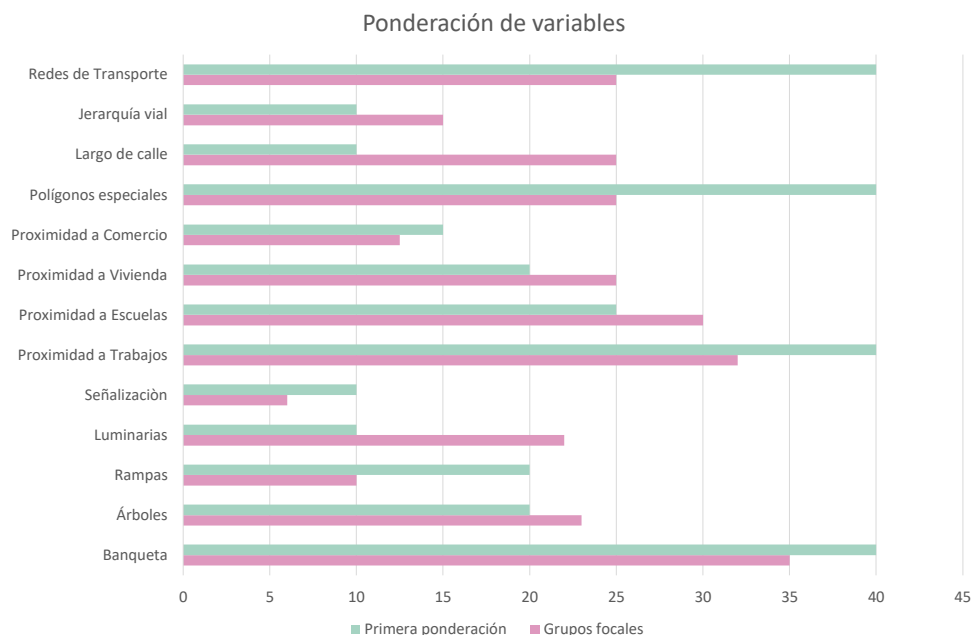


Fuente: Elaboración propia a partir del software Mentimeter 2021.

Se decidió considerar trabajos grupales que definieran la importancia de las variables con respecto a las demás de su componente, recordando que son tres: infraestructura, estructura, actividades. También mencionar el manejo y organización durante la pandemia por el SARS-CoV-2, lo cual obligó a orientar la investigación de campo inicial, hacia grupos reducidos e inclusive la modalidad virtual mediante herramientas como *zoom* o similares. Los grupos seleccionados fueron estudiantes de Arquitectura y de Geografía, así como profesionistas del Colegio de Arquitectos, especialistas y autoridades.

Es conveniente retomar aquí indicadores similares locales. En Monterrey, Carlos Leal (2014), genera un *Indicador de Accesibilidad Potencial* para medir la eficiencia de grandes proyectos urbanos [177]. La escala de análisis es mediante el uso de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs), es decir, polígonos irregulares lo cual genera un sesgo territorial a diferencia de una retícula de control o la misma calle como se ha explicado en nuestro caso (Fig. 4.6 y 4.7).

Figura 4.5: Comparativa de ponderaciones.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de grupos focales.

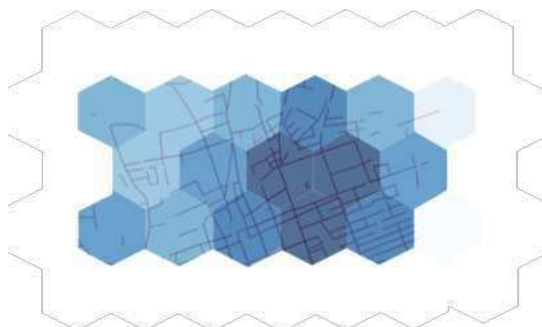
En Querétaro, Hernández et al (2013), agruparon variables similares para generar su *Modelo de Accesibilidad Peatonal* [169]. Sin embargo, la ausencia de un proceso cualitativo, no le permite calibrar el instrumento a diferencia de la presente investigación. Primero, bajo la percepción relacional de los grupos focales y segundo, debido a la representatividad relativa.⁷

En la figura 4.6, se aprecia un detalle del modelo, el cual está en una versión de retícula. Cada hexágono tiene medidas de 400 metros por lado, y representa con una gama de color azul, el nivel de accesibilidad. A mayor oscuridad del color,

⁷Un ejemplo en concreto de cada escala de calibración: En el primero, la percepción de los grupos focales logró cambiar el rango a la variable *luminaria* de la componente *infraestructura*, ajustando esta ponderación al doble de su valor (Fig. 4.5), al considerar esta variable como muy importante para la seguridad del desplazamiento en las calles.

En el segundo, resalta la ponderación de toda la componente de *atracción*. La Fig. 4.2 permite observar el percentil de reparto en los volúmenes de viaje por actividad mencionada en las encuestas. La ponderación utiliza esta representatividad porcentual.

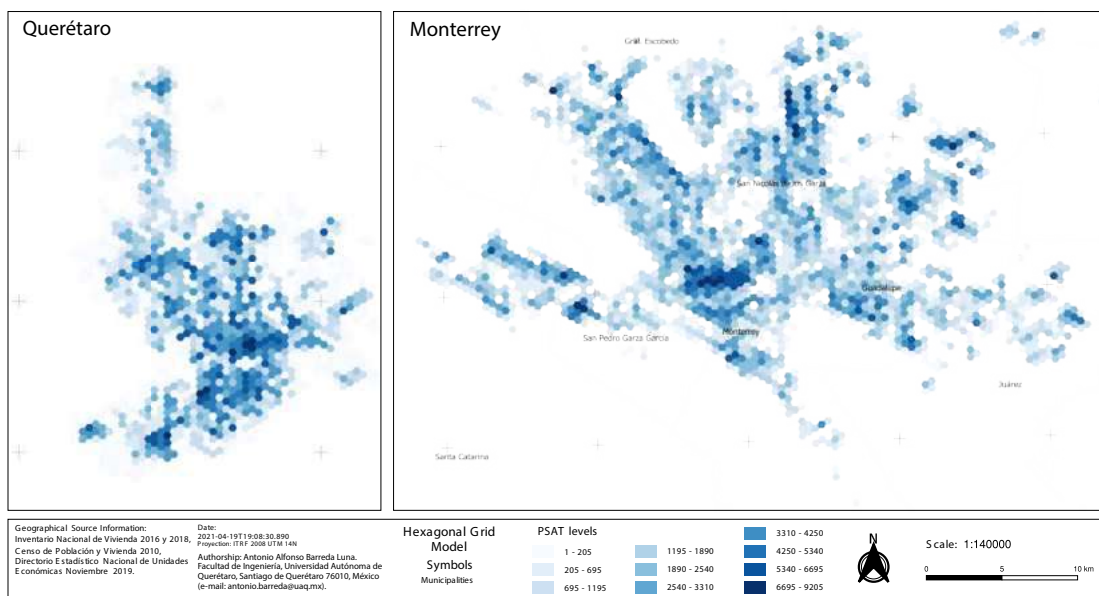
Figura 4.6: Retícula hexagonal de control utilizada para el indicador.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

mayor accesibilidad, es decir, una mayor cantidad de segmentos de calle, donde bien existen variables del indicador, o estas variables tienen un rango de valor más alto. La forma hexagonal, asemeja de mejor manera una circunferencia, a comparación de una red ortogonal. La circunferencia a su vez, logra emular una isócrona caminable de 400 metros.

Figura 4.7: Indicador para la Zona Metropolitana de Querétaro (izquierda) y Monterrey (derecha).



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2020.

La figura 4.7 muestra la implementación del modelo reticular en las zonas metropolitanas de Monterrey (derecha) y en la de Querétaro (izquierda). Esta retícula permite un mayor control y organización del territorio (recordando los modelos de control del apartado 3.1, al homogeneizar un territorio muy extenso, facilitando el análisis a escala macro urbana.

Resultados y discusión

La implementación del indicador en las dos zonas de estudio, Querétaro y Monterrey, permitió obtener, de manera complementaria a la cartografía vista al final del capítulo anterior, una base de miles de datos georeferenciados, tanto a nivel de calle, como de retícula hexagonal. Lo anterior permite la posibilidad de vincular estos datos con las temáticas de la investigación. Recordemos que estas temáticas, parten tanto de la hipótesis general, como de las particulares. La hipótesis general, versa sobre la posibilidad de construir el modelo digital, a partir de datos oficiales, en un sistema de información geográfica, ponderado de manera cualitativa, con la capacidad suficiente para descubrir patrones de explicación sobre fenómenos urbanos producidos en las redes viales. Lo anterior se ha generado, a excepción de la comprobación de su capacidad, para lo cual sirven las hipótesis particulares.

La primera hipótesis particular, es probar la capacidad como categorizador de un fenómeno urbano para lo cual se seleccionó el comercio en vía pública. La segunda hipótesis, fue la capacidad para la predicción de otro fenómeno, en este caso la localización del volumen de movilidad sostenible. Resaltar que este fue uno de los temas medulares, debido a la problemática de localización de proyectos prioritarios conforme a la movilidad sostenible. Y por último, la predicción y categorización de otro fenómeno, seleccionándose los percances viales. Importante comentar, que la selección de estos temas, fue a partir de la posibilidad de obtener cientos o miles de datos oficiales de cada fenómeno, lo que permite trabajarlos con técnicas computacionales y de inteligencia artificial.

Los resultados en general fueron positivos, comprobando las hipótesis las cuales se detallan a continuación. Resaltar que se logró su publicación en revistas científicas indexadas del Journal Citation Report, uno de los registros más importantes a nivel global. Esto nos permite concluir sobre la discusión vertida durante la construcción del marco teórico e histórico:

¿El espacio público llamado calle, responde a un DISEÑO TÉCNICO o, en su caso, a un PROYECTO POLÍTICO? Si entonces es lo segundo, ¿quiénes la producen, para qué, por qué y con que propósito?

Se puede responder, que son proyectos políticos influidos por clases altas, debido a la tendencia observada durante los capítulos introductorios, sobre la ideología y pensamiento espacial, así como su influencia en la producción espacial de las calles y redes viales, con ventaja hacia modos no sostenibles, y produciendo los tres aspectos problematizadores de la producción espacial vial: la localización del proyecto, el diseño técnico del mismo (normativa) y por ende la distribución de los recursos.

5.1. Sobre la categorización de un fenómeno urbano

La primera prueba del indicador, fue comprobar su capacidad para definir el ecosistema urbano de un fenómeno que se reproduzca en las redes viales, utilizando las variables del modelo. Esto de acuerdo a la primer hipótesis de la investigación, y por tanto, se decidió por categorizar el Comercio en Vía Pública (CVP), o Street Vending (SV), debido a que, recientemente, información oficial geo referenciada sobre esta actividad fue puesta a disposición pública mediante INEGI en el Inventario Nacional de Vivienda. La Fig. 5.1 muestra esta información, la cual se expone bajo el mismo modelo hexagonal del indicador de la investigación, lo cual permite contrastar los niveles de densidad de CVP, con los niveles de accesibilidad del modelo.

Figura 5.1: Comerciantes en vía publica en la zona metropolitana de Monterrey.

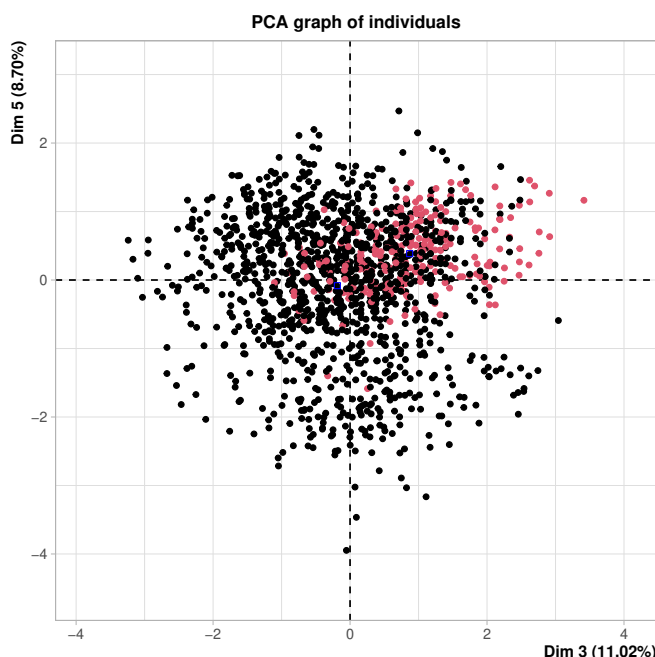


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

La actividad de CVP se encuentra disponible en forma de puntos sobre el territorio, cada punto es un CVP, con una ficha de información como número de empleados, giro de actividad, o un número de contacto. La actividad CVP se muestra en un color rojo donde a mayor saturación, es mayor el numero de comerciantes por cada espacio hexagonal. Se observa que la actividad se localiza en zonas aparentemente centrales y algunas cercanas a corredores urbanos. Se observó que el CVP podía agruparse en tres grandes componentes: servicios, productos y comida, siendo este último el de mayor unidades en el territorio, por lo que se optó por categorizar este grupo en específico.

Mientras aquí se resumen los procesos principales, estos se detallan en la publicación científica correspondiente, en la revista científica *Journal of Maps* Volumen 18 (2022), de la Editorial Taylor and Francis (Inglaterra), la cual está indexada en el Journal Citation Report JCR cuartil 2 en Geografía.¹

Figura 5.2: Técnica de Análisis por Componentes Principales.



Fuente: Wilfrido Jacobo Paredes García, 2022.

Después de probar con varias técnicas para la categorización, se utilizó la de Análisis por Componentes Principales (*Principal Component Analysis (PCA)*), para explorar de manera visual, y lograr un entendimiento de los agrupamientos, usando las variables del modelo espacial. La Fig. 5.2 muestra cómo este grupo está concentrado en su mayoría en el cuadrante primero, de la tercer y quinta

¹A manera de resumen, se añade que se trató de comprobar una alternativa de hipótesis donde se apostaba por la localización del CVP en lugares con mayores niveles de accesibilidad del indicador. Se utilizó una regresión lineal para comprobarlo y aunque la resultante fue positiva, esta tuvo una puntuación demasiado baja por lo que se anuló la hipótesis. Sin embargo, habría que resaltar, que existe en las ciudades mexicanas la tendencia a restringir la localización del CVP en los centros urbanos de las ciudades, siendo esto un causante potencial para obtener los resultados bajos, ya que los niveles más altos del indicador de la investigación, son en muchos casos, en los centros urbanos.

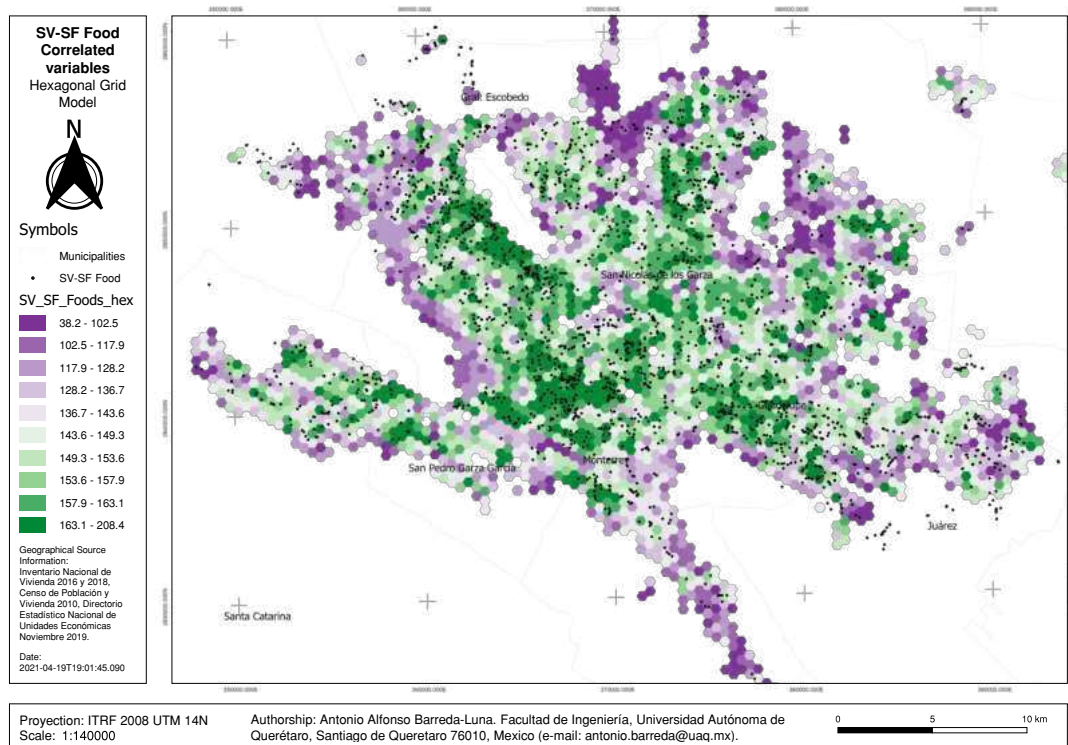
Para la categorización, antes del PCA, se utilizó primero el *boosted gradient tree*, o Potenciación del Gradiente mediante Árbol de Decisiones. Aunque tuvo una buena correlación en general, la técnica falló para clasificar los más de 30 sub-categorías del CVP.

También, se utilizó el *clustering* o análisis mediante grupos. Para lograr esto, se tienen diferentes métodos, desde el visual hasta el estadístico. En ese sentido, se realizó una exploración visual usando t-SNE o (*t-distributed Stochastic Neighbor Embedding*) por sus siglas en inglés: Distribución Estocástica de Grupos Vecinos. Sin embargo, las dimensiones generadas por este método no fueron interpretables, por lo que finalmente se utilizó la técnica PCA.

dimensión (puntos de color rosa). Esto indica que el CVP de comidas están concentrados en áreas donde hay muchos árboles, mucho trabajo y comercio, algo de escuelas, luminarias y pocas rampas.

Para comprobar y visualizar mejor estos resultados, se construyó un mapa (Fig. 5.3) sobre la misma red hexagonal, zonificando dos áreas de manera diferenciada, cada una por un color que se va graduando de acuerdo al nivel de características distintivas del medio ambiente construido en el CVP de comidas. El color verde, llamado *condiciones explotadas* en el cual ya existe esta actividad, añadiéndose una capa de puntos negros referidos justamente al CVP existente para demostrarlo y comprobar la capacidad de categorización del modelo.

Figura 5.3: Ecosistema del comercio en vía pública en Monterrey.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2020.

Y en color morado, *condiciones de potencial*, es decir las zonas donde existe el potencial de que surja esta actividad, aunque en la discusión surgieron escenarios que deben explorarse como líneas de investigación. El primero es, que existe la posibilidad de que esta actividad de CVP ya ocurra aunque de manera informal y por esto mismo no estar registrada. El segundo, es que en estas zonas está restringida la actividad CVP por alguna causa. En caso de que no sea ninguno de los anteriores, debe considerarse el potencial alto para albergar la actividad CVP, siendo esta zonificación, un parámetro que ayude a elaborar estrategias y políticas públicas para con este fenómeno urbano de las redes viales.

5.2. Sobre la predicción de la Demanda de Movilidad Sostenible

De igual manera que el trabajo anterior, se resume el proceso, el cual se puede revisar a detalle en dos artículos publicados durante esta investigación, en la revista científica *Sustainability* (2022), indexada en el Journal Citation Report como cuartil 1 en Geografía y Planificación, de la editorial MDPI (Suiza). En el primer caso, se revisó Monterrey en toda su extensión metropolitana, y en el segundo caso, Querétaro en dos avenidas importantes a comparar.

La comprobación de Monterrey se realizó aprovechando información oficial de la demanda de transporte público, por medio de la Plataforma Nacional de Transparencia, haciendo el requerimiento a la Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana del Estado de Nuevo León, con el folio número 192736422000233. Esta información consistió en el total de ascensos y descensos de cada parada en todas las rutas de transporte de esta zona metropolitana. Por su parte, el modelo espacial arrojó un total de 222,196 segmentos de calle, todos con su calificación. A cada segmento se le asigna una etiqueta alfanumérica para diferenciarla del resto. Cabe comentar que hubo segmentos que se quedaron fuera debido a que, o eran calles dentro de fraccionamientos cerrados, o bien su pendiente resultaba no recomendable para la movilidad sostenible.

Con estas dos informaciones en datos geo espaciales, se realizó un proceso de unión de datos mediante el software Qgis, el cual asignó el valor de ascenso y descenso de cada parada, a los segmentos de calle mas cercanos a la misma. Los datos se juntaron en una sola base para realizar su correlación con una técnica de inteligencia artificial. Se utilizó la técnica de Propagación Hacia Atrás (*back propagation (BP) ANN*), el algoritmo más utilizado para el entrenamiento de redes neuronales en Aprendizaje de Máquina (*machine learning*).²

Los resultados pueden verse en la Tabla 5.1, e indican un error del 8.28 % para el indicador A, el cual tiene todas las variables del modelo construido. Un error de 8.51 % fue obtenido para el indicador B, el cual es una variante del modelo, en donde se elimina la variable de transporte público debido a que representaba una dependencia sobre lo que se intentaba medir.³

²El (BP) ANN muestra algunos pros y contras. Una desventaja es la necesidad de utilizar una gran cantidad de datos, y el entrenamiento debe ser fuera de tiempo real. Sin embargo una vez pasando estas circunstancias, la red balancea tanto el rendimiento como el costo computacional. Recientemente, esta técnica también utiliza lógicas estocásticas para tanto simplificar la topología como mantener un rendimiento robusto.

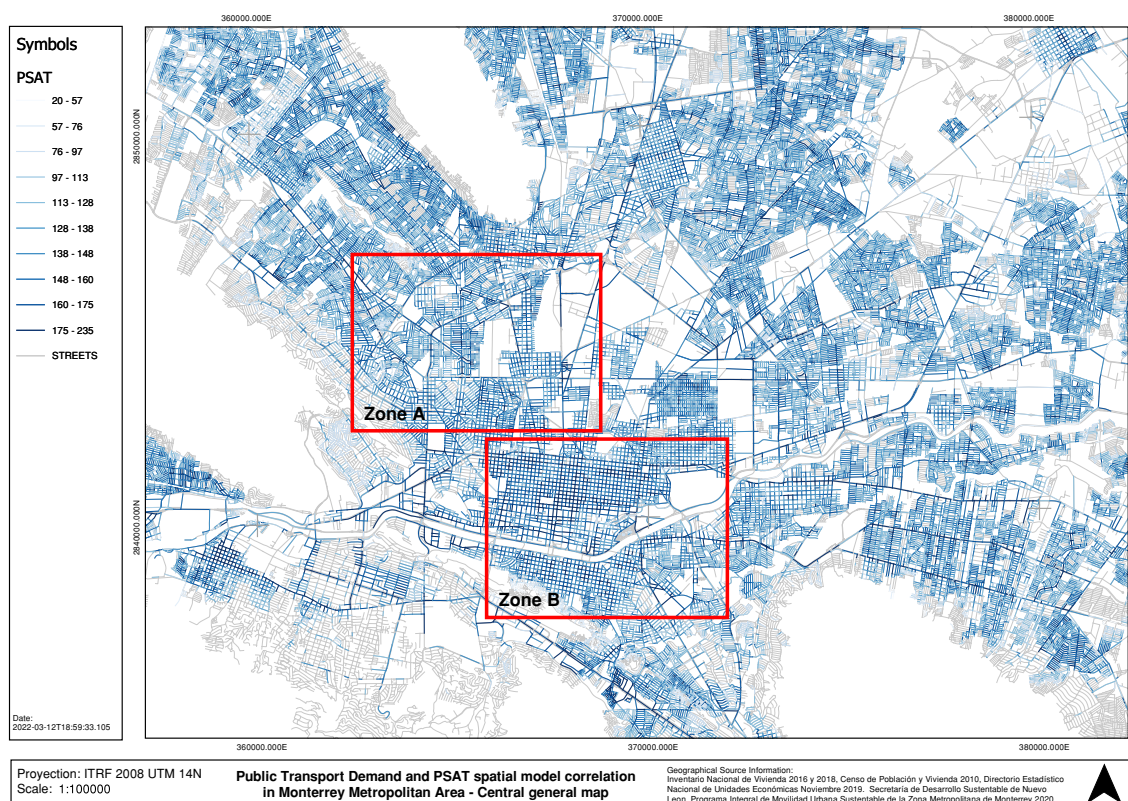
³Existen varias medidas para evaluar el rendimiento de una red neuronal, aunque las mas utilizadas es el Error Cuadrático Medio *mean square error (MSE)* y la Raíz del Error Cuadrático Medio *root mean square error (RMSE)*. La medida a seleccionar depende de la arquitectura realizada, y en este ejercicio se siguió la metodología de diferentes combinaciones del número de capas escondidas y de las neuronas en estas. Así, la reducción del MSE fue analizada empezando por un número reducido de neuronas así como su arquitectura la cual fue complejizándose hasta determinar el valor óptimo para el ejercicio.

Tabla 5.1: Pruebas para determinar la arquitectura de la red neuronal.

ANN	Activation Functions	Neurons	RMSE % A	RMSE % B
Net-E	HTS-LT	8	8.85 %	9.06 %
Net-F	HTS-HTS	8	9.28 %	9.50 %
Net-G	HTS-LT	12	8.92 %	9.13 %
Net-H	HTS-HTS	12	9.34 %	9.62 %
Net-J	HTS-HTS-LT	3-2	8.48 %	8.76 %
Net-K	HTS-HTS-LT	5-3	8.28 %	8.51 %
Net-L	HTS-LS-LT	5-3	8.37 %	8.63 %

Para una mejor comprensión de los resultados, la Fig. 5.4 muestra una vista general de la ZM de Monterrey, en su área central, con la red vial de la ciudad en color gris mostrando los segmentos que no tienen valor, mientras que los mejores valorados están en un color azul degradado. Entre mas saturación, mayor el nivel de valor de acuerdo al modelo espacial. Dos recuadros de color rojo acompañan esta vista, marcadas como Zona A y Zona B, siendo la primera con un mayor acercamiento en la siguiente figura.

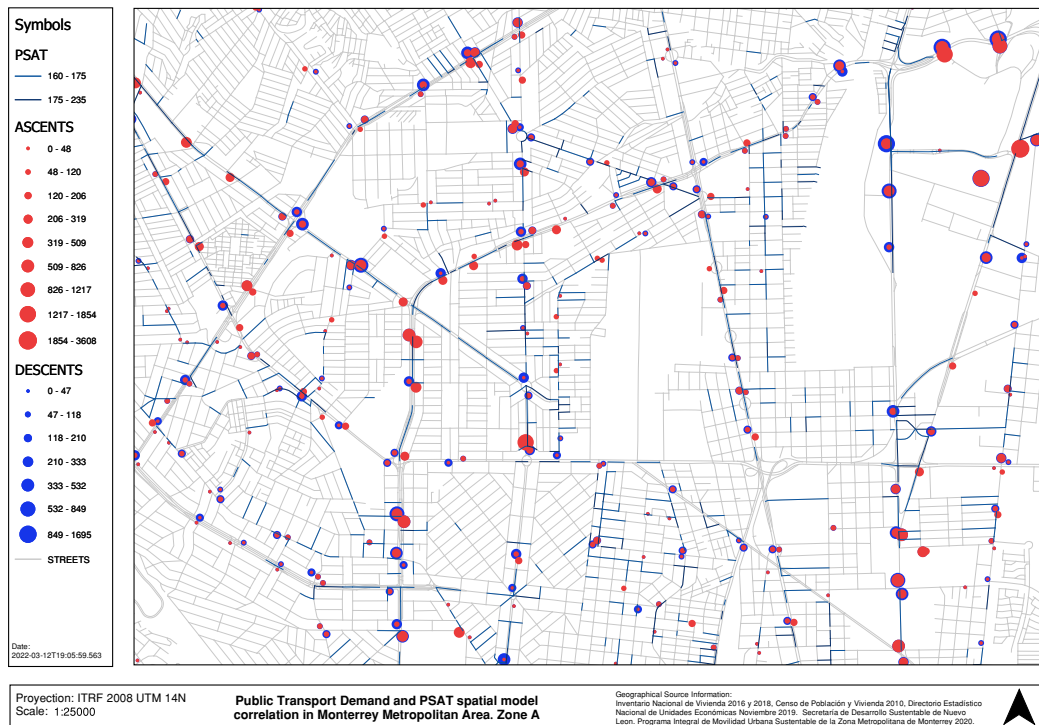
Figura 5.4: Indicador en versión de segmentos de la red vial.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos INEGI, 2020.

La Fig. 5.5 muestra la Zona A, con los dos rangos mejora calificados del modelo de la investigación, de acuerdo a la escala mostrada en la leyenda de la figura anterior. Se muestra también la demanda del transporte publico en forma de círculos azules para los descensos y rojos para los ascensos de cada parada. De manera visual, ya se percibe una correlación muy grande entre los mejores segmentos y los círculos.

Figura 5.5: Zona A.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

La figura también muestra que la mayor demanda está concentrada sobre los corredores principales de la zona, aunque es en segmentos específicos. Aquí es importante comentar que el modelo expone los segmentos de calle donde la gente utiliza el transporte público, como parte de la movilidad sostenible. Pero también, en la discusión surgió la observación, de que existen segmentos que no están en corredores, aunque si cercanos la mayoría, pero en calles secundarias o locales. Esto significa que las intervenciones y proyectos de mejora urbana, deben realizarse no solo en segmentos del corredor, si no que también en algunos segmentos alrededor, resaltando la importancia de proyectos de *última milla*. También, existen zonas donde la lógica de segmentos azules asociados a los ascensos y descensos no es tan evidente, por lo que deben ser líneas de investigación, para llevar a cabo trabajos de observación y confirmación de explicación a estas lógicas.

5.3. Sobre la predicción de los Percances Viales Graves

La última temática para relacionar con el modelo espacial, son los percances viales graves (PVG), entendiendo estos como los accidentes viales donde estuvieron involucrados un peatón o ciclista con un automóvil. Recientemente, información oficial sobre la accidentalidad fue hecha pública por el INEGI (2020), y considera una gran cantidad de características como la localización geo referenciada, variables del tiempo, posibles causas, aliento alcohólico del conductor, características del vehículo y de las personas involucradas, entre otros.⁴ De igual manera que los anteriores trabajos, el presente se publicó para el XVI Coloquio de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se tiene la intención de publicar en revista científica aunque los tiempos del programa limitaron esta gestión para después de la titulación.

Resaltar también, que a partir de los resultados anteriores se decidió aplicar tanto las variantes predictoras como categorizadoras del modelo, una vez que se demostraron ambas capacidades. El razonamiento anterior fue debido a que, de acuerdo con recientes investigaciones, es necesario tener estos dos factores para la predicción de los PVG. La investigación de Merlin, Guerra, & Dumbaugh (2020), exhibe una revisión conceptual al tema, orientada hacia el ambiente construido, y en el cual describe resultados contradictorios de otros autores, por lo que determinaron esta necesidad de plantear una separación en las variables de correlación, al menos en dos grandes grupos: *riesgo* y *exposición*, con lo cual se propone una aproximación más lógica.

- Riesgo se trata de las condiciones del área de contexto, y a mayores condiciones, mayor riesgo de PVG. Aquí entra la capacidad de categorización del modelo.
- Exposición es acerca de la cantidad de la población que se expone en esa zona para sus actividades diarias. Aquí entra la capacidad predictoras de volumen que aporta el modelo.

Aunque desafortunadamente la información para el resto de los municipios no está disponible, la orientación del trabajo y los resultados proveen datos para elaborar políticas y acciones urbanas en toda la zona metropolitana.

A los resultados del modelo implementado en la ZM de Querétaro, se añadió la información de accidentes geo referenciados, mediante el software Qgis y con

⁴Esta nueva información, muestra que es exagerado el número de percances, ya que pareciera que prácticamente en todas las calles, existen percances donde el vehículo motorizado estuvo presente, considerando que los datos son de sólo dos años, 2019 y 2020. Debido a esto, es que se formuló el acrónimo de Percance Vial Grave (PVG), dentro de la movilidad sostenible, es decir, se filtraron los percances de la base de datos, para eliminar aquellos que fueron solamente entre vehículos no sostenibles (percances vehículo con vehículo).

Tabla 5.2: Escenarios para ciclistas y peatones.

Parámetro	Ciclistas		Peatones	
	Estimado	P-Valor	Estimado	P-Valor
I_Banq	-0.0309	0.0014	-0.0118	0.0383
T-Jera	-0.0533	0.0006		
T_TrPu			0.1395	9.88E-9

una función de unir ambas bases de datos. Con la matriz resultante, se construyó y estimó un modelo de regresión Poisson exploratorio mediante el software R, con el fin de identificar las variables del indicador, que tuvieran un relación con la cantidad de percances en dos escenarios: ciclistas, es decir, cuando hay al menos un ciclista involucrado, y peatonal, cuando hay al menos un peatón. Debido a que hay 12 variables del indicador, se eligió un criterio de selección de variables con base a la magnitud de AIC (Akaike's Information Criteria).

Para el caso de los ciclistas, se determinó con la Tabla 5.2. Aquí se puede afirmar lo siguiente:

- Una calle donde IBANQ tiene una magnitud grande, es decir, donde las banquetas abundan, se tiende a tener una menor cantidad incidentes donde están involucrado algún ciclista.
- Una calle donde TJERA tiene un valor grande, es decir, en las vialidades principales, se tiende a tener una mayor cantidad de incidentes donde hay ciclistas involucrados.

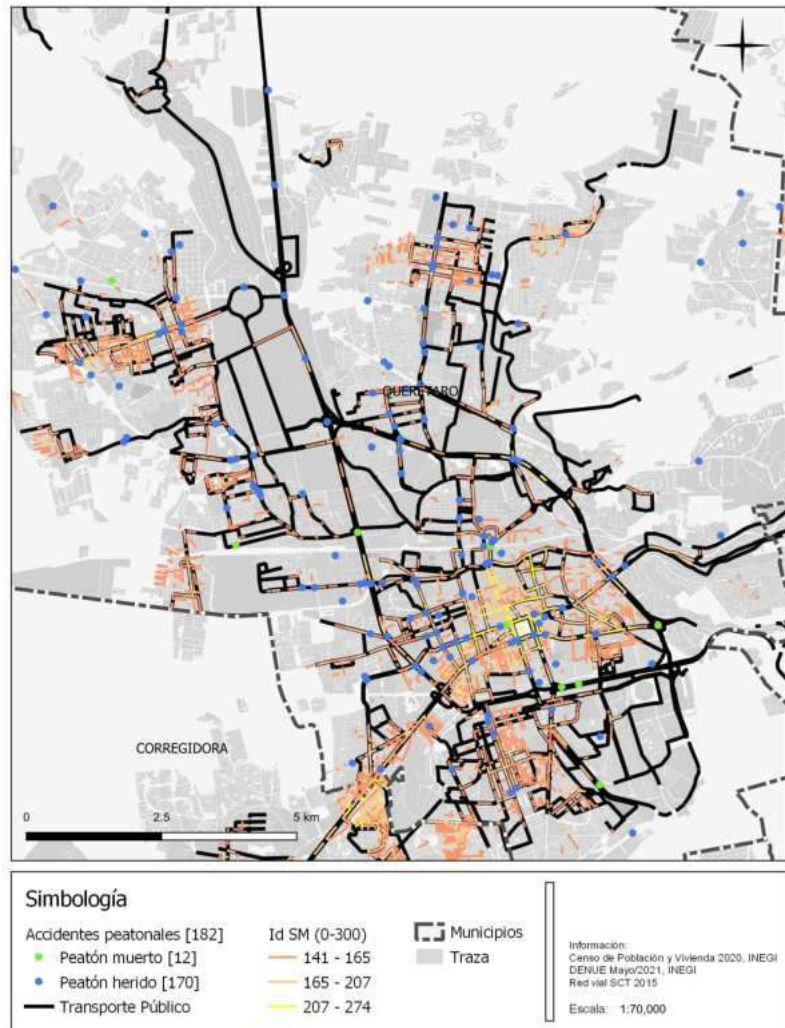
Para el caso de los peatones, se determinaron los coeficientes estimados en la misma Tabla 5.2. Así se puede afirmar lo siguiente::

- Una calle donde IBANQ (banquetas) tiene una magnitud grande, tiende a tener menos percances con peatones involucrados.
- Una calle donde TTRPU (opciones de transporte público) tiene un valor grande, tiende a tener mayor percances con peatones involucrados.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos para los dos componentes, el factor de riesgo y el factor de exposición, se creó una visualización en el modelo espacial. En la Fig.5.6, se puede ver los PVG en puntos azules y verdes. Para el factor de riesgo, se utilizaron las variables que salieron con mayor correlación a tendencias positivas de accidentalidad, para ciclistas y para peatones, siendo en este caso las rutas de transporte público en color negro y la jerarquía vial en un grosor ascendente de acuerdo al valor. Para el factor de exposición, se inscriben dentro de las rutas de transporte público (segmentos negros), los rangos del modelo con los valores más altos, en colores carne y amarillo.

Se añade a la discusión las siguientes observaciones:

Figura 5.6: Características de riesgo y de exposición.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2020.

El rango de más alto valor del indicador, de color amarillo, no muestra correlación alguna con los PVG, salvo en segmentos de algunas vialidades importantes: Ave Ignacio Zaragoza, Ave De la Luz, y Ave. Constituyentes.

El factor de exposición debe funcionar como un factor de estimación, dando la probabilidad de que futuros PVG van a continuar sucediendo en avenidas donde existen rutas del transporte público.

Conclusiones

Esta investigación trató sobre el desarrollo de un modelo espacial para la categorización de la movilidad sostenible en las redes viales de ciudades mexicanas, lo cual es una base para medir tanto la accesibilidad, como su habitabilidad y capacidad de predicción y vinculación con temáticas urbanas específicas. Para lograr su construcción, se determinó desarrollar en un proceso cualitativo, una cronología tanto histórica como teórica, sobre las principales escuelas del pensamiento y su influencia en la producción espacial de las calles y redes viales, tanto a nivel global como en los casos de estudio de ciudades mexicanas.

Sobre el objeto de estudio planteado, se concluye:

- Se logró desarrollar una herramienta tecnológica a través de procesos innovadores, multidisciplinarios, cualitativos y cuantitativos, aprovechando la última tecnología existente.
- Se comprueba la capacidad de la herramienta como modelo tanto predictivo, como categorizador, en este caso de la movilidad sostenible, así como de otros fenómenos urbanos de las redes viales.

Sobre los objetivos e hipótesis:

Se logró un entendimiento diferenciado, de cada uno de los sitios donde se implementó el modelo. Cada uno de los conocimientos generados, son relativos al tiempo que se le dedico, por tanto, en la ZM de Querétaro y de Monterrey, es donde se tuvieron mayores conclusiones. Esto fue a partir de ir resolviendo cada una de las hipótesis planteadas:

- La actividad de comercio en vía pública fue categorizada de acuerdo a las variables del indicador, encontrando un patrón de localización de la actividad, así como la base para políticas en zonas donde existe el potencial de que esta actividad aparezca.
- La predicción en la demanda de movilidad sostenible, expone la necesidad de generar intervenciones en sitios que la gente ya está utilizando. Se comprueba que se trata de sectores de personas vulnerables, y que a pesar de ello se mobilizan de manera sostenible, por lo que, la configuración y localización de la infraestructura debiera ser para con estas prioridades encontradas.
- La categorización y predicción de los percances viales graves, demuestra la necesidad de hacer intervenciones urbanas en sitios que el modelo ayuda

en localizar, los cuales tienen factores tanto de riesgo como de exposición. También se comprueba la disyunción en modelos predictivos ya que no utilizan variables ya comprobadas para la medición de los percances.

- Se genera una discusión teórico metodológica, en la que la inclusión de una visión neo marxista y de urbanismo sostenible le permite generar un enfoque al modelo tecnológico.
- Se logró la vinculación del modelo con temáticas seleccionadas durante la investigación, lográndose responder a la hipótesis inicial y a las que fueron surgiendo, como el comercio en vía pública y los percances viales graves.

También, se fundamentan las cuestiones observadas durante el marco teórico e histórico, acerca de una lucha de clases, a través de la influencia que la ideología en curso, manifiesta en la producción espacial de las redes viales. Este reconocimiento a la disputa espacial, implica entender categorías de análisis en la movilidad, las cuales se asocian de acuerdo a los desplazamientos, como a los niveles socio económicos, demostrando una lucha espacial de acuerdo al status y a la manera de viajar. El indicador, acorde a la segunda hipótesis de la investigación, confirma su eficacia como herramienta geográfica, para localizar estos sitios, así como la categorización demostrada en las demás hipótesis.

La población agrupada en la clase obrera original de Marx, se entiende como la principal perjudicada por los sistemas maquinistas del capitalismo actual. En esta visión, la movilidad como sistema maquinista, se demuestra en la influencia del *cuerpo motorizado*, sobre el paisaje urbano, el cual primero impactó como vehículo mecanizado, evolucionando la era mercantil, pasando al manufacturero y fabril con la llegada del tren y tranvías, para culminar con la revolución industrial, la aparición del automóvil y su profundo impacto en conjunto con la ideología neoliberal desarrollada en las últimas décadas.

Aún y con los anteriores resultados, es evidente que existen múltiples líneas de investigación a seguir, las cuales tienen el potencial de seguir generando descubrimientos para ayudar tanto en estrategias de políticas públicas como en cuestiones técnicas de diseño urbano.

Por último, esta investigación, pretende ser una de las muchas bases existentes para revertir el proceso, reconociendo la eficacia de las tecnologías actuales, el uso de la inteligencia artificial y el manejo de datos masivos. Se comprueba, que estas técnicas, pueden y deben orientarse bajo procesos cualitativos y con una fuerte carga teórica, para producir resultados que beneficien a los sectores vulnerables y que ya se desplazan de manera sostenible.

Referencias

Corina Schmelkes. Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación. In *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación*, pages 214–214. 1988.

Antoni Lista, Joaquín Sabaté Bel, and Mark SCHUSTER. Projectant l'eix del llobregat: paisatge cultural i desenvolupament regional-designing the llobregat corridor: cultural landscape and regional development. *Universitat Politècnica de Catalunya–Massachusetts Institute of Technology: Barcelona*, 2001.

Ignacio Carlos Kunz-Bolaños and Adriana Soledad Espinosa-Flores. Elementos de éxito en la producción social de la vivienda en México. *Economía, sociedad y territorio*, 17(55):683–707, 2017.

Bernd Pfannenstern, Jonatán Obed Martínez Jaramillo, Edgar Eduardo Anacleto Herrera, and Salvador Sevilla Villalobos. Planificación urbana y la influencia de las urbanizaciones cerradas: El área metropolitana de Guadalajara, México. *Economía, sociedad y territorio*, 19(59):1087–1117, 2019.

Yefer Asprilla Lara. La movilidad urbana sostenible: un paradigma en construcción en el contexto del cambio climático. 2016.

Gerardo Pedrós-Pérez, Pilar Martínez Jiménez, and Pilar Aparicio Martínez. La imagen de la bicicleta en la comunicación publicitaria: movilidad sostenible y cambio climático. *Hábitat y Sociedad*, 13, 125-149., 2020.

Lluís Brau. La ciudad del coche. *Biblio3w revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 2018.

Patricia Eugenia Olivera Martínez. Neoliberalismo en la ciudad de México: Polarización y gentrificación. 2014.

Cámara de Diputados. Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano. *Última reforma*, 1, 2016.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte. Manual de proyecto geométrico de carreteras. Technical report, Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte, 1970.

Secretaría de Servicios Parlamentarios. Secretaría General. Cámara de Diputados. In *Ley General de Movilidad y Seguridad Vial. México. DF 2022; p*, 2022.

H. Congreso del Estado de Nuevo León. Ley de movilidad sostenible y accesibilidad para el estado de Nuevo León. Technical report, H. Congreso de Estado de Nuevo León, 2023.

SEDESU, Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo Leon. Norma técnica estatal de aceras de nuevo león. Technical report, SEDESU, Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo Leon, 2019.

Municipio de Monterrey. Reglamento para el diseño, construcción y mantenimiento de las aceras y vías peatonales. Technical report, Municipio de Monterrey, 2022.

H. Congreso del Estado de Querétaro. Ley de movilidad para el transporte del estado de querétaro. Technical report, H. Congreso de Estado de Querétaro, 2021.

Municipio de Querétaro. Reglamento de diseño vial y urbano para el municipio de querétaro. Technical report, Municipio de Querétaro, 2021.

Gisela Méndez. Anatomía de la movildiad en méxico: Hacia dónde vamos. México. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/anatomia-de-la-movilidad-enmexico-hacia-donde-vamos>, 2018.

Como vamos Nuevo León. Encuesta gobernador, como vamos 2021. Technical report, 2021.

Anton noticias. Inauguran el viaducto poniente en el municipio de querétaro. 2020.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de población y vivienda 2020. Technical report, 2020.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Mexico. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) and Consejo Nacional de Población (CONAPO). *Metropolis de México 2020*. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2023.

Jo Vergunst. Rhythms of walking: History and presence in a city street. *Space and Culture*, 13(4):376–388, 2010.

Joseph Amato. *On foot: A history of walking*. NYU Press, 2004.

James A Harrell and V Max Brown. The oldest surviving topographical map from ancient egypt:(turin papyri 1879, 1899, and 1969). *Journal of the American Research Center in Egypt*, 29:81–105, 1992.

PC da Costa Gomes. A condição urbana. *Ensaio de geopolítica da cidade. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil*, 2002.

José Luis Menéndez. Las fuentes antiguas sobre el urbanismo de hipodamo de mileto. *D'art*, pages 183–203, 1997.

FOUCAULT Y HUMBERTO GIANNINI. Pensar la ciudad: Reflexiones acerca del espacio urbano en el pensamiento de aristóteles, michel. 2017.

Pierre Hadot. *Ejercicios espirituales y filosofía antigua*, volume 50. Siruela, 2006.

Stephen Hodkinson. Was sparta an exceptional polis? *Sparta: Comparative Approaches*, pages 417–472, 2009.

Peter J Brand. Athens & sparta: Democracy vs. dictatorship, 2020.

Michael Southworth and Eran Ben-Joseph. *Streets and the Shaping of Towns and Cities*. Island Press, 2013.

David W Anthony. *The horse, the wheel, and language: how Bronze-Age riders from the Eurasian steppes shaped the modern world*. Princeton University Press, 2008.

María Rosario Lucas Pellicer, Isabel Rubio de Miguel, et al. Introducción del caballo como animal de montura en la meseta: problemática. 1987.

Thomas G Chondros, Kypros Milidonis, George Vitzilaios, and John Vaitsis. “deus-ex-machina” reconstruction in the athens theater of dionysus. *Mechanism and Machine Theory*, 67:172–191, 2013.

Alan Durston. Un régimen urbanístico en la américa hispana colonial: el trazado en damero durante los siglos xvi y xvii. 1994.

Luis Guillermo Ríos and Yamal Mustafá Iza. Algunos términos de las ciencias de la ingeniería que generan confusiones. *Scientia et Technica*, 12(32):249–254, 2006.

César Carreras and Pau de Soto. La movilidad en época romana en la península ibérica: Comparativa histórica de las infraestructuras de transporte. In *Proceedings of the IXth Conference of Camineria (Actas del IX Congreso de Caminería)*, 2009.

Claire Weiss. Determining function of pompeian sidewalk features through gis analysis. *Archaeology*, 102(4):739–756, 1998.

Anastasia Loukaitou-Sideris and Renia Ehrenfeucht. *Sidewalks: Conflict and negotiation over public space*. mit Press, 2011.

Luis Diego Brenes Villalobos. Pensamiento ciceroniano sobre el rol del ciudadano en la obra “sobre los deberes”. *Revista de Derecho Electoral*, (15):3, 2013.

Vitruvius Pollio and Claude Perrault. *Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitruvio*. En la imprenta de D. Gabriel Ramirez, impresor de la Academia, 1761.

- Emily Wilson. *Séneca*. Ediciones Rialp, 2016.
- Paul Zanker. *La città romana*. Gius. Laterza & Figli Spa, 2013.
- Henri Pirenne, Francisco Calvo, et al. *Las ciudades de la Edad Media*. Alianza España, 1972.
- David M Nicholas. *The growth of the medieval city: from late antiquity to the early fourteenth century*. Routledge, 2014.
- Carole Hillenbrand. *The crusades: Islamic perspectives*. Psychology Press, 1999.
- Albert Hourani. *A history of the Arab peoples: Updated edition*. Faber & Faber, 2013.
- Norman Pounds. *The medieval city*. Bloomsbury Publishing USA, 2005.
- Philippe Contamine. *La guerra de los Cien Años*. Ediciones Rialp, 2014.
- Allan R Brewer-Carías. Poblamiento y orden urbano en la conquista española de América. 1998.
- Federico Fernández Christlieb et al. El imaginario urbano del siglo xvii: la ciudad de Descartes y de Perrault. 1999.
- Guénola Capron, Jérôme Monnet, and Ruth Pérez López. Banquetas: el orden híbrido de las aceras en la ciudad de México y su área metropolitana, 2022.
- Teodoro Martín Martín. El saneamiento de Madrid en 1715. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, (CLV):141–155, 2020.
- Ruy Moreira. *Pensar e ser em geografia: ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico*. Editora Contexto, 2011.
- Gonzalo Hatch Kuri. Moreira, R. (2019). Espaço, corpo do tempo. a construção geográfica da sociedade. Rio de Janeiro: Consequência Editora 280 pp., isbn 978-85-69437-68-0. *Investigaciones geográficas*, (104), 2021.
- Jean-Jacques Rousseau. *El contrato social, ó, Principios del derecho político*. Por José Ferrer de Orga, 1812.
- Germán Guerrero Pino. Teoría kantiana del espacio, geometría y experiencia. *Praxis filosófica*, (20):31–68, 2005.
- Maurice Brody. David Harvey, social justice, and the city, Edward Arnold, London, 1973. 336 pp. £ 3.25. *Journal of Social Policy*, 3(4):372–374, 1974.
- Edith Elvira Kuri Pineda. Representaciones y significados en la relación espacio-sociedad: una reflexión teórica. *Sociológica (México)*, 28(78):69–98, 2013.

- Robert Henry Thurston. *A History of the Growth of the Steam-Engine*, volume 24. D. Appleton, 1878.
- Oliver Green. *Rails in the road: A history of tramways in Britain and Ireland*. Pen and Sword, 2016.
- Charles E Lee. The civil engineering of canals and railways before 1850. *The Civil Engineering of Canals and Railways before 1850*, 2017.
- Judith M Bennett. Feminism and history. *Gender & History*, 1(3):251–272, 1989.
- Sarah Lumley and Patrick Armstrong. Some of the nineteenth century origins of the sustainability concept. *Environment, Development and Sustainability*, 6:367–378, 2004.
- Josep Puig i Boix. La bicicleta: un vehículo para cambiar nuestras ciudades. *Ecología política*, (17):37–43, 1999.
- María Isabel Gea Ortigas. *Los nombres de las calles de Madrid*. La Librería Ediciones, 2012.
- William Beryl Crow. The traffic victim: An increasing social problem. *Willamette LJ*, 1:539, 1959.
- Peter Hall. Ciudades del mañana. *Historia del urbanismo en el siglo XX*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1996.
- Sonia Lombardo de Ruiz, Mario de la Torre, and Yolanda Terán Trillo. *Atlas histórico de la Ciudad de México*. Smurfit Cartón y Papel de México, 1997.
- César Yáñez and Marc Badia-Miró. El consumo de automóviles en la América latina y el Caribe (1902-1930). *El trimestre económico*, 78(310):317–342, 2011.
- Jane Jacobs. Jane Jacobs. *The Death and Life of Great American Cities*, 21(1):13–25, 1961.
- Anthony Downs. The law of peak-hour expressway congestion. *Traffic Quarterly*, 16(3), 1962.
- Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung. *Unternehmensforschung*, 12:258–268, 1968.
- Henri Lefebvre. Le droit à la ville. *París: An*, 1968.
- Henri Lefebvre. *La revolución urbana*. Comercial Grupo ANAYA, SA, 2022.
- Desta Mebratu. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental impact assessment review*, 18(6):493–520, 1998.
- Jan Gehl. *Life between buildings: using public space Copenhagen*, 1971.

Edgar Talledos Sánchez. Reseña de "pensar e ser em geografia. ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico" de moreira, r. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, (73):129–133, 2010.

Ruy Moreira. Marxismo e geografia (a geograficidade e o diálogo das ontologias). *GEOgraphia*, 6(11), 2004.

Brundtland Commission et al. Our common future: The report of the brundtland commission, 1987.

Iris Borowy. The social dimension of sustainable development at the un: From brundtland to the sdgs. In *The Struggle for Social Sustainability*, pages 89–108. Policy Press, 2021.

Saskia Sassen. The global city. *Le Debat*, 1994.

Saskia Sassen. The global street: Making the political. *Globalizations*, 8(5):573–579, 2011.

Pierre Bourdieu et al. The weight of the world: Social suffering in contemporary society, trans. *Priscilla Pankhurst Ferguson, et al.*(Cambridge: Polity, 1999), 1999.

Martin JH Mogridge. *Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow?* Springer, 1990.

Manuel Herce and Joan Miró Farrerons. *El soporte infraestructural de la ciudad*, volume 29. Univ. Politèc. de Catalunya, 2004.

Manuel Herce. *Infraestructuras y medio ambiente: Urbanismo, territorio y redes de servicios. I*, volume 1. Editorial UOC, 2010.

JK Wiersma, L Bertolini, and L Harms. Spatial conditions for car dependency in mid-sized european city regions. *European Planning Studies*, 29(7):1314–1330, 2021.

David Harvey. La libertad de la ciudad. *Antípoda. Revista de antropología y arqueología*, (7):15–29, 2008.

Ignacio Kunz B., Roberto de la Llata G., Luis Miguel Mitre S., Cristina Cortinas de N., and Alejandro Angulo C. *El Reto Metropolitano de Querétaro*. Instituto Queretano de la Cultura y las Artes, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Ignacio Kunz Bolaños. *Mercado del suelo en la zona conurbada de Querétaro*. Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado de Querétaro Querétaro, Mexico, 2011.

María Elena de la Torre Escoto. *La urbanización de grandes ejes metropolitanos: un proyecto de ordenación para la ciudad de baja densidad, Guadalajara, México*. Universitat Politècnica de Catalunya, 2006.

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. *Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana de Vitoria-Gasteiz*. Departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2010.

Josué Mastrodi and Waleska Miguel Batista. Cidades (in) sustentáveis: a nova agenda urbana da onu/habitat iii e as relações raciais. *Espaço Jurídico Journal of Law [EJLL]*, 22(2):331–350, 2021.

Blanca Bórquez Polloni and Boris Lopicich Catalán. La dimensión bioética de los objetivos de desarrollo sostenible (ods). *Revista de bioética y derecho*, (41):121–139, 2017.

Antonio Alfonso Barreda Luna. Recuperación progresiva del espacio público en querétaro. *SketchIN*, 3(6):8–19, 2019.

Todd Alexander Litman. *Economic value of walkability*. Victoria Transport Policy Institute Victoria, BC, Canada, 2017.

Francisco Guerra. Origen de las epidemias en la conquista de américa. *Quinto centenario*, 14:43–51, 1988.

Fernando Nunez, Carlos Arvizu, and Ramon Abonce. *Space and place in the Mexican landscape: the evolution of a colonial city*. Number 7. Texas A&M University Press, 2007.

Beatriz Barba de Piña Chan, Agripina García Díaz, Ana Rita Valero de García Lascuraín, Ricardo Macip Ríos, José Luis Noria Sánchez, and Joaquín Roberto González Martínez. *Caminos terrestres al cielo: contribución al estudio del fenómeno romero*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2020.

Eduardo Noguera. Vestigios de cultura teotihuacana en querétaro. In *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia*, pages 71–78, 1945.

María Teresa Trejo Guzmán. El mercado de querétaro: una visión alternativa cronotópica desde el hoy y desde el lugar. 2021.

Lourdes Somohano Martínez. Los rituales de fundación del siglo xvi y el trazo urbano del pueblo de querétaro. *Secuencia. Revista de Historia y Ciencias Sociales*, (60):007–007, 2004.

Lourdes Somohano Martínez. La movilidad poblacional en tlachco/querétaro, siglos xvi y principios del xvii. *Papeles de población*, 12(49):177–204, 2006.

David Charles Wright Carr. La vida cotidiana en querétaro durante la época barroca. *G. d. Querétaro, Querétaro ciudad barroca*, pages 13–44, 1989.

Carlos Arvizu García. Evolución urbana de querétaro, 1531-2005. *Tecnológico de Monterrey/Municipio de Querétaro*, 2005.

- Celia Wu. La población de la ciudad de Querétaro en 1791. *Fuentes*, 14(4,313):4–140, 1988.
- Carlos Eduardo Vargas De Stefano. Fisonomía de la ciudad de Querétaro (1900-1920). 2008.
- Angel Bassols Batalla. Monterrey y su región páginas de historia económica. *Problemas del Desarrollo*, pages 33–54, 1978.
- Eugenio Del Hoyo. *Historia del Nuevo Reino de León (1577-1723)*. Fondo Editorial de NL, 2005.
- Cecilia Sheridan Prieto. Congregados y rebelados en el nuevo reino de León. *XXXVIII Jornadas de Historia de Occidente*, page 59, 2017.
- John Schmal. Indigenous Nuevo León: Land of the Coahuiltecos. *Indigenous Mexico*, October, 9, 2019.
- David Piñera Ramírez. *Visión histórica de la frontera norte de México*, volume 4. Uabc, 1994.
- Eduardo Cázares Puente. Documentos coloniales de Monterrey. *Actas: Revista de historia*, (10):77–95, 2012.
- Miguel Angel Vigliocco. El planeamiento territorial en la Leyes de Indias. *TALLER VERTICAL MEDA ALTAMIRA, Serie: El Planeamiento en la Argentina/nº4, La Plata*, 2008.
- Rocío González Maíz. *Desamortización y propiedad de las élites en el noreste mexicano 1850-1870*. Fondo Editorial de NL, 2011.
- Carlos Estuardo Aparicio Moreno, María Estela Ortega Rubí, and Efrén Sandoval Hernández. La segregación socio-espacial en Monterrey a lo largo de su proceso de metropolización. *Región y sociedad*, 23(52):173–207, 2011.
- Óscar Flores. Monterrey: cinco ejes centrales hacia la ciudad del conocimiento. *Monterrey histórico*, page 233, 2009.
- Amanda Melissa Casillas Zapata, María Teresa Ledezma Elizondo, and Carlos Estuardo Aparicio Moreno. Conformación de áreas verdes y espacios abiertos en la transformación urbana de Monterrey del siglo XVII a inicios del siglo XXI. *Letras históricas*, (19):99–125, 2018.
- Juan Cáceres Muñoz. Entre la libertad y los privilegios: élite, elecciones y ciudadanía en el Querétaro de la primera mitad del siglo XIX. *Historia Mexicana*, pages 477–530, 2011.
- Luis Chávez Orozco and Roberto Sandoval. El obraje, embrión de la fábrica. *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, 8(29), 1986.

- Carmen Imelda González Gómez and Ovidio González. *Transporte en Querétaro en el siglo XIX*. Instituto Mexicano del Transporte, Gobierno del Estado de Querétaro, 1990.
- Roberto Sandoval Zarauz. Los obrajes de querétaro y sus trabajadores (1790-1820). 1979.
- M Sánchez Rodríguez. El granero de la nueva españa. uso del entarquinamiento para la producción de cereales en el bajo mexicano. *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, (22):12–20, 2002.
- C González. Una interpretación sobre la construcción del espacio urbano: Querétaro, de la tradición a la modernidad y de la modernidad a la globalización. *Bassols Ricardez, Mario, Procesos de construcción de espacios urbanos en ciudades mexicanas, siglo XIX y XX*, 2013.
- Carmen Icazuriaga Montes. Desarrollo urbano y forma de vida de la clase media en la ciudad de querétaro. *Estudios demográficos y urbanos*, pages 439–456, 1994.
- Isidro Vizcaya. Los orígenes de la industrialización de monterrey. *Monterrey: Fondo Editorial de Nuevo León e ITESM*, 2006.
- Frederic Mauro. El desarrollo económico de monterrey, 1890-1960. *HUMANITAS DIGITAL*, (44), 2017.
- Alex M Saragoza. *The Monterrey elite and the Mexican state, 1880–1940*. University of Texas Press, 1988.
- Mario Cerutti, Isabel Ortega, and Lylia Palacios. Empresarios y empresas en el norte de México: Monterrey: del estado oligárquico a la globalización. *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe/European Review of Latin American and Caribbean Studies*, pages 3–27, 2000.
- J Guadalupe Lozano Alanís. *El Río Santa Lucía: usos del agua*. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2002.
- Moisés Valadés Moreno and Jesús Gerardo Ramírez Almaraz. Monterrey 1846–1943: de pueblo artesanal a ciudad industrial. *Saberes. Revista de historia de las ciencias y las humanidades*, 2(6):32–60, 2019.
- Allen Morrison. *The tramways (and other railways) of monterrey*, 2017.
- Beatriz García Peralta. La lógica de las grandes acciones inmobiliarias en la ciudad de querétaro. *Estudios demográficos y urbanos*, pages 375–397, 1986.
- Carmen Imelda González Gómez, Manuel Basaldúa Hernández, Esperanza Díaz Guerrero-Galván, Emiliano Duering Cufre, Daniel Hiernaux Nicolas, and

Óscar Guerrero Hernández. Imaginarios y fragmentos de metrópoli: Querétaro, México. *Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales*, 2015.

Christof Göbel et al. Una visión alemana de los modelos de ciudad. el caso de Querétaro. *Revista Gremium*, 2(4):47–60, 2015.

Javier Delgado. Querétaro: hacia la ciudad-región. *Estudios demográficos y urbanos*, pages 655–699, 1993.

Enrique Rajchenberg. Los orígenes del neoliberalismo en México. la escuela austriaca. *Economía UNAM*, 14(40):134–138, 2017.

Miguel Ángel Hidalgo Martínez. The rise of chongqing and Querétaro. 2022.

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. Planeación de los libramientos carreteros en la ciudad de Querétaro. 2001.

Ignacio Kunz Bolaños. Procesos actuales de reestructuración urbana en la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro. *Santiago de Querétaro, México. SEDESOL*, 2009.

ONU Habitat and Municipio de Querétaro. *Estrategia de Territorialización del Índice de Prosperidad Urbana en Querétaro*. Municipiode Querétaro, 2018.

Gustavo Herón Pérez Daniel. La ciudad de Monterrey y los discursos locales de modernización: reconstruyendo la esfera pública en 1933. *Estudios de historia moderna y contemporánea de México*, (42):75–108, 2011.

Francisco J Montemayor. *Sabinas Hidalgo en la tradición, leyenda, historia*. Impresora Monterrey, SA, 1949.

Rodolfo Fernandez. *Revolution and the industrial city: Violence and capitalism in Monterrey, Mexico, 1890-1920*. Georgetown University, 2014.

Isabel Ortega. Fomento industrial y definición de grupos empresariales monterrey 1940-1950. *HUMANITAS DIGITAL*, (25):441–456, 1998.

Eduardo Sousa González. El área metropolitana de Monterrey: análisis y propuesta de lineamientos metodológicos para la planeación en zonas periféricas. 2006.

Eduardo Sousa. De la ciudad a la metrópoli. una interpretación teórica del fenómeno expansivo ligado a la vivienda, a la vulnerabilidad ya la pobreza: El caso del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Revista INVI*, 25(69):19–101, 2010.

Efrén Sandoval Hernández. Pobreza, marginación y desigualdad en Monterrey: Puntos de partida. *Frontera norte*, 17(33):133–141, 2005.

- Eduardo Loredó Guzmán. *La movilidad cotidiana en Monterrey. Un estudio desde la experiencia del transeúnte*. PhD thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2021.
- Francisco Zapata. Tendencias recientes de la organización de la industria en monterrey. In *¿ Flexibles y productivos?: estudios sobre flexibilidad laboral en México*, pages 69–94. El Colegio de México, 1998.
- ONU Habitat and SEDATU. *Índice de Prosperidad Urbana en Monterrey*. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2018.
- Carmen Guida and Matteo Cagliani. Urban accessibility: the paradox, the paradigms and the measures. a scientific review. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 13(2):149–168, 2020.
- Gordon H Pirie. Measuring accessibility: a review and proposal. *Environment and planning A*, 11(3):299–312, 1979.
- Michael Batty. *Accessibility: in search of a unified theory*, 2009.
- Gary Pivo and Jeffrey D Fisher. The walkability premium in commercial real estate investments. *Real Estate Economics*, 39(2):185–219, 2011.
- Holly Virginia Krambeck. *The global walkability index*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2006.
- Holly Krambeck and Jitendra Shah. Evaluating and comparing quality of pedestrian infrastructure and services across developing cities: Global walkability index. Technical report, 2008.
- C Michael Hall and Yael Ram. Walk score® and its potential contribution to the study of active transport and walkability: A critical and systematic review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61:310–324, 2018.
- Real Academia Española. *Real academia española*, 1999.
- Rob Boer, Yuhui Zheng, Adrian Overton, Gregory K Ridgeway, and Deborah A Cohen. Neighborhood design and walking trips in ten us metropolitan areas. *American journal of preventive medicine*, 32(4):298–304, 2007.
- Louis A Merlin, Erick Guerra, and Eric Dumbaugh. Crash risk, crash exposure, and the built environment: A conceptual review. *Accident Analysis & Prevention*, 134:105244, 2020.
- Reid Ewing and Robert Cervero. Travel and the built environment: A meta-analysis. *Journal of the American planning association*, 76(3):265–294, 2010.
- Long Chen, Yi Lu, Qiang Sheng, Yu Ye, Ruoyu Wang, and Ye Liu. Estimating pedestrian volume using street view images: A large-scale validation test. *Computers, Environment and Urban Systems*, 81:101481, 2020.

XiaoHang Liu and Julia Griswold. Pedestrian volume modeling: a case study of san francisco. *Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers*, pages 164–181, 2009.

Ashley Dhanani, Lusine Tarkhanyan, and Laura Vaughan. Estimating pedestrian demand for active transport evaluation and planning. *Transportation research part A: policy and practice*, 103:54–69, 2017.

Ciyun Lin, Kang Wang, Dayong Wu, and Bowen Gong. Passenger flow prediction based on land use around metro stations: a case study. *Sustainability*, 12(17):6844, 2020.

Oscar Arturo Hernández-Mercado, Mariana Esquivel Cuevas, and Rubén Garnica Monroy. Modelo de accesibilidad peatonal (map). *Bitácora Urbano-Territorial*, 23(2):14, 2013.

SEDESU, Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo Leon. Programa integral de movilidad urbana sustentable de la zona metropolitana de monterrey. Technical report, SEDESU, Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo Leon, 2021.

Manuel González. Niveles socioeconómicos amai. *Recuperado de <http://www.amai.org/NSE/NivelSocioeconomicoAMAI.pdf>*, 2000.

Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI). Descriptivo de cada uno de los nse amai estimación 2022 (enigh 2022), 2022.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Informe de evaluación de la política de desarrollo social 2020, 2020.

Municipio de Querétaro. *Plan Estratégico de Movilidad PEM 2026 para el Municipio de Querétaro*. Municipio de Querétaro, 2016.

Roberto Hernández-Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, et al. *Metodología de la investigación*, volume 4. McGraw-Hill Interamericana México, 2018.

Juan Luis Álvarez-Gayou Jurgenson and Juan Luis. *Cómo hacer investigación cualitativa: fundamentos y metodología*. paidos México, 2003.

Carlos Leal Iga. Eiciencia de grandes proyectos urbanos mediante indicadores de accesibilidad, centralidad y plus valor. *La ciudad. Un constructo social antropogénico The city. A social construct anthropogenic*, page 93, 2015.

Índice de tablas

3.1. Resumen y comparativa entre Querétaro y Monterrey.	53
4.1. Comparativa de indicadores y variables utilizadas.	64
5.1. Pruebas para determinar la arquitectura de la red neuronal.	73
5.2. Escenarios para ciclistas y peatones.	76

Índice de figuras

1.1. Cruce de niños en una calle de Querétaro.	1
1.2. Redes viales en varias ciudades mexicanas.	5
2.1. División espacial en calle de Pompeya.	14
2.2. Burguesía y mercantilismo en una calle de Amsterdam.	17
2.3. Modelos de control.	19
2.4. Diferencia de capacidad de la carreta y el tranvía.	24
2.5. Banquetas y otros elementos en una calle de la Ciudad de México.	28
2.6. Pirámide de la movilidad sostenible.	35
3.1. Esquema de retícula en asentamientos de Ranas y Toluquilla.	39
3.2. Asentamientos prehispánicos entorno a Querétaro y Monterrey.	41
3.3. División espacial de una calle en Querétaro siglo XIX.	45
3.4. División espacial de una calle en Monterrey siglo XIX.	46
3.5. Traza tranviaria y ferroviaria en Querétaro y Monterrey.	47
3.6. Resumen y comparativa entre Querétaro y Monterrey.	54
4.1. Reparto Modal. Izquierda Querétaro, derecha Monterrey.	59
4.2. Reparto Modal por Niveles Socio Económicos. Querétaro (Izquierda), derecha Monterrey (Derecha).	61
4.3. Reparto de Volumen de viajes por destino de actividad.	62
4.4. Ejemplo de resultados en el grupo focal.	65
4.5. Comparativa de ponderaciones.	66
4.6. Retícula hexagonal de control utilizada para el indicador.	67
4.7. Indicador para la Zona Metropolitana de Querétaro (izquierda) y Monterrey (derecha).	67
5.1. Comerciantes en vía pública en la zona metropolitana de Monterrey.	69
5.2. Técnica de Análisis por Componentes Principales.	70
5.3. Ecosistema del comercio en vía pública en Monterrey.	71
5.4. Indicador en versión de segmentos de la red vial.	73
5.5. Zona A.	74
5.6. Características de riesgo y de exposición.	77