Entropías en la movilidad cotidiana de estudiantes de universidades públicas. Un análisis de la Ciudad Universitaria de Torreón

José Miguel Hernández-Moreno. Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón, México.
Mario Guadalupe González-Pérez. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
Yefer Asprilla-Lara. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

resumen | A partir de la aplicación de una Encuesta Origen-Destino, que incluyó percepciones de las características de movilidad cotidiana de los estudiantes universitarios de nivel Licenciatura de una universidad pública de la ciudad de Torreón, este artículo busca determinar la fase entrópica en la cual se encuentra el sistema actual de movilidad en dicha ciudad, identificando para ello los patrones de movilidad y las percepciones de accesibilidad que allí se dan. Se presentan datos descriptivos de una población estudiantil del estado de Coahuila, México, sobre sus desplazamientos cotidianos y opiniones respecto de las características de sus viajes. Mediante la aplicación de un modelo Entropía-Homeostasis-Neguentropía, que permitió relacionar la información recopilada con las condiciones actuales del sistema de transporte, se determinó que la entropía de la movilidad cotidiana estudiantil se encuentra en fase crítica, resaltando la necesidad de planear intervenciones de neguentropía antes de que el sistema atraviese a una fase hipercrítica.

palabras clave | movilidad, transporte urbano, planificación urbana.

abstract | *Based on the implementation of an Origin-Destination Survey, which included perceptions regarding the daily mobility characteristics of undergraduate students at a public university in the city of Torreón, this article aims to determine the entropic phase in which the current mobility system of the city is situated. To this end, the study identifies mobility patterns and perceived accessibility within the system. Descriptive data from a student population in the state of Coahuila, Mexico, regarding their daily commutes and their opinions about the characteristics of their journeys are presented. Through the application of an Entropy-Homeostasis-Negentropy model, which allowed for the integration of the collected data with the current conditions of the transportation system, it was determined that the entropy of students' daily mobility is in a critical phase. This highlights the urgent need to plan negentropic interventions before the system transitions into a hypercritical phase.*

keywords | *mobility, urban transportation, urban planning.*

Recibido el 14 de mayo de 2024, aprobado el 14 de junio de 2024.
E-mails: josehernandezmoreno@uadec.edu.mx | mario.gperez@academicos.udg.mx | yasprillal@udistrital.edu.co

Introducción

Los estudios de movilidad son fundamentales en la comprensión integral de los desplazamientos de personas y bienes en entornos urbanos y regionales, esta vez aplicados en una ciudad de México. No son solo esenciales para la planificación y diseño de sistemas de transporte eficientes, sino también para mejorar la accesibilidad y la calidad de vida en las ciudades, ya que permiten identificar desigualdades en el acceso al transporte y servicios urbanos y, a partir de ello, avanzar hacia una distribución equitativa de las oportunidades y servicios entre todos los grupos de una población.

En este contexto, la movilidad cotidiana –definida como la suma de los desplazamientos individuales que realizan las personas en un espacio y tiempo específicos a una velocidad adecuada– emerge dentro de un amplio campo de estudios de movilidad como un aspecto crucial (Miralles-Guasch, 2002). Desempeña un papel central en la dinámica urbana, donde la oferta y la demanda de transporte interactúan de manera recíproca, y su análisis es base en el diseño eficiente de políticas urbanas y planificación de transporte en las ciudades.

Los estudiantes universitarios con edades promedio entre los 19 y 25 años tienden a ser el grupo predominante en algunas ciudades (López-Ramírez & Esquivel-Cordero, 2021). Y desde el punto de vista de la movilidad, aunque representan una comunidad homogénea con similitudes en sus destinos de viajes diarios, sus rutinas de desplazamiento pueden ser diversas al abarcar distintos modos de desplazamiento, como caminar, utilizar el transporte público, conducir vehículos personales o como pasajeros. Además, sus motivos para desplazarse son diversos, pues junto con acudir a su lugar de formación profesional, realizan actividades laborales, recreativas, deportivas o de convivencia en un porcentaje mayor que la población general (Hafezi et al., 2018; Martínez-Alvarado et al., 2012). En instituciones de educación superior públicas estas diferencias son mayores, debido a que las características sociodemográficas de los estudiantes son variadas y su población tiende estar compuesta por jóvenes procedentes de familias de clases media y baja, con diferentes problemas de accesibilidad al transporte y a las oportunidades urbanas, especialmente en comparación con los de sectores económicamente altos.

La multiplicidad de modos, propósitos y características sociodemográficas de la población estudiantil subraya la complejidad inherente a su movilidad cotidiana en entornos urbanos, una diversidad cuya comprensión es necesaria para abordar de manera eficiente las necesidades de transporte de este grupo poblacional.

A pesar de la importancia de este tema, la mayoría de los estudios existentes en México sobre los desplazamientos estudiantiles se han centrado en aspectos generales, como el modo de transporte preferido o tiempos de viaje promedio (Romo & Villasana, 2018), con una atención limitada al análisis detallado de sus patrones y características de accesibilidad. Sin embargo, en los últimos años dentro de la academia se ha dado una evolución en la investigación: se ha pasado desde el estudio del transporte al de los desplazamientos de la población, con foco en la demanda en lugar de la oferta, lo que ha posibilitado una comprensión más profunda de las necesidades y comportamientos de los ciudadanos en esta materia (Miralles-Guasch,

2013). Se ha adoptado una aproximación metodológica más congruente y dialéctica en lugar de la tradicional o causal, con una visión más integral y compleja de los sistemas de transporte y movilidad. En esta perspectiva se ha incorporado a toda la población móvil en la planificación de transportes, con la finalidad de garantizar que todos los grupos de la sociedad tengan igualdad de acceso a los servicios de transporte y a las oportunidades laborales, educativas y recreativas vinculadas a tales servicios, evitando la exclusión social.

En la línea señalada, el enfoque de observación Entropía, Homeostasis y Neguentropía (EHN) ofrece una perspectiva teórica prometedora para analizar y comprender los patrones de movilidad cotidiana de los estudiantes universitarios. Este enfoque, derivado de la teoría de sistemas, se centra en la interacción dinámica entre el caos (entropía), la estabilidad (homeostasis) y la innovación o creatividad que trata de reducir la entropía (neguentropía) dentro de un sistema (González-Pérez, 2018). La aplicación de este enfoque en el análisis de la movilidad cotidiana estudiantil puede proporcionar una comprensión más profunda de la complejidad y dinámica de los patrones de desplazamiento, así como identificar posibles puntos de intervención para mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte universitario y urbano. Concordantemente, la presente investigación pretende determinar, a través de un estudio de caso, la fase entrópica en la que se encuentra el sistema de movilidad cotidiana de estudiantes universitarios de una institución pública del estado de Coahuila, México, a través del análisis de sus patrones de desplazamiento y percepciones de accesibilidad.

Estado del arte

Movilidad cotidiana estudiantil

Los viajes cotidianos son reflejo del dinamismo social y económico de la población que manifiestan las actividades diarias de los ciudadanos (Maciejewska et al., 2020). En particular, los desplazamientos de estudiantes universitarios son complejos y únicos, por lo que tienden a ser impactantes en la planificación urbana y en la dinámica social y económica de las ciudades (Balseca-Clavijo, 2017). Su peso en este ámbito se relaciona con el hecho de que este grupo poblacional constituye una porción significativa de la sociedad que realiza más viajes diarios en días laborables que los de la población en general (Zhan et al., 2016). Sus traslados abarcan una amplia gama de actividades, como asistir a clases, trabajar, regresar a sus hogares, participar en actividades académicas, sociales y recreativas (Khattak et al., 2011), lo que ocasiona que los centros universitarios se conviertan en centros de generación de una gran cantidad de desplazamientos (Shannon et al., 2006).

En el contexto académico, las investigaciones sobre los desplazamientos de estudiantes universitarios han cobrado relevancia, centrándose en determinar las preferencias por modos de transporte y los factores que influyen en la movilidad cotidiana. Estudios similares realizados en distintas partes del mundo muestran variaciones en sus resultados, vinculadas a las diferencias que presentan los lugares estudiados en materia de infraestructura, políticas de transporte, así como condiciones de seguridad. Concretamente, en un estudio realizado en 2011 entre cuatro

universidades de Virginia, Estados Unidos, se encontró que el modo de desplazamiento más utilizado variaba según la ubicación del campus, reflejando la influencia del entorno urbano en los modos de viaje de los estudiantes (Khattak et al., 2011). En contraste, un estudio en la Comunidad de Madrid encontró que el transporte público era el modo de desplazamiento dominante en los campus universitarios, con diferencias relacionadas con la accesibilidad al transporte público según la ubicación del campus (Balsero et al., 2021).

En este mismo orden de ideas, Hamad et al. (2021) examinaron los patrones de viaje de una comunidad universitaria con el objetivo de promover el transporte sostenible en Sharjah, Emiratos Árabes Unidos. Los autores describen que, en su mayoría, los encuestados tienden a conducir solos, lo cual es esperable en un país con un ingreso per cápita relativamente alto. Además, encontraron diferencias en la elección de modos de transporte entre estudiantes masculinos y femeninos: las mujeres tienden a ser menos receptivas a los modos de transporte no motorizados, pero utilizan significativamente más el autobús que los estudiantes masculinos.

Además de describir modos preferentes de traslado, existen estudios que buscan determinar los factores que influyen en el comportamiento de viaje de los estudiantes, para lo cual identifican una amplia gama de variables que inciden en esas decisiones. Nash y Mitra (2019) demostraron que la edad, género, nivel de ingresos y estado civil constituyen aspectos cruciales en las preferencias de transporte. Otros factores, como la vivienda y proximidad a las instituciones educativas, también son determinantes (Shannon et al., 2006). El costo de los viajes, horarios de actividades académicas y la disponibilidad de infraestructura de transporte público también aparecen como determinantes en la elección del modo de transporte (Zhan et al., 2016). A ellos se agregan factores subjetivos, como la percepción del tiempo de viaje, exposición a condiciones meteorológicas, nivel de comodidad, los cuales también desempeñan un papel importante en las decisiones de movilidad de los estudiantes (Pesce et al., 2023).

Los estudios que investigan los desplazamientos de los estudiantes son escasos en las encuestas nacionales de México. Las investigaciones más recientes a nivel nacional son la Encuesta Intercensal 2015 y el Censo de Población y Vivienda 2020; y a nivel regional, la Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017). Las dos encuestas nacionales insertaron el tema de la movilidad estudiantil como parte de un cuestionario que abordó diversos temas, por lo que se limitan a proporcionar información cuantitativa sobre la cantidad de desplazamientos entre municipios para acudir a centros de formación académica (Romo & Villasana, 2018). La EOD 2017 representa el estudio más completo a la fecha, con información descriptiva sobre la duración de los viajes y los modos de transporte utilizados por la población, incluidos aquellos destinados a la educación. Se señala al respecto que en la Zona Metropolitana del Valle de México los modos de desplazamiento más comunes para acudir a centros educativos son caminar (42,4%), transporte colectivo (30,7%) y automóvil particular (12,6%) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017). Estos datos, siendo exclusivos de la región estudiada, no proporcionan una visión completa de la movilidad en el país, lo que limita la comprensión de las problemáticas asociadas, y ello debido

al hecho evidente de que, en los contextos locales o regionales, factores como las características sociodemográficas de los estudiantes, las estrategias de movilidad municipales y las características geográficas de las ciudades son diferentes.

Técnicas de análisis de patrones de desplazamiento

El análisis de patrones de desplazamiento implica examinar y comprender las características, tendencias y regularidades en los movimientos de una población específica, identificando los lugares más visitados, horarios de viaje predominantes, modos de transporte utilizados y motivos de desplazamiento. Este análisis se realiza típicamente a través de encuestas origen-destino (EOD), registros de viaje y sistemas de transporte.

La encuesta en sitio permite analizar el reparto modal de la movilidad de una población, incluyendo los motivos y medios de transporte utilizados (Miralles-Guasch, 2012). Las EOD se han señalado como útiles para detectar los patrones de movilidad, motivos y frecuencia en un área de estudio, al representar la movilidad de una ciudad o aglomerado urbano identificando para ello los principales patrones de desplazamiento, partición modal, motivos, volumen de viajes, su origen y destino (Anapolsky, 2018).

Las tecnologías de la información y la comunicación representan nuevas oportunidades para recopilar datos sobre la movilidad cotidiana, al aplicar diferentes enfoques metodológicos que permiten ampliar el conocimiento sobre los desplazamientos (Miralles-Guasch et al., 2015). Así, mediante el análisis de datos de Twitter se exploró la correlación entre la ubicación de la vivienda de los estudiantes y su campus (Osorio-Arjona & García-Palomares, 2019). También la implementación de aplicaciones móviles permite registrar las actividades diarias de los estudiantes para comparar el comportamiento de viaje antes y después de la puesta en marcha de estrategias de movilidad (Tuveri et al., 2020).

Aunado a lo anterior, las representaciones cartográficas son útiles en los estudios de movilidad, debido a que permiten visualizar la localización residencial de los estudiantes, sus tipologías de movilidad, así como las rutas de transporte disponibles. En esta línea, Soto Canales y Gómez Dávila (2020) representaron en un mapa los sectores de residencia de estudiantes de la Universidad del Valle de México, campus Monterrey, clasificándolos de acuerdo con su modo de transporte preferente. Identificaron además las rutas de transporte público cuyo destino es el campus, lo que permitió evaluar la cobertura de ese servicio.

Los análisis estadístico y modelado de datos son herramientas fundamentales para comprender los patrones de desplazamiento. De Angelis et al. (2021) emplearon escalas Likert en encuestas destinadas a recopilar datos cuantitativos sobre las actitudes, limitaciones personales y satisfacción de los viajeros universitarios, segmentando la información recopilada en cinco grupos según su modo dominante de desplazamiento. Junto con ello, mediante análisis estadístico examinaron en detalle las preferencias, actitudes y comportamientos de esos grupos.

La aplicación de encuestas origen-destino, representaciones cartográficas, análisis estadístico y modelado son herramientas que permiten comprender y analizar los patrones de desplazamiento de grupos de personas –entre ellas, los estudiantes

universitarios–, para una comprensión detallada de su movilidad cotidiana. La aplicación del enfoque EHN, en combinación con las técnicas anteriores, resulta plausible para el análisis y comprensión de la dinámica subyacente de este sistema, al permitir examinar las características y percepciones de los estudiantes en su movilidad cotidiana.

Los métodos etnográficos otorgan una perspectiva cualitativa profunda al análisis de los desplazamientos cotidianos, al posibilitar la comprensión de las experiencias y prácticas de movilidad desde el punto de vista de los propios actores sociales. Tales métodos –como la técnica de sombreo, el relevar la práctica cultural de una ciudad y etnografías multisitio– posibilitan captar la diversidad de experiencias, deseos y percepciones que influyen en la movilidad diaria de los sujetos, proporcionando un entendimiento más integral y matizado de la movilidad urbana y sus implicaciones sociales (Chaves & Segura, 2018).

Entropía, homeostasis y neguentropía

Los estudios contemporáneos sobre movilidad han evolucionado más allá de la noción tradicional de desplazamiento físico de un punto a otro, desafiando las concepciones convencionales de espacio, lugar y pertenencia (Cresswell, 2006). Han hecho surgir con ello nuevas preguntas de investigación, relacionadas con las desigualdades de movilidad y acceso a recursos y servicios, así como con el diseño de políticas y prácticas de movilidad que fomenten la justicia social y equidad (Sheller & Urry, 2016).

El enfoque EHN al que hemos hecho referencia pertenece al marco teórico derivado de la teoría de sistemas y aplicado al análisis de sistemas dinámicos y adaptativos, como los patrones de movilidad cotidiana. Adaptado del modelo presión-estado-respuesta, incorpora elementos de la teoría de sistemas para lograr una comprensión más profunda de cómo dichas acciones influyen en la movilidad cotidiana (González-Pérez, 2018). En él, la entropía (E) refleja el desorden o caos en un sistema, la homeostasis (H) se refiere al equilibrio que busca mantener el sistema para lograr estabilidad y funcionamiento adecuado, mientras la neguentropía (N) representa la capacidad del sistema para reducir la entropía y restaurar el orden (González-Pérez, 2020). Este enfoque clasifica cualitativamente las fases del modelo presión-estado-respuesta, identificando la entropía como un estado que puede ser subcrítico, crítico o hipercrítico; la homeostasis como una condición que puede ser reversible, cuasi-reversible o irreversible; y la neguentropía como una capacidad no existente, ocasional o definitiva (Tabla 1).

En su fase subcrítica, la entropía no inhibe el funcionamiento del sistema: es decir, este puede seguir operando, aun cuando se presentan anormalidades. En tal situación la homeostasis no es afectada severamente y, por lo tanto, puede revertir la entropía o minimizar sus impactos, produciendo sus propias neguentropías. En sistemas con fases críticas de entropía es necesaria la intervención de la neguentropía. En esta situación la homeostasis ha sido afectada con un mal funcionamiento del sistema y, por lo tanto, presenta dificultad para reducir la entropía, ocasionando que algunos de sus procesos no puedan regresar a su estado anterior o alcanzar un estado adaptativo. En los sistemas con entropía en fase hipercrítica la estructura del sistema

no puede recuperar su estado anterior, constituyendo circunstancias que requieren de acciones de la neguentropía para reducir los niveles de entropía y alcanzar un estado estable.

TABLA 1 | Subclasificaciones del modelo EHN [Entropía, Homeostasis y Neguentropía]

PRESIÓN ENTROPÍA	ESTADO HOMEOSTASIS	RESPUESTA NEGUENTROPÍA
Subcrítica ⟷	Reversible	No existente
La misma homeostasis revierte la entropía.		No hay intervención
Crítica ⟷	Cuasi-reversible ⟷	Ocasional
El sistema debe adaptarse al nuevo estado, modificando algunos de sus procesos mediante estrategias que reducen temporalmente el nivel de entropía.		
Hipercrítica ⟷	Irreversible ⟷	Definitiva
La homeostasis es incapaz de dar estabilidad al sistema. Se desarrollan estrategias dando una nueva forma al sistema.		

FUENTE: ADAPTADO DE GONZÁLEZ-PÉREZ (2018).

En el ámbito de la movilidad cotidiana estudiantil se puede presentar una fase subcrítica de entropía cuando los estudiantes experimentan irregularidades o disfunciones en su desplazamiento, demoras o interrupciones ocasionales del sistema de transporte público, así como malas condiciones del clima. En estos casos la infraestructura urbana, aunque no es perfecta, sigue siendo funcional y accesible, y los estudiantes ajustan sus horarios o utilizan rutas o modos alternativos para minimizar los impactos en su movilidad diaria.

En una fase crítica, la movilidad estudiantil enfrentaría desafíos más significativos. Al experimentarse constantes retrasos, sobrecargas del transporte público o congestionamiento en horas punta, los estudiantes tendrían dificultad para la realización de sus actividades diarias. En este caso se requiere la intervención de la neguentropía para implementar ajustes en el transporte público, como mejoras materiales o funcionales en el mismo, ampliación de rutas o adopción de tecnologías de gestión de tráfico.

Cuando los estudiantes experimenten una disfunción severa en sus desplazamientos, la homeostasis no es capaz de reducir la entropía, por lo que se requieren cambios significativos. Ante un colapso del sistema de transporte debido a una combinación de factores como falta de inversión en infraestructura o el crecimiento descontrolado de la mancha urbana y de su población, se necesitarían intervenciones drásticas de neguentropía, como la reestructuración completa del sistema.

El modelo EHN se ha aplicado en diversos estudios urbanos. Asprilla-Lara et al. (2019) evaluaron cómo la implementación de una aplicación móvil que promueve la movilidad compartida disminuye la entropía y contribuye a prácticas de movilidad sostenibles. En otra investigación se conceptualizó la movilidad urbana sostenible en las ciudades de Bogotá y Guadalajara como un proceso de equilibrio, orden y sostenibilidad desarrollado a partir de reducir la entropía asociada con la

motorización individual, y promover la neguentropía mediante medidas que favorecen una movilidad eficiente y sostenible (Asprilla-Lara et al., 2022).

Este modelo, el denominado EHN, ofrece un enfoque integral y sistémico para evaluar la situación actual de los desplazamientos cotidianos de los estudiantes. En combinación con el análisis de datos estadísticos, segmentación de datos y representaciones gráficas, permite obtener una visión detallada de las tipologías de movilidad y acceso a la infraestructura de transporte y oportunidades urbanas, lo cual posibilita establecer una base para una planificación urbana que promueva la accesibilidad y equidad.

Contexto urbano y características demográficas de la población de estudio

El caso de estudio de esta investigación es el universo de estudiantes de nivel licenciatura en el campus de la Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), de la Unidad Torreón. Siendo una institución pública, su población exhibe diversidad en sus características demográficas y patrones de movilidad. A ello se suma que la localización geográfica de residencia de los estudiantes varía desde áreas densamente pobladas hasta zonas rurales, con efectos en las opciones de transporte disponibles, tiempo y costos de desplazamiento, más barreras de accesibilidad en ciertos grupos de estudiantes.

Ciudad de Torreón, Coahuila

Torreón forma parte de la Zona Metropolitana de La Laguna (ZML), situada al norte de México y que abarca los municipios de Matamoros, Viesca, Francisco I. Madero, Gómez Palacio y Lerdo. Su índice de urbanización alcanza el 96,5%, con una densidad urbana de 4.828 hab/km^2, siendo este municipio el de mayor población y densidad en la ZML. Su población asciende a 720.848 habitantes, el 25% de la población total del estado, cifras que los sitúan como el segundo municipio más poblado de Coahuila. Su población joven de entre 15 y 24 años constituye el grupo más significativo de la ciudad, con el 16,84% de la población total (INEGI, 2020). La aglomeración urbana presenta grados de marginación muy bajos; mantiene una tasa de ocupación económica superior al 94%, con una tasa de desempleo del 5,1%, aunque el 31,8% de su población percibe menos de 2 veces el salario mínimo (ONU-Habitat, 2018).

La ciudad de Torreón ha experimentado un crecimiento acelerado en décadas recientes: en 30 años su población aumentó 57%, mientras que su extensión urbana se duplicó en el mismo periodo (Tovar Triana, 2020). Este crecimiento acelerado fue impulsado principalmente por la especulación inmobiliaria, origen de un desarrollo urbano no planeado que propició la aparición de fragmentos urbanos irregulares, en contraste con la geometría reticular predominante en las primeras etapas de desarrollo de la ciudad (Carmona O'Reilly, 2016). Este fenómeno ocasionó no solo un crecimiento disperso y una estructura urbana fragmentada, sino también grandes áreas vacías dentro de la ciudad (Tovar Triana, 2020), manifestaciones de la falta de planeación urbana a mediano y largo plazo. El resultado ha sido, entre otros, notorios problemas de movilidad urbana (Secunza Schott, 2016) y aquellos

que se le asocian, desde la congestión del tráfico hasta el limitado acceso a sistemas de transporte para ciertos grupos de la población.

Características de la infraestructura

En Torreón, el 57,17% de las viviendas particulares habitadas poseen automóvil o camioneta (INEGI, 2020). De acuerdo con el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio, entre 2015 y 2020 el parque vehicular aumentó de 210 a 286 automóviles por cada 1.000 habitantes. De continuar este crecimiento, ello generaría una mayor demanda de infraestructura vial, aumento de la inseguridad, incremento de costos derivados de la congestión, ampliación de la exclusión social y una ocupación creciente del espacio urbano (Instituto Municipal de Planeación [IMPLAN], 2022).

En cuanto a la situación relativa a los traslados, en el año 2011 se registró un total de 1.818.955 desplazamientos diarios en Torreón, con un promedio de 2,5 viajes por persona, donde el principal modo de desplazamiento fue el automóvil particular (49%), seguido del transporte público (30%) y traslados a pie (19%), con el caminar representando solo un 2% (IMPLAN, 2022). Respecto de los modos de desplazamiento cuyo propósito es acudir a lugares de estudios, el 48% se realizó en transporte público, el 24% caminando, el 18% por medio de un vehículo particular, 5% en taxi, 2% en bicicleta y 1% en motocicleta (IMPLAN, 2022). El uso del automóvil particular representa la mitad de los desplazamientos de la población general, mientras el incremento del parque vehicular ha resultado en un considerable aumento del tráfico, con la secuela de un total de 4.291 accidentes registrados en 2022, que representan el 38% del total de accidentes en Coahuila (INEGI, 2023a).

El fenómeno del crecimiento disperso ha impactado en el funcionamiento del transporte público, generando kilómetros improductivos que aumentan los costos de operación. Se cuenta con 28 rutas de transporte que cubren de manera adecuada el municipio; sin embargo, las comunidades periféricas enfrentan dificultades para acceder a este servicio, ya que las rutas no ingresan a esas zonas. La falta de organización del transporte también se manifiesta en la congestión de hasta 14 rutas distintas circulando en las mismas avenidas, situación que agrava el problema de tráfico y aumenta el riesgo de accidentes. Además, los usuarios expresaron insatisfacción debido a las deficientes condiciones del transporte y su percepción de inseguridad al utilizarlo, considerando que en 2022 se registraron en Coahuila 2.246 delitos en la calle o en el transporte público por cada 100.000 habitantes. Como consecuencia, el 33,9% de la población de 18 años y más tiene percepción de inseguridad en el transporte público, espacio que ocupa el cuarto lugar de mayor inseguridad del estado (INEGI, 2023b).

En 2014 se completó el estudio del Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable – Zona Metropolitana de La Laguna, que dio lugar al proyecto del Corredor Troncal La Laguna BRT (Bus Rapid Transit). Su objetivo principal era reorganizar las rutas de transporte público para minimizar kilómetros innecesarios y reducir la incidencia de accidentes relacionadas con el transporte público mediante la implementación de un sistema de transporte BRT; sin embargo, a la fecha la primera fase del proyecto se encuentra inconclusa: se habilitó el corredor principal del sistema BRT y se instalaron los paraderos de autobuses, pero la construcción de las estaciones

principales se encuentra suspendida, lo que ha llevado al deterioro y vandalización de la infraestructura ya terminada.

El municipio de Torreón propuso la implementación de la movilidad activa, promoviendo para ello modos de transporte no motorizados a través de una red de ciclovías como alternativa para los desplazamientos en la ciudad, y la implementación de esquemas de calles completas. Actualmente la ciudad cuenta con 28 ciclovías urbanas, que alcanzan 88,4 km de extensión, pero en su mayoría no están interconectadas. Solo 25 km están designados como carriles exclusivos para bicicletas (IMPLAN, 2024), mientras que en el resto comparten espacio con vehículos particulares y transporte pesado.

Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC)

En Torreón hay 68 unidades académicas que ofrecen programas de licenciatura y atienden a una población estudiantil de 34.225 personas. El 59% asiste a una institución pública para sus estudios de licenciatura. La UAdeC es la principal institución pública de educación superior en Torreón, con el 31% de la matrícula total de estudiantes de licenciatura, y representa el 52,6% del conjunto de universidades autónomas, estatales y federales de la ciudad. Esta Universidad está conformada en Torreón por 17 escuelas y facultades, de las cuales 8 se localizan en diversos puntos de la ciudad, mientras que 9 se concentran en el campus de la Ciudad Universitaria, con el 37,6% de su población estudiantil (Servicio Estadístico Estado de Coahuila, 2023).

La Ciudad Universitaria se ubica en el oriente de la ciudad sobre la carretera federal No. 40, a un kilómetro y medio del límite territorial con el municipio de Matamoros. Aunque se localiza sobre una vía importante, su ubicación descentralizada respecto del área urbana representa un obstáculo para los estudiantes en su desplazamiento.

Metodología

Diseño de la investigación

La presente investigación pretende evaluar la movilidad cotidiana de los estudiantes universitarios y sus percepciones de características de accesibilidad en relación con los conceptos del modelo Entropía, Homeostasis y Neguentropía (EHN), para determinar la fase de entropía en que se localiza el estado actual de este sistema. Se sigue una metodología de tipo mixto, cuantitativa-cualitativa. La variable cuantitativa se desarrolla a partir de un muestreo de la población universitaria, realizado mediante la aplicación de una encuesta dividida en dos secciones: un estudio origen-destino y un estudio de percepciones de accesibilidad. Los datos recopilados son tabulados y analizados estadísticamente, y se presentan gráficas que describen la situación actual de la movilidad. Por su parte, la variable cualitativa, que se encuentra integrada en el análisis de los hallazgos cuantitativos, permite caracterizar la fase de entropía en que se encuentra el sistema de movilidad de Torreón según el modelo EHN. Este modelo de naturaleza cualitativa proporciona una subclasificación conceptual que fundamenta la interpretación de los datos cuantitativos, permitiendo una evaluación más completa y matizada del sistema estudiado (Tabla 2).

TABLA 2 | Fases, técnicas e instrumentos en el proceso de investigación

FASE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
1. Diseño de la investigación	Tipo: Mixta cuantitativa-cualitativa	Enfoque: Modelo EHN
2. Selección de la muestra	Muestreo representativo estratificado y por conglomerados	Información de auditorías estadísticas 911
3. Instrumento de recolección de datos	Diseño y administración de encuestas	Encuesta origen-destino y percepción de características de movilidad
4. Validación del instrumento	Prueba piloto	Versión preliminar de la encuesta
5. Recolección de datos	Aplicación del cuestionario en formato impreso	Versión validada de la encuesta
6. Análisis integrado de datos	Análisis cuantitativo-cualitativo	Datos tabulados
7. Evaluación EHN	Evaluación de la movilidad cotidiana estudiantil en relación con los conceptos de EHN	Hallazgos del análisis integrado de datos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Selección de la muestra

La población de estudio está constituida por los alumnos de nivel licenciatura de las escuelas que integran el campus de la Ciudad Universitaria de la UAdeC Unidad Torreón. La matrícula de estudiantes de estas escuelas se obtuvo de la base de datos del Cuestionario Estadístico de Educación Superior (conocido como Estadística 911) del Estado de Coahuila, la cual señala una población total de 3.998 estudiantes en las nueve escuelas que integran este campus. Para determinar el tamaño de la muestra se utiliza la fórmula para poblaciones de 5.000 individuos o menos (Reyes et al., 2013).

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(EE^2) * (N-1) + Z^2 * p * q}$$

Considerando un nivel de confianza del 95%, un coeficiente Z de 1,96 con un margen de error de 0,05 (García-García et al., 2013), y al no contarse con datos previos, se establecen los valores de p y q en 0,5. Se obtiene un tamaño de muestra de 351 estudiantes. Se realiza un muestreo por conglomerados (por escuelas) y estratificado (por sexo), asignando de forma proporcional las encuestas a cada escuela o facultad, obteniéndose la distribución que se detalla en la Tabla 3.

TABLA 3 | Muestreo de la población estudiantil de Ciudad Universitaria

ESCUELA O FACULTAD	MATRÍCULA TOTAL	MATRÍCULA %	MATRÍCULA HOMBRES	HOMBRES %	MATRÍCULA MUJERES	MUJERES %	MUESTRA HOMBRES	MUESTRA MUJERES
Sistemas	350	8,75	221	63,14	129	36,86	19	11
Economía y Mercadotecnia	439	10,98	187	42,60	252	57,40	16	22
Arquitectura	377	9,43	159	42,18	218	57,82	14	19
Ciencias de la Comunidad	601	15,03	104	17,30	497	82,70	10	44
Ingeniería Civil	388	9,70	297	76,55	91	23,45	26	9
Ciencias Biológicas	678	16,96	241	35,55	437	64,45	21	38
Ingeniería Mecánica y Eléctrica	373	9,33	346	92,76	27	7,24	30	3
Ciencias Políticas y Sociales	346	8,65	151	43,64	195	56,36	13	17
Administración Fiscal y Financiera	446	11,16	194	43,50	252	56,50	17	22
Total	3.998		1.900		2.098		166	185

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Instrumento de recolección de datos

Para evaluar la movilidad cotidiana estudiantil, se diseñó el instrumento de investigación utilizando las siguientes variables de estudio (Tabla 4):

TABLA 4 | Variables del instrumento de recolección de datos

CATEGORÍA	VARIABLE	TIPO
Características sociodemográficas	Edad	Numérico
	Género	Categórico
	Lugar de residencia	Ubicación geográfica
	Situación residencial	Categórico
	Situación laboral	Categórico
	Discapacidad física	Dicotómico
	Costo semanal invertido en desplazamientos	Intervalo
	Vehículos disponibles en el hogar	Discreto
	Acceso a vehículos particulares	Discreto
Desplazamiento	Origen	Categórico
	Sector origen	Ubicación geográfica
	Hora inicio	Continuo
	Modo de desplazamiento	Categórico
	Destino	Categórico
	Sector destino	Ubicación geográfica
	Hora fin	Continuo
Accesibilidad	Condiciones de infraestructura de transporte público	Ordinal (escala Likert)
	Satisfacción con los tiempos de viaje	
	Satisfacción con los costos de viaje	
	Percepción de seguridad	
	Percepción de accesibilidad	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Validación del instrumento

De manera previa a la aplicación de la encuesta se realizó una prueba piloto en 32 estudiantes (García-García et al., 2013), donde se detectaron confusiones en la redacción de algunas oraciones en el apartado de accesibilidad. Se observó que los encuestados requieren de asesoría por parte del encuestador durante el llenado, además del apoyo de un mapa de sectores de la ciudad para la localización geográfica de los sectores de inicio y fin de cada viaje, por lo que se descartó la aplicación de esta encuesta en formato digital.

Evaluación entropía-homeostasis-neguentropía

Como se ha mencionado previamente, el enfoque EHN clasifica la entropía en tres fases: subcrítica, crítica e hipercrítica. La clasificación se basa en los niveles de desorden observados en el sistema y la capacidad de este para mantener su funcionalidad y adaptarse a las perturbaciones.

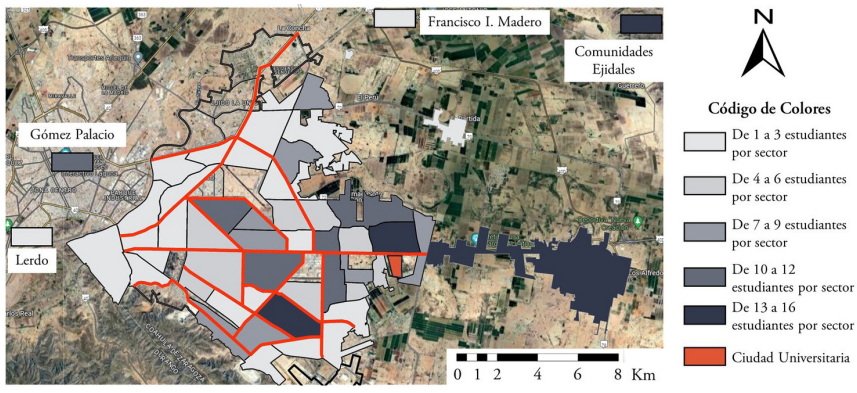
Para clasificar el nivel de entropía del sistema de movilidad se utilizan los siguientes criterios:
a) *Subcrítica*. Se caracteriza por la presencia de irregularidades menores que no impiden el funcionamiento general del sistema de movilidad. Los estudiantes pueden experimentar demoras ocasionales o interrupciones; sin embargo, la infraestructura y servicios de transporte son en general suficientes y funcionales. Los estudiantes pueden ajustar sus horarios o utilizar rutas y modos alternativos de transporte para minimizar los impactos.
b) *Crítica*. El sistema de movilidad enfrenta desafíos significativos que afectan su funcionamiento de manera regular. Los estudiantes experimentan constantes retrasos, sobrecargas en el transporte público, congestionamiento en horas punta y una infraestructura insuficiente. En este estado la homeostasis del sistema está comprometida y requiere de medidas correctivas para mejorar la situación.
c) *Hipercrítica*. El sistema de movilidad se encuentra en un estado de disfunción severa, donde la estructura actual no puede sostener su operación sin cambios significativos. Los estudiantes enfrentan barreras extremas para desplazarse, por lo que se requieren intervenciones drásticas como la reestructuración completa del sistema de transporte para restaurar su funcionalidad y reducir la entropía.

Resultados

La encuesta aplicada permitió obtener información detallada y diversa sobre los desplazamientos cotidianos de los estudiantes de licenciatura de la Ciudad Universitaria. La Figura 1 describe, mediante sectores delimitados por las principales vialidades, los lugares de residencia de los estudiantes y la ubicación del campus universitario. El 82,3% de los estudiantes habitan dentro de la mancha urbana de la ciudad de Torreón; 9,8% provienen de las ciudades conurbadas de Matamoros, Gómez Palacio y Lerdo; y 2,5% provienen de los municipios de Francisco I. Madero y Viesca, localizados a 40 y 60 minutos en coche respectivamente. Se destaca un 5,4% de estudiantes que provienen de comunidades ejidales periféricas a la ciudad de Torreón, donde el acceso al transporte público es limitado.

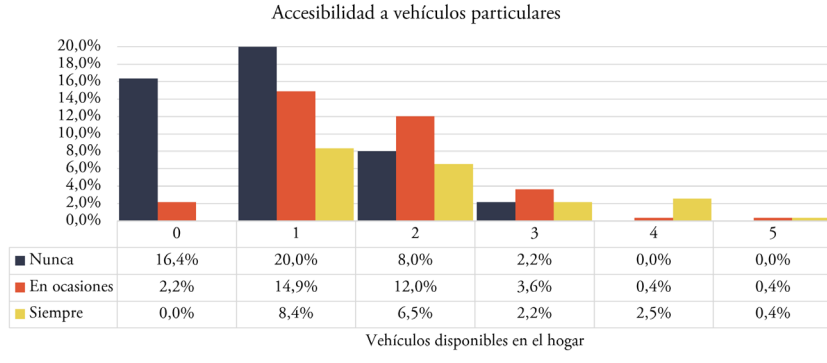
En la localización geográfica de los hogares no se advierte una tendencia de proximidad con el campus universitario. Esto es, no se lo elige por su proximidad con los hogares de los estudiantes. Siendo esta universidad de carácter público, su bajo costo de inscripción es el principal motivo para su elección como casa de estudios. De hecho, ella representa una oportunidad para la formación profesional de grupos poblacionales de ingresos limitados. La condición socioeconómica de estos sectores se refleja en la información sobre vehículos disponibles por hogar, que indica que casi la mitad de los estudiantes no tiene acceso a un vehículo particular (Figura 2). El 43,3% de los hogares cuentan con un solo vehículo para sus desplazamientos cotidianos, mientras que el 18,5% no disponen de este medio. La encuesta destaca a la vez que el 46,5% de los encuestados no tienen acceso a un vehículo para desplazarse y que el 33,5% lo llegan a utilizar ocasionalmente. En relación con estos datos, el modo de desplazamiento más utilizado es el transporte público (30%), seguido del uso del vehículo particular (17%) y, en tercer lugar, el caminar (12%) (Figura 2).

FIGURA 1 | Distribución de estudiantes encuestados según su lugar de residencia

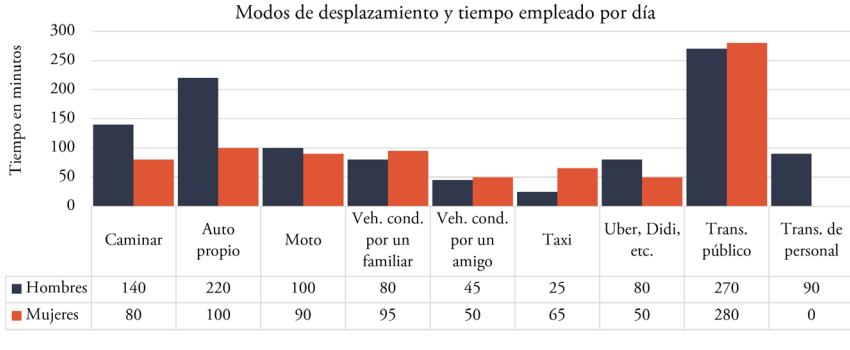


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA 2 | Accesibilidad a vehículos particulares y comparativa entre modos y tiempo de desplazamiento



	0	1	2	3	4	5
Nunca	16,4%	20,0%	8,0%	2,2%	0,0%	0,0%
En ocasiones	2,2%	14,9%	12,0%	3,6%	0,4%	0,4%
Siempre	0,0%	8,4%	6,5%	2,2%	2,5%	0,4%

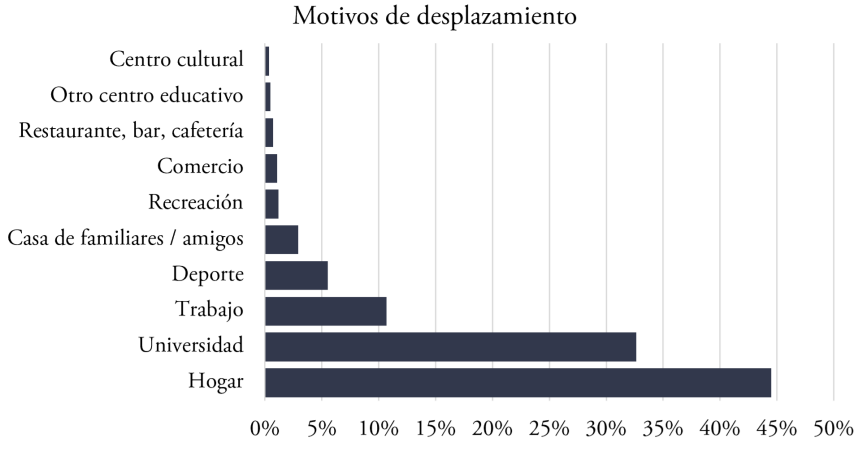


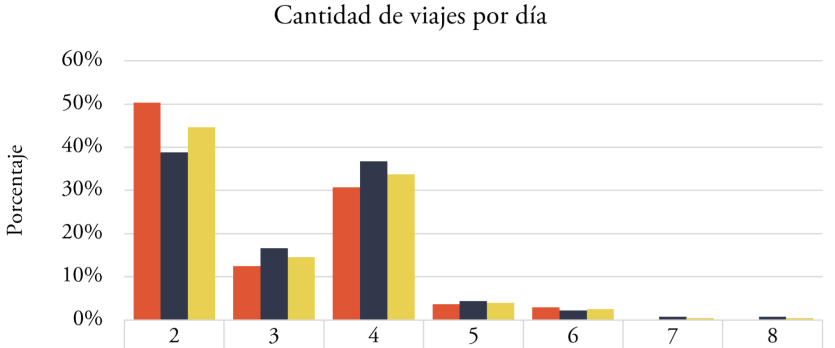
	Caminar	Auto propio	Moto	Veh. cond. por un familiar	Veh. cond. por un amigo	Taxi	Uber, Didi, etc.	Trans. público	Trans. de personal
Hombres	140	220	100	80	45	25	80	270	90
Mujeres	80	100	90	95	50	65	50	280	0

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En general, los viajes realizados con vehículos motorizados propios de cada hogar representan el 37% del tiempo total empleado en desplazamientos, mientras que el 51% se realiza mediante otros modos de transporte y el 12% implica desplazarse caminando. A partir de estas cifras, surge la necesidad de detectar las razones por las cuales los estudiantes realizan sus viajes y la cantidad de desplazamientos que llevan a cabo cotidianamente.

figura 3 | Motivos de desplazamiento y cantidad de viajes diarios





	2	3	4	5	6	7	8
Mujeres	50,4%	12,4%	30,7%	3,7%	2,9%	0,0%	0,0%
Hombres	38,9%	16,6%	36,7%	4,3%	2,2%	0,7%	0,7%
Total	44,6%	14,5%	33,7%	4,0%	2,5%	0,4%	0,4%

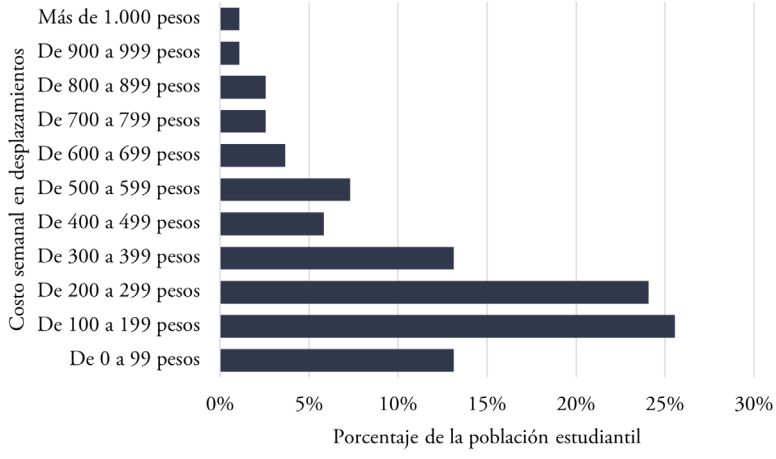
fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la información recopilada, el motivo principal de desplazamiento de los estudiantes, sin considerar los trayectos hacia sus hogares, es acudir a la Ciudad Universitaria, alternativa que representa un 33% del total de viajes diarios; el segundo motivo es acudir a su lugar de trabajo (11%), luego la realización de actividades deportivas (6%) y, en menor porcentaje, asistir a lugares de recreación y convivencia.

Estos motivos de desplazamiento tienen relación con la cantidad de viajes realizados por día, donde el 45% de los encuestados señalaron una baja movilidad de solo 2 viajes diarios –el acudir a la escuela y regresar a su hogar–, mientras que el 48% describen una movilidad media de 3 a 4 viajes, y solo un 7% indicaron tener una movilidad alta, con 5 viajes diarios o más, con una media general de 3,08 viajes por día. Esta cifra es ligeramente superior a la media de la población general de Torreón, de 2,5 viajes por día (IMPLAN, 2022), lo que coincide con lo señalado por Zhan et al. (2016), que indican que la población estudiantil realiza más viajes diarios en días laborables en comparación con la población general (Figura 3).

El volumen de viajes diarios no presentó relación con el gasto que invierten los estudiantes en sus desplazamientos, donde el 63% señalaron que gastan entre 100 y 400 pesos[1] (Figura 4). Pero al comparar los datos con otras variables, se encontró que la situación laboral de los estudiantes influye en la cantidad de desplazamientos que realizan por día. Aquellos que efectúan más de 4 viajes diarios son los que tienen empleo, sea de tiempo completo o parcial, o se trata de trabajadores independientes, lo que refleja que la necesidad de realizar actividades adicionales a la educación influye en las veces que los estudiantes se desplazan cotidianamente.

FIGURA 4 | Gasto semanal en desplazamientos cotidianos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Esta información descriptiva ofrece un panorama general sobre los desplazamientos de los estudiantes universitarios de la UAdeC Unidad Torreón, los cuales presentan una clara diversidad en cuanto a sectores de residencia, modos de desplazamiento, cantidad de viajes por día y situación laboral. Para ofrecer un panorama más integral, se presentan los resultados de las percepciones de los estudiantes sobre las características de accesibilidad. Para ello, la última sección del cuestionario se estructuró en 40 afirmaciones agrupadas en 5 categorías, de las cuales los encuestados contestaron en una escala Likert (Tabla 5).

1 A mayo de 2025, un peso mexicano (MXN) equivale a 0,051 dólares estadounidenses (USD).

tabla 5 | Percepciones generales de características de movilidad cotidiana (porcentajes)

Infraestructura del transporte público	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo
Banquetas	31,48	43,70	24,81
Paradas de camión	47,21	36,80	15,99
Funcionamiento mecánico	56,30	30,37	13,33
Limpieza de unidades	62,17	24,72	13,11
Rutas convenientes	24,44	30,45	45,11
Tiempos de espera	43,02	37,36	19,62
Unidades disponibles hora punta	51,30	31,60	17,10
Flexibilidad en horarios	38,52	36,67	24,81
Accesibilidad para personas con discapacidad	81,04	11,90	7,06
Viajes cómodos	55,76	37,55	6,69
Información disponible	64,93	23,88	11,19
Tecnologías modernas	81,48	12,59	5,93
Implementación de soluciones innovadoras	79,70	13,16	7,14
Satisfacción con tiempos de viaje	**Desacuerdo**	**Neutro**	**De acuerdo**
Tiempos predecibles	25,19	32,59	42,22
Llegadas a destino a tiempo	34,57	33,46	31,97
Afectaciones por tráfico	52,79	30,11	17,10
Afectaciones por clima	59,41	26,20	14,39
Tiempos razonables	22,59	40,74	36,67
Tiempo suficiente para realizar otras actividades	39,78	31,97	28,25
Sensación de tiempo perdido	50,56	23,60	25,84
Satisfacción con costos de viaje	**Desacuerdo**	**Neutro**	**De acuerdo**
Costo razonable	30,48	40,52	29,00
Costo de acuerdo con el presupuesto	24,54	33,83	41,64
Satisfacción calidad-costo	33,46	37,55	29,00
Limitación de realizar otras actividades por el costo	22,22	40,37	37,41
Disponibilidad ante imprevistos	31,34	29,10	39,55
Percepción de seguridad	**Desacuerdo**	**Neutro**	**De acuerdo**
Seguridad ante asaltos o robos	50,93	31,97	17,10
Seguridad ante acosos	55,19	21,85	22,96
Percepción de actos ilícitos	39,18	25,00	35,82
Confianza al desplazarse de noche	57,84	23,13	19,03
Percepción de seguridad gracias a la iluminación	57,78	24,07	18,15
Medidas de seguridad eficientes por parte del municipio	58,80	28,09	13,11
Accesibilidad en los desplazamientos	**Desacuerdo**	**Neutro**	**De acuerdo**
Disponibilidad en cualquier momento	30,19	29,81	40,00
Flexibilidad de elección de modo por inclemencias del clima	35,32	26,39	38,29
Flexibilidad ante cambios rutinarios	30,00	35,93	34,07
Acceso a oportunidades laborales	30,83	25,19	43,98
Acceso a actividades de convivencia	39,02	26,14	34,85
Libertad de escoger la carrera elegida con base en el modo de transporte disponible	19,40	25,00	55,60
Afectaciones en el rendimiento escolar por el modo de transporte utilizado	28,09	28,09	43,82
Afectaciones en las relaciones personales por el modo de transporte utilizado	26,39	29,00	44,61
Percepción de acceso a cualquier lugar de la ciudad	33,71	32,58	33,71

fuente: elaboración propia.

Los resultados señalan que, en cuanto a la infraestructura del transporte público, existe deficiencia sobre el uso de tecnologías modernas y soluciones innovadoras, así como en relación con la disponibilidad de itinerarios sobre rutas y horarios. Además, indican que las unidades de transporte no cuentan con los accesorios necesarios para personas con discapacidad y que en su mayoría presentan desperfectos mecánicos. Varios de los comentarios abiertos que ofrecieron los estudiantes se refieren al mal comportamiento por parte de los choferes, así como la falta de limpieza de las unidades de transporte. Sobre los puntos positivos, los estudiantes perciben que existen suficientes rutas para poder desplazarse en la ciudad, aunque los tiempos de espera no son adecuados; señalan que en horas punta la cantidad de vehículos no es suficiente y que tienden a ir con sobrecupo.

En relación con los tiempos de desplazamiento, la percepción general es que, a pesar de que los tiempos de viaje son constantes, la duración se ve afectada al presentarse malas condiciones del clima y congestionamiento vehicular, y que pierden demasiado tiempo en sus traslados.

Resalta que los estudiantes tienen una percepción positiva sobre los costos del transporte, con comentarios abiertos respecto de que están dispuestos a pagar más en el transporte público si se mejoraran las condiciones de infraestructura, se aumentara el número de autobuses de manera que los viajes fueran más cómodos, y que las rutas de transporte resultaran más cercanas a sus domicilios.

Donde existen varios puntos negativos es en la percepción de seguridad durante los viajes. Al respecto, los estudiantes señalan que los desplazamientos durante la noche les generan sensación de inseguridad y que la iluminación en las vialidades no es suficiente para mitigar o cambiar esa percepción. Además, se observa una calificación negativa en el temor a ser víctimas de asalto, robo y acoso. En cuanto a la percepción de accesibilidad a las oportunidades de la ciudad, la mayoría ofreció respuestas positivas, sobresaliendo que el modo de transporte al que tienen acceso no limitó la elección de la carrera de licenciatura que están cursando ni afecta su rendimiento escolar, relaciones personales o acceso a oportunidades laborales.

Al segmentar la población en relación con las variables de género, modo de transporte utilizado, situación laboral, frecuencia de viaje diarios, acceso a vehículos particulares, los resultados fueron similares. En general, se encontró que los usuarios de transporte público señalan una mayor insatisfacción sobre los tiempos de viaje respecto el acceso a tiempo a sus destinos. Sobre la percepción de inseguridad, la población femenina es el grupo que presentó una mayor tendencia a respuestas negativas, destacando el temor de ser víctimas de acoso.

Aunque en la opinión general la accesibilidad fue bien calificada, el grupo que presentó un ligero aumento en percepciones negativas es el que habita en comunidades ejidales periféricas a la ciudad de Torreón. Indican que cuando se dan condiciones de mal clima no cuentan con la flexibilidad de acceso a modos de transporte diversificados. Agregan que, por la prolongada duración de sus desplazamientos, han dejado de asistir a actividades de convivencia, y es mayor su percepción de no poder acceder a cualquier parte de la ciudad.

A partir de los datos recabados y analizados, se elaboró una relación entre, por un lado, las características entrópicas de la movilidad cotidiana propias del estado actual

del sistema así como las percibidas por los estudiantes; y por otro, las características de homeostasis y neguentropías vinculadas a la gestión de las autoridades municipales.

El crecimiento acelerado de la mancha urbana en relación con el aumento de su población ha creado una ciudad dispersa y fragmentada, con trazas irregulares y zonas desérticas en su interior. Ante su evolución constante, el sistema de transporte público ha ido modificando sus rutas para acceder a las nuevas zonas habitacionales; sin embargo, la falta de planeación estratégica ha provocado un sistema que opera con kilómetros improductivos y altos costos por distancia recorrida. Además, las malas condiciones de las unidades del transporte público, así como las malas actitudes de los choferes, provocan descontento en la población estudiantil.

La ubicación descentralizada del campus no ayuda a la movilidad de aquellos estudiantes cuya localización residencial se encuentra dispersa, a la vez que la insuficiencia de vehículos de transporte público en horas punta limita los desplazamientos cotidianos. Una característica que resaltó en la opinión estudiantil, sobre todo en la población femenina, remite a las condiciones de inseguridad en sus desplazamientos. Tienen al respecto la percepción de que la infraestructura de la ciudad no es suficiente para garantizar su seguridad. Sin embargo, señalan que en condiciones normales los tiempos de llegada son por lo regular predecibles y tienen una percepción positiva sobre la accesibilidad a las oportunidades urbanas de la ciudad.

El municipio de Torreón ha ejecutado en años recientes obras de infraestructura para mejorar el flujo vehicular dentro de la ciudad, y puesto en marcha estrategias de movilidad activa para promover el uso de la bicicleta. Sin embargo, el proyecto de implementar un sistema de transporte BRT está actualmente suspendido y la infraestructura invertida se encuentra en malas condiciones (Tabla 6).

Al observar los indicadores obtenidos durante el análisis de datos bajo el modelo EHN, se ha podido determinar que el sistema de movilidad se encuentra en una fase crítica.

Los estudiantes reportaron frecuentemente retrasos significativos en sus desplazamientos diarios, especialmente durante las horas punta. Además, un alto porcentaje de ellos señaló que los tiempos de viaje son impredecibles y prolongados, afectando su capacidad para llegar a tiempo a sus destinos. La sobrecarga del transporte público es evidente, lo cual se refleja en la percepción negativa sobre su disponibilidad en horas punta.

Las condiciones de infraestructura de transporte público fueron evaluadas como deficientes por la mayoría de los estudiantes, que subrayaron su falta de limpieza, mantenimiento y accesibilidad, así como la insuficiencia de rutas disponibles para cubrir sus necesidades de movilidad, principalmente en el caso de quienes viven en zonas ejidales.

En la población femenina, la percepción de inseguridad es alta; señalan con frecuencia problemas de acoso y temor a ser víctimas de delitos durante los trayectos, sobre todo en horarios nocturnos y zonas de poca iluminación. Esta inseguridad contribuye a un sentimiento generalizado de insatisfacción con el sistema de movilidad, ya que afecta directamente la comodidad y tranquilidad de los desplazamientos diarios.

TABLA 6 | Características de la movilidad estudiantil según el modelo EHN [Entropía, Homeostasis y Neguentropía]

ENTROPÍAS
Crecimiento acelerado de la ciudad con aparición de fragmentos urbanos irregulares y áreas vacías dentro de ella. Kilómetros improductivos del transporte público. Alta circulación de distintas rutas de transporte público en las mismas avenidas. Localización dispersa de los hogares de los estudiantes. Ubicación geográfica del campus descentralizada. Malas condiciones en las paradas de transporte público. Falta de limpieza de las unidades. Vehículos de transporte público insuficientes en horas punta. Falta de accesibilidad para personas con discapacidad. Afectaciones en el tiempo por congestionamiento vial y mal clima. Inseguridad y temor de ser víctimas de asalto y robo. Inseguridad en los desplazamientos nocturnos.
HOMEOSTASIS
Amplia cobertura del sistema de transporte público. Tiempos de llegada predecibles. Relación positiva de los costos con el presupuesto disponible de los estudiantes. Costos accesibles para elegir transporte. Disponibilidad por parte de los estudiantes de pagar más por un mejor transporte público. Percepción general positiva sobre la accesibilidad a los servicios urbanos.
NEGUENTROPÍAS
Ejecución de obras municipales para mejorar el flujo vehicular en principales avenidas de la ciudad. Implementación de estrategias de movilidad activa.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Aunque el sistema enfrenta desafíos graves, aún se considera funcional: los estudiantes pueden realizar sus actividades, pero con dificultades. En una fase hipercrítica los estudiantes enfrentarían barreras extremas, como la falta de transporte público confiable y largos tiempos de espera, que impedirían la realización de sus actividades diarias. Si bien hay problemas significativos, no se ha alcanzado un punto de colapso total del sistema de transporte, ya que los estudiantes señalaron que sus debilidades no les han impedido la realización de sus actividades diarias.

Discusión

Los resultados del estudio confirman que el desplazamiento cotidiano de los estudiantes presenta diferencias con el de la población en general en cuanto a la cantidad de viajes por día, así como en los modos de transporte utilizados. Se deja en evidencia que el uso del vehículo particular es el segundo modo más utilizado por los estudiantes en sus viajes a la Ciudad Universitaria, lo que genera mayor entropía en la movilidad de las personas que utilizan modos alternativos y sostenibles como el transporte público, la bicicleta y el caminar. Esto se vincula con el hecho de que gran parte de los recursos del presupuesto de inversión en movilidad urbana se destinan a mejorar la infraestructura utilizada por el vehículo particular, en detrimento

de modos más eficientes, accesibles y sostenibles. En este contexto, la investigación contribuye al debate en torno a la conveniencia de seguir avanzando en el cambio del viejo paradigma de la automovilidad, a un nuevo paradigma que privilegie la movilidad sostenible en los entornos urbanos.

Si bien el modo más utilizado por la población estudiantil para desplazarse es el transporte público, este es poco accesible a las personas que tienen movilidad reducida. A ello se suma que suele presentar demoras, sufre de congestionamiento en horas punta, tiene baja cobertura en las áreas periféricas de la ciudad y bajos niveles de confort, su infraestructura es obsoleta y sus tiempos de viaje, excesivos. Todo ello redunda en que la entropía sea crítica, llevando la homeostasis del sistema de movilidad estudiantil a un estado cuasi-reversible –esto ocurre, según se ha dicho, cuando el sistema debe adaptarse al nuevo estado, modificando algunos de sus procesos mediante estrategias que reducen temporalmente el nivel de entropía–, lo que requeriría de acciones e intervenciones urgentes por parte de las autoridades municipales y estatales en el sistema del transporte público de la ciudad y su área metropolitana para lograr su adecuación a las necesidades de los usuarios.

En este sentido la implementación del sistema BRT –actualmente suspendido en la ciudad– bajo una planeación estratégica, será una oportunidad de acción de neguentropía que reformule la movilidad en un nuevo estado en beneficio de los estudiantes y la población en general.

Conclusiones

Tras analizar la metodología del enfoque EHN para determinar la fase de entropía del sistema de movilidad estudiantil, se observa su eficiencia en cuanto a proveer una visión integral, organizada y detallada de los factores que influyen en la movilidad cotidiana. Este enfoque permitió identificar los elementos que contribuyeron a la eficiencia y sostenibilidad del sistema, así como aquellos que generan desorden y disfuncionalidad. Considerar la entropía como un concepto central a través del estudio de sus fases, permite establecer hacia dónde las autoridades municipales responsables de la movilidad urbana deben orientar aquellas estrategias y políticas que promuevan una movilidad accesible, satisfactoria y equitativa tanto para la población estudiantil como para la ciudadanía en general.

En cuanto a aspectos particulares del funcionamiento de la movilidad urbana en el territorio bajo estudio, la Ciudad Universitaria de Torreón, se observa que los grupos que presentan más limitaciones en cuanto a la llegada a tiempo a sus destinos son los estudiantes que frecuentan el uso del transporte público. La población femenina fue la que señaló con mayor frecuencia los problemas de seguridad en sus desplazamientos. Y en cuanto a la accesibilidad al transporte público, así como a las oportunidades urbanas, los estudiantes de comunidades ejidales son los que mostraron mayores barreras.

Un estudio específico en cada uno de estos grupos es recomendable para obtener una visión más detallada de sus problemáticas particulares. Con ello se obtendría una base sólida para definir y llevar a cabo acciones que les ofrezcan mayor accesibilidad

tanto al transporte como a las oportunidades urbanas, lo cual redundará en beneficios para su formación profesional y personal.

Además, se recomienda una evaluación más detallada del modelo EHN para desarrollar políticas públicas en áreas más allá de la movilidad cotidiana de los estudiantes. Este enfoque podría extenderse al análisis de la movilidad en otros contextos urbanos y poblacionales, de manera de ofrecer una comprensión más amplia de los desafíos y oportunidades en la gestión de la movilidad urbana. Los resultados obtenidos abren varias agendas para trabajos futuros, incluyendo la implementación de estudios longitudinales que permitan observar cambios a lo largo del tiempo y la integración de métodos etnográficos que ofrezcan una perspectiva cualitativa profunda. Este último enfoque podría proporcionar un entendimiento más integral y matizado de las realidades cotidianas de los usuarios, capturando la diversidad de sus vivencias y las complejidades de sus desplazamientos. Esta combinación de enfoques cuantitativos y cualitativos complementaría los hallazgos que proporciona el enfoque EHN, proporcionando una visión más holística capaz de informar de manera más efectiva el diseño de políticas y estrategias de movilidad.

Referencias bibliográficas

Anapolsky, S. (2018). Encuesta de origen y destino. En A. Gutiérrez, *Manual sobre metodologías de estudio aplicables a la planificación y gestión del transporte y la movilidad: recomendaciones sobre el uso de herramientas cuali-cuantitativas de base territorial* (pp. 17-24). EUDEBA.

Asprilla-Lara, Y., Dávila Velázquez, J. R., Reyes Aguilar, H., García de Quevedo, F., Guerrero de León, A. & Villanueva Álvarez, G. (2019). Aplicación móvil Autocut: Una alternativa de movilidad compartida en el Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara-México. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente, 16*(1), 7-19. https://doi.org/10.14483/23462531.14601

Asprilla-Lara, Y., Mosquera-Palacios, D. J. & González-Pérez, M. G. (2022). Movilidad sostenible en el siglo XXI: prospectivas viales en Bogotá-Colombia y Guadalajara-México. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales, 54*(212), 429-442. https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.212.8

Balseca-Clavijo, C. (2017). Determinantes de elección modal del transporte en estudiantes universitarios: un análisis de la literatura actual. *Boletín de Coyuntura*, (13), 4-6. https://doi.org/10.31164/bcoyu.13.2017.628

Balsero, L., Lamarty, K. & Monzón, A. (2021). Mobility to university campuses in the Madrid Community: diagnosis and bases for a sustainability strategy. *Transportation Research Procedia, 58*, 511-518. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.068

Carmona O'Reilly, S. (2016). Efectos del desarrollo inmobiliario y precio del suelo en la morfología de Torreón. *Anuario de Espacios Urbanos, Historia, Cultura y Diseño*, (23), 17-34. https://doi.org/10.24275/FBVL4133

Chaves, M. & Segura, R. (2018). Etnografía urbana. En A. Gutiérrez, *Manual sobre metodologías aplicables a la planificación y gestión del transporte y la movilidad: recomendaciones sobre el uso de herramientas cuali-cuantitativas de base territorial* (pp. 35-40). EUDEBA.

Cresswell, T. (2006). *On the move: Mobility in the modern western world.* Taylor & Francis.

De Angelis, M., Mantecchini, L. & Pietrantoni, L. (2021). A cluster analysis of university commuters: Attitudes, personal norms and constraints, and travel satisfaction. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(9), 4592. https://doi.org/10.3390/ijerph18094592

García-García, J. A., Reding-Bernal, A. & López-Alvarenga, J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación médica. *Investigación en Educación Médica, 2*(8), 217-224. https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7

González-Pérez, M. G. (2018). Entropy and negentropy of private electric vehicles in urban systems: homeostasis of mobility in Mexico. *DYNA, 85*(206), 171-177. https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.72509

González-Pérez, M. G. (2020). Caracterización de la movilidad compartida de las empresas de redes de transporte en México: entropía, homeostasis, negentropía. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, 28*(4), 731-743. https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000400731

Hafezi, M. H., Sultana Daisy, N., Liu, L. & Millward, H. (2018). Daily activity and travel sequences of students, faculty and staff at a large Canadian university. *Transportation Planning and Technology, 41*(5), 536-556. https://doi.org/10.1080/03081060.2018.1469286

Hamad, K., Htun, P. T. & Obaid, L. (2021). Characterization of travel behavior at a university campus: A case study of Sharjah University City, UAE. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 12*, 100488. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100488

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). (2022). *Plan de Movilidad Activa.* Torreón. https://www.trcimplan.gob.mx/documentos/plan-de-movilidad-activa-2022/plan-de-movilidad-activa-dic.pdf

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). (2024, marzo 21). *Sistema Digital de Gestión Territorial*. https://solucionessig.com.mx/trcimplan_SGT/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD 2017).* https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020.* https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#datos_abiertos

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023a). *Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas.* https://www.inegi.org.mx/programas/accidentes/#documentacion

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023b). *Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública ENVIPE 2023.* https://www.inegi.org.mx/programas/envipe/2023/

Khattak, A., Wang, X., Son, S. & Agnello, P. (2011). Travel by university students in Virginia: Is this travel different from travel by the general population? *Transportation Research Record, 2255*(1), 137-145. https://doi.org/10.3141/2255-15

López-Ramírez, M. & Esquivel-Cordero, P. X. (2021). Caracterización de estudiantes en distintos tipos de instituciones de educación superior en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, LI*(3), 71-96. https://doi.org/10.48102/rlee.2021.51.3.408

Maciejewska, M., Miralles-Guasch, C. & Marquet, O. (2020). Perfiles de población y uso de los transportes motorizados. Evidencias desde el campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). *Documents d'Anàlisi Geogràfica, 66*(3), 629-648. https://doi.org/10.5565/rev/dag.553

Martínez-Alvarado, J. R., Sámano-Sánchez, A., Asadi-González, A. A., Magallanes-Rodríguez, A. G. & Rosales-Bonilla, R. (2012). Práctica de actividad física, deporte y niveles de sedentarismo en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento, III*(2), 7-16. https://doi.org/10.1804/rpcc-uacjs.v3i2.66

Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Editorial Aries.

Miralles-Guasch, C. (2012). Las encuestas de movilidad y los referentes ambientales de los transportes. *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales, 38*(115), 33-45. https://doi.org/10.4067/S0250-71612012000300002

Miralles-Guasch, C. (2013). Presentación: Dossier Metodologías y nuevos retos en el análisis de la movilidad y el transporte. *Transporte y Territorio*, (8), 1-6. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333027381001

Miralles-Guasch, C., Delclòs-Alió, X. & Vich, G. (2015). Nuevas fuentes de información para el análisis de la movilidad cotidiana: de las encuestas de movilidad a las aplicaciones para móviles. *XXIV Congreso de La Asociación de Geógrafos Españoles* (pp. 2055-2063). Universidad de Zaragoza. https://www.researchgate.net/publication/283862466_Nuevas_fuentes_de_informacion_para_el_analisis_de_la_movilidad_cotidiana_de_las_encuestas_de_movilidad_a_las_aplicaciones_para_moviles

Nash, S. & Mitra, R. (2019). University students' transportation patterns, and the role of neighbourhood types and attitudes. *Journal of Transport Geography, 76*, 200-211. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.03.013

ONU-Habitat. (2018). *Índice Básico de las Ciudades Prósperas | City Prosperity Index, CPI 2018 | Medición | Nivel Básico. Torreón Coahuila de Zaragoza, México.* https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2015/05035_Torre%C3%B3n.pdf

Osorio-Arjona, J. & García-Palomares, J. C. (2019). Big Data y universidades: análisis de movilidad de los estudiantes universitarios a partir de datos de Twitter. *GeoFocus*, (24), 37-57. https://doi.org/10.21138/GF.648

Pesce, G., Pedroni, F., Rivero, M. A., Chiacchiarini, H. G., Grassi, Y. S. & Díaz, M. F. (2023). Understanding Urban Mobility Habits and Their Influencing Factors on a University Campus in Argentina. En L. F. Castillo Ossa, G. Isaza, Ó. Cardona, O. D. Castrillón, J. M. Corchado Rodriguez & F. De la Prieta Pintado (Eds.), *Trends in Sustainable Smart Cities and Territories. SSCT 2023. Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 732, pp. 111-123). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36957-5_10

Reyes, O., Espinosa, R. & Olvera, R. (2013). Criterios para determinar el Tamaño de Muestra en Estudios Descriptivos. *Congreso Internacional de Investigación*, *5*(3), 2919-2924. Celaya, Guanajuato. https://bit.ly/43Aw6Iy

Romo, R. & Villasana, D. (2018). La movilidad estudiantil en México. En CONAPO, *La situación demográfica de México* (pp. 123-140). Secretaría de Gobernación Ciudad de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/629815/LSDM_2018_120421_Preliminares.pdf https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/491898/p124-p141.pdf

Secunza Schott, C. (2016, enero 26). *Estructura y traza urbana de Torreón*. Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), Torreón. https://www.milenio.com/estados/estructura-y-traza-urbana-de-torreon

Servicio Estadístico Estado de Coahuila. (2023). *Estadísticas 911 Educación Superior.* https://siecec.seducoahuila.gob.mx/dir_estadis_dash/result_superior_publicacion_municipio_911_18_19.php

Shannon, T., Giles-Corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T. & Bull, F. (2006). Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change. *Transport Policy, 13*(3), 240-253. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.11.002

Sheller, M. & Urry, J. (2016). Mobilizing the new mobilities paradigm. *Applied Mobilities, 1*(1), 10-25. https://doi.org/10.1080/23800127.2016.1151216

Soto Canales, K. & Gómez Dávila, J. A. (2020). Gobernanza y movilidad urbana hacia la sustentabilidad. *Bitácora Urbano Territorial, 30*(3), 95-107. https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n3.80196

Tovar Triana, C. E. (2020, octubre 28). *La estructura urbana de Torreón*. Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). https://www.trcimplan.gob.mx/blog/2020/la-estructura-urbana-de-torreon-oct-2020.html

Tuveri, G., Sottile, E., Piras, F. & Meloni, I. (2020). A panel data analysis of tour-based university students' travel behaviour. *Case Studies on Transport Policy, 8*(2), 440-452. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.03.005

Zhan, G., Yan, X., Zhu, S. & Wang, Y. (2016). Using hierarchical tree-based regression model to examine university student travel frequency and mode choice patterns in China. *Transport Policy, 45*, 55-65. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.09.006