

Los caminos de migrantes que pasan por México: análisis desde la Teoría de Grafos

Routes of Migrants Passing Through Mexico: Analysis from Graph Theory

Luis Felipe Llanos Reynoso¹

RESUMEN

El objetivo del artículo es actualizar el mapa de rutas migratorias en México y determinar las ciudades influyentes, las zonas de riesgo y los efectos de las caravanas de 2018 y 2019. La metodología incluye la revisión de una documentación exhaustiva y la aplicación de la Teoría de Grafos. Se localizan 545 servicios para migrantes (consulados, sitios de hospedaje, comedores, dispensarios, centros religiosos y oficinas de apoyo legal) con los que se construye una red de 183 nodos y 720 aristas. Usando la teoría de grafos, se trazan las rutas y se organizan las ciudades dentro de un esquema de tres bloques interconectados. Destacan las ciudades de Guadalajara, Mazatlán, Ixtepec y Tenosique como las más influyentes en el tránsito de migrantes. Las rutas más cortas hacia Estados Unidos siempre pasan por dos zonas de peligro como mínimo, ya sea por sus altos índices de homicidios o porque incluyen una estación migratoria. Los resultados pueden servir para el diseño de políticas públicas en materia de seguridad y generación de información.

Palabras clave: 1. centralidad, 2. caravanas migrantes, 3. violencia, 4. Centroamérica 5. Estados Unidos.

ABSTRACT

The objective of this research is to update the map of migration routes in Mexico and determine the influential cities, risk zones, and the effects of the 2018 and 2019 caravans. The methodology includes the review of comprehensive documentation and the application of Graph Theory. There are 545 services for migrants (consulates, lodging places, canteens, dispensaries, religious centers, and legal support offices) with which a network of 183 nodes and 720 edges is built. Transit is ordered within a scheme of three interconnected blocks. The cities of Guadalajara, Mazatlán, Ixtepec, and Tenosique stand out as the most influential in the transit of migrants. Shorter routes to the United States always go through at least two danger zones. The results can be used for public policy design on security and information generation.

Keywords: 1. centrality, 2. migrant caravans, 3. violence, 4. Central América, 5. United States.

Fecha de recepción: 17 de marzo, 2021

Fecha de aceptación: 24 de septiembre, 2021

Publicación web: 15 de febrero, 2023

¹ Universidad Anáhuac México, Campus Norte, México, luis.llanos@anahuac.mx, <https://orcid.org/0000-0002-8984-6314>



INTRODUCCIÓN

Dentro de la teoría clásica de las migraciones, la discusión sobre las corrientes y contracorrientes propuesta por Lee (1966) aporta que “la migración tiende a ocurrir en gran medida dentro de caminos bien definidos” (p. 54), lo que en la práctica coincide con lo que ocurre en México. Casillas (2008) afirma que “los migrantes no construyen caminos, hacen suyos los que ya existen” (p. 7). Sin embargo, en la actualidad, para los centroamericanos que desean llegar a Estados Unidos (EE. UU.), es posible que aplique mejor la teoría neoclásica abordada por Sjaastad (1962) y Todaro (1976), que establece que los migrantes al seleccionar su ruta, valoran permanentemente la seguridad y los riesgos económicos. Ahora, al presentar estos dos fenómenos, los cambios repentinos motivan constantemente a los migrantes a hacer ajustes en sus itinerarios (Casillas, 2008), al mismo tiempo que sus victimarios también lo hacen en búsqueda de sus recursos (Foote y Small, 2013). La organización Médicos Sin Fronteras (MSF) identifica que, debido al miedo, muchos migrantes no utilizan los albergues, comedores o casas dedicadas, ya sean públicas o de organizaciones no gubernamentales, sino que prefieren permanecer en las calles, independientemente de que dichos espacios tengan capacidad para apoyarlos (MSF, 2019a).

El objetivo del presente artículo es profundizar en la discusión sobre la posible existencia de una red permeable cuya viabilidad permita múltiples opciones de caminos para la ruta de los migrantes en México, y graficar dichas rutas de tránsito. Así mismo, se ambiciona progresar en la discusión sobre la factibilidad de construir una barrera (The White House, 2017)² o no (The White House, 2021)³ para controlar la migración lineal. En este sentido, se sugiere como pregunta de investigación: ¿existen dentro de la ruta de los migrantes en México ciudades que pueden considerarse de control, debido a su grado de intermediación?

Migrantes mexicanos y latinoamericanos en Estados Unidos

Desde hace muchas décadas, los investigadores prevén un creciente volumen migratorio en el mundo (Lee, 1966). En la actualidad, estas proyecciones siguen confirmándose. Recientemente, la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) destacó que hubo un aumento de 81 por ciento del número total de migrantes internacionales en el mundo. El número de migrantes internacionales en 2020 fue de 272 millones, cifra que representa 3.5 por ciento de la población mundial (OIM, 2019).

En el caso de Estados Unidos, la población inmigrante ha ido en aumento (Gaspar Olvera, 2012). Su cifra se ha cuadruplicado desde la entrada en vigor la Ley de Inmigración y Naturalización (*Public Law 89-236 de 1965*). Los nacidos en el extranjero que residen en EE. UU. en 2018 alcanzaron los

² La orden ejecutiva firmada en enero de 2017 por Donald Trump, expresidente de Estados Unidos, supone que el muro podrá prevenir la inmigración ilegal.

³ La orden ejecutiva firmada por el presidente Joe Biden en enero de 2021 suspende de manera definitiva la construcción del muro.

44.8 millones, es decir, 13.7 por ciento de su población (OIM, 2019).⁴ En el caso particular de los nacidos en México, éstos representan 25 por ciento, mientras que los nacidos en otras naciones de Latinoamérica representan otro 25 por ciento (Budiman *et al.*, 2020).

La migración de Latinoamérica, y en particular la de México, hacia Estados Unidos ha sido un fenómeno permanente donde, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2009), “la complejidad multidimensional del fenómeno migratorio sólo se puede entender si se considera a México como un país de origen, tránsito y destino” (p. 22). La Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2013), caracteriza este fenómeno como movimientos de población complejos, que comprenden diferentes perfiles de personas en la búsqueda de una vida digna, trabajo, asilo o refugio, que “en lo particular provienen de grupos vulnerables” (p. 28).

Lo que las bases de datos pueden capturar del movimiento de migrantes que pasan por México

El tránsito hacia EE. UU. es un proceso que se ha hecho intrínseco al contexto de vida de muchas familias que buscan la fortaleza de la economía estadounidense (Keeley, 2012; MSF, 2019b). En 2010, las cifras oficiales y de organizaciones civiles ubican el tránsito de personas que pasan por México hacia EE. UU. entre 400 000 y 500 000 anuales (ONU, 2009; Ponces *et al.*, 2010). Para 2019, la Secretaría de Gobernación confesó: “Esa es una cantidad que yo quiero decirles que no sé de dónde pasaron o por dónde pasaron 144 mil personas por nuestro país” (Delgado, 2019, p. 1).

En enero de 2019, el informe del Instituto Nacional de Migración (INM) declaró que, por razones humanitarias, recibió en el territorio mexicano al primer extranjero centroamericano que solicitó asilo a Estados Unidos, y el informe de julio de ese mismo año indicó que las solicitudes llegaron a 18 503 (INM, 2019). Hay miles de personas que buscan entrar a EE. UU. pero no todos lo logran. Por ejemplo, las cifras de retorno del primer semestre de 2018 fueron: 4 798 en Ciudad Juárez, Chihuahua; 4 435 en Tijuana y 2 689 en Mexicali, Baja California (Amnistía Internacional, 2018d).

Parece que el tránsito por México ya no es temporal; la población migratoria empieza a beneficiarse de las ofertas que les hace el gobierno y la iniciativa privada: talleres escolares, albergues, salud, “se ha dado tanto en empleos formales como en el sector informal, dependiendo de la fecha de su arribo a la entidad” (Ramírez Meda y Moreno Gutiérrez, 2022, p. 3), sin embargo, de acuerdo con la experiencia internacional, estas políticas asistencialistas pudieran no ser permanentes (Castles, 2004).

⁴ Las cifras del Pew Research Center son consistentes con las estimaciones de la OIM para 2020, en donde los migrantes residentes en Estados Unidos representan 51 millones y de éstos 11.8 son de origen mexicano.

El tiempo del movimiento de migrantes por México

La Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) estimó que el tiempo que dura el viaje por México, desde el punto de entrada hasta el punto donde se planea cruzar a EE. UU., es de entre una y cuatro semanas en promedio (CNDH, 2018). Los testimonios indican que el tiempo del recorrido es variable en función de los cambios de ruta que se hagan en el camino. Nájar (2018) identificó que los migrantes pueden optar por trayectos más largos por ser más seguros: “lo que tarde, lo que tardemos en llegar pero vivos, no importa el tiempo” (p. 1). Veintitrés días fue el tiempo del recorrido documentado por Tucker y Tillotson (2018) desde Honduras hasta la capital de México.

Algunas teorías sobre temas de migración

Los libros de De Haas *et al.* (2020) y de Massey *et al.* (1998) sintetizan las definiciones y las teorías migratorias. No obstante, no hay una definición aceptada universalmente para los conceptos de migración ni de migrante, ya que hay varias elaboradas para diferentes contextos. En las recomendaciones sobre las migraciones internacionales del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DAES) de Naciones Unidas, se define como migrante internacional a “toda persona que cambia de país de residencia habitual”, distinguiéndose de los migrantes por breve plazo que cambian de país por períodos de hasta un año (OIM, 2019, p. 27).

En relación con el tema de los caminos que toman los migrantes, es relevante el aporte de Ravenstein (1885) al proponer que las rutas son fijas y bien definidas. El autor plantea que “el grueso de migrantes procede de distancias cortas” y que “el número de migrantes que llegan a un centro decrece a medida que la distancia se incrementa” (p. 198), dependiendo de la existencia de cuatro factores: a) los asociados con el área de origen, b) el área de destino, c) los obstáculos intermedios, y d) los factores personales como la percepción, la inteligencia, los contactos o la información. En particular es de utilidad para la presente investigación el tercer punto, ya que los obstáculos intermedios, así como la violencia o los filtros de autoridad, parecen ser las causas del cambio de planes en la ruta original que pasa por México (Casillas, 2008; Foote y Small, 2013; MSF, 2019a).

Peligrosidad sobre las rutas

Hasta hace menos de una década, los migrantes centroamericanos podían transitar por México con relativa seguridad, pero a partir de 2007, el crimen organizado encontró en el secuestro de migrantes una fuente estable de ingresos (Izcara Palacios, 2015). Los migrantes son agredidos por mafias y grupos pandilleros durante el tránsito por México (González Arias y Aikin Araluce, 2015), pero también son forzados a participar en actividades ilícitas sumándose a los cárteles de la droga, es decir, son transformados de jornaleros a criminales (Izcara Palacios, 2016, 2017). Los migrantes carecen de recursos y no están amparados por organizaciones formales (Sampson, 2008), por lo que parece que la violencia y la migración conviven permanentemente, ambos siempre en busca de nuevas rutas (Ponces *et al.*, 2010).

Un segundo riesgo lo experimentan los migrantes en las estaciones migratorias, por la posibilidad de ser deportados a sus países de origen, el cual se acentúa por el maltrato que ejercen algunos agentes. Al respecto, el INM tiene una serie de denuncias interpuestas sobre casos de abuso (Amnistía Internacional, 2017, Comisión Nacional de Derechos Humanos, 2017, 2018).⁵

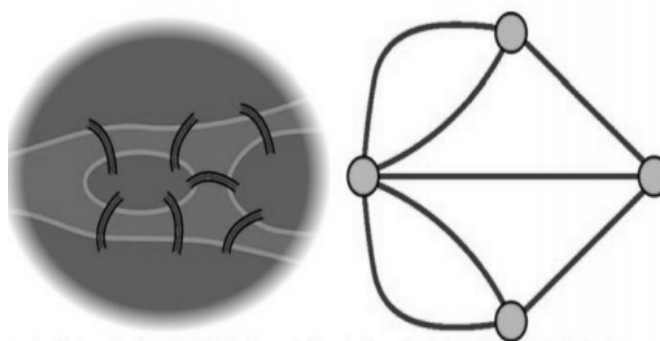
Las caravanas

Una reciente estrategia de protección masiva implementada por los migrantes centroamericanos son las caravanas (Gandini *et al.*, Gutiérrez, 2020). Amnistía Internacional (2018a, 2018c) estima que cada una de estas caravanas puede alcanzar hasta las 10 000 personas. No es claro si estos movimientos se identifican como coyunturales a la dinámica migratoria actual de los cruces por México (García Aguilar, 2020) o si va a ser un fenómeno permanente a menor escala; no obstante, estas caravanas utilizan las rutas migratorias que pasan por México.

La Teoría de Grafos para el estudio de flujos migratorios

De una manera no muy rigurosa, podemos definir los *grafos* como representaciones esquemáticas de una red de conexiones, cuyos puntos (nodos) están relacionados entre sí mediante caminos (aristas). Estas representaciones hacen más fácil la visualización e interpretación de estos problemas y el estudio de sus propiedades (Ortega Reyes, 2020). Un primer ejemplo de la aplicación de la Teoría de Grafos es la solución del problema de Euler de los puentes de Königsberg de 1736 (Núñez *et al.*, 2004), representado en la figura 1, donde se compara el mapa del sitio con su grafo equivalente.

Figura 1. Mapa y grafo de los puentes de Königsberg



Fuente: Apple y Haken (2009).

El análisis de las migraciones ha utilizado herramientas de redes desde hace mucho tiempo. Un ejemplo es el estudio de la parroquia Uppsala-Näss en Suecia, que narra que a finales del siglo XIX la aldea “se parecía a una estación de tren donde entran y salen personas” (Hanagan, 2008,

⁵ En el buscador de la página de Internet de la CNDH, utilizando la palabra clave “migra” se encontraron 10 registros para los años 2017 y 2018, filtrados de un total de 2 792.

p. 59). Ahora bien, Izquierdo Escribano y Noya (1999) proponen que para el estudio de las migraciones es preciso que se mejoren las herramientas para operacionalizar sus conceptos, es decir, se “debe contar con los presupuestos de las técnicas de análisis en la investigación empírica: el análisis multinivel y el análisis matemático de grafos y redes” (p. 38).

Estudios recientes ya utilizan con mayor frecuencia la Teoría de Grafos para estudiar la migración. García Flores (2013) analiza los patrones de migración interna en Colombia. Ramirez (2014), con un modelo aplicable a distintas escalas, encuentra que los datos de una región de Chile se acercan a una red de mundo pequeño⁶ con 36 nodos, 977 enlaces, un coeficiente de clustering promedio de 0.813 y una longitud media de camino de 1.225. Lomelí Carrillo e Ybáñez Zepeda (2017) muestran las diferencias de dos regiones en la frontera noroeste de México, mientras que Ruiz-Santacruz (2019) afirma que al analizar las redes sociales éstas “proporcionan una herramienta para estudiar las relaciones entre países, la importancia de cada uno dentro de la red y la influencia de las variables del país en los patrones de migración” (p. 79).

En resumen, la Teoría de Grafos sirve para saber si saliendo de una ciudad se puede llegar a otra, para conocer las similitudes entre las regiones y para determinar los tipos de relación que hay entre cada una ellas. El aporte de esta teoría a los flujos migratorios radica básicamente en que permite conocer cuáles ciudades concentran más poder en términos de tráfico y cuáles están más aisladas dentro de la red.

PREGUNTAS E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Partiendo de la tesis de Lee (1966) y considerando que los migrantes pueden optar por trayectos largos por ser más seguros (Nájar, 2018), para responder a la primera pregunta de investigación (¿existe una red permeable cuya viabilidad permita múltiples opciones de caminos para la ruta de los migrantes en México?), a continuación se propone la primera hipótesis:

H1. Se puede conectar por más de un camino a la frontera norte con la frontera sur.

Si dentro del mapa de posibilidades se bloquea un camino que conecta a dos ciudades, entonces existe la posibilidad de acceder a cualquiera de ellas por otro camino.

Ahora bien, respecto a la segunda pregunta “¿existen ciudades dentro de la ruta de los migrantes en México que pueden considerarse de control debido a su grado de intermediación?, En principio la teoría indica que parece que sí (Ravenstein, 1885). Por lo tanto, a partir del grado de intermediación de las ciudades en la ruta, se propone la hipótesis dos:

H2. Existen ciudades en México que pueden considerarse como de control.

En caso de aceptar esta segunda hipótesis, sería posible plantear esquemas de monitoreo en microregiones locales para el estudio del tránsito de la migración en México.

⁶ Una red de mundo pequeño es un tipo de grafo para el que la mayoría de los nodos no son vecinos entre sí, y sin embargo la mayoría de los nodos pueden ser alcanzados desde cualquier nodo origen a través de un número relativamente corto de saltos entre ellos.

Sobre los problemas de inseguridad que enfrentan los migrantes, es de esperarse que intenten evadir los puntos de peligro en su ruta (Nájar, 2018). Por lo que se propone la siguiente tercera hipótesis:

H3: Las rutas más cortas entre las dos fronteras tienen por lo menos un nodo con situación de peligro.

En caso de aceptar la hipótesis tres, se estaría generando una información útil para el diseño de políticas públicas en materia de seguridad.

ESTRATEGIAS METODOLOGICAS

Problemática del registro de cifras del movimiento de migrantes por México

Uno de los problemas para los estudios de migración, especialmente en los países latinoamericanos, es su limitada capacidad para recopilar datos y proporcionar cifras confiables sobre el tránsito de personas, esto se debe básicamente a la geografía y a la complicada gestión de las fronteras. Por ejemplo, en algunas regiones representa un reto debido a la nula existencia de fronteras marítimas, a lo alejado de los pasos montañosos o al control de caminos aislados dentro de los bosques tropicales (Gallagher y McAuliffe, 2016). También, registrar el número preciso de migrantes presenta otra serie de problemas por el hecho de que no todos los movimientos de las personas se contabilizan, como los ingresos o salidas de México con visa de turismo, de trabajo o para cursos educativos (OIM, 2018a).

Otro fenómeno que hace que el volumen del movimiento sea difícil de calcular son las caravanas, ya que el número de personas varía constantemente, pues hay quienes regresan a sus casas, otras se suman en el trayecto y otras que se dividen para formar grupos nuevos (Amnistía Internacional, 2018a, 2018c). Por lo tanto, es un reto construir una base de datos específica y tiene las salvedades propias del método utilizado.

En lo particular, debido a que las estadísticas de los movimientos son irregulares, la construcción de la base de datos del presente estudio es artificial ya que se construye con base en diferentes fuentes.

Fuentes de información

La primera fase metodológica fue a partir de una exploración cuyo objetivo fue la construcción de una base de datos de las ciudades de México por donde transitan los migrantes. En esta fase se siguió la recomendación de la organización Arquitectos con la Gente (2016), la cual propone trazar el tránsito de la migración a partir de la ubicación de las zonas de ayuda y de los lugares en donde las personas pueden conseguir mejores condiciones de alimentación, alojamiento, entre otros servicios. En esta línea, se obtuvieron los directorios de albergues o centros de apoyo para migrantes por parte de organizaciones de gobierno, la CNDH o de distintas organizaciones civiles, como Médicos Sin Fronteras. Como complemento, se hizo una revisión exhaustiva de artículos

académicos publicados en revistas indexadas sobre el tema en México, siguiendo la sugerencia de Hernández Sampieri *et al.* (2006).

Para construir la base de datos se realizó una búsqueda en Internet a partir de las construcciones: “rutas de/para migrante”, “albergues de/para migrante”, “casas del/para migrante” y “comedores de/para migrantes”. El listado de las organizaciones públicas y privadas identificadas que manejan esta información entre 2010 y 2018 se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Organizaciones que han documentado los puntos de ayuda para los migrantes

Organización (en orden alfabético)	Documento
Amnistía Internacional (2010)	Víctimas invisibles: Migrantes en movimiento.
Arquitectos con la Gente (2016)	Mapeo: Ruta migrante.
Instituto Nacional de Migración (INM, 2014)	Grupos Beta de protección. Consulados en México.
Médicos Sin Fronteras (MSF, 2018)	MSF en la ruta de migrantes y refugiados.
Organización Internacional para las Migraciones (OIM, 2018b)	Directorio de casas y albergues para personas migrantes.
Organización Internacional para las Migraciones (OIM, 2015)	Directorio de albergues para personas migrantes.

Fuente: Elaboración propia.

También se incluyeron en la base de datos los puntos ubicados en los trabajos de Casillas (2008) y de González Arias y Aikin Araluce (2015). Adicionalmente se integraron los puntos identificados en 26 fuentes periodísticas complementarias que respondieron al criterio de búsqueda indicando alguna de las rutas tomadas por los migrantes (cuadro 2).

Cuadro 2. Artículos que documentaron alguna ruta utilizada por los migrantes

Fuente (en orden alfabético)	Título del artículo
1 Animal Político (2018a)	Solo queremos trabajo: migrantes logran llegar...
2 La Prensa (2018a)	Caravana migrante se dirige a Ciudad de México...
3 Martín Pérez (2018)	Caravana migrante llega a Oaxaca.
4 La Prensa (2018b)	Caravana de migrantes: hondureño muere...
5 Cortés (2018)	Avanza parte de caravana migrante a Santiago...
6 agonzalez (2018)	Caravana migrante emprende camino a Juchitán...
7 Cabezas (2018)	Una nueva caravana con 2.000 migrantes sale...
8 Hernández y Campos (2018)	Salvadoreños en caravana cruzaron hacia México.
9 Animal Político (2018b)	Caravana migrante cambia de ruta hacia Veracruz...

(continúa)

(continuación)

10	Aristegui Noticias (2018)	Caravana migrante, en Sayula y Acayucan, Veracruz.
11	Animal Político (2018c)	Caravana migrante llega a Isla, Veracruz...
12	El Economista (2018)	Córdoba, parada del contingente mayor.
13	Animal Político (2018d)	Caravana se fragmenta: migrantes viajan de Veracruz...
14	El Universal (2018)	Mapa muestra día a día el tránsito de las caravanas.
15	Licea Vélez (2018)	Caravanas de migrantes se extienden en CDMX...
16	Ávila (2018)	Caravana de migrantes sale de Puebla...
17	Excélsior (2018a)	Migrantes llegan a San Juan del Río, Querétaro.
18	Vázquez (2018)	Migrantes se dispersan en su viaje a EU.
19	Excélsior (2018b)	Comienza a llegar caravana migrante a Irapuato.
20	Rincón (2018)	Hidalguenses apoyan con víveres a caravana...
21	Santiago (2018)	Primera ola de migrantes de la caravana llega a Tijuana.
22	Luna (2018)	Primer grupo de caravana migrante llega a Guadalajara.
23	Morales (2018)	Arriba a Tijuana segundo grupo de caravana...
24	Camhaji (2018)	El delirante viaje de la caravana migrante: 48 horas...
25	La Prensa (2018c)	Caravana migrante de centroamericanos se reagrupa...
26	Romero (2019)	Crimen usa 5 rutas para traficar con migrantes...

Fuente: Elaboración propia.

La segunda fase consistió en la concentración de datos bajo el siguiente proceso: 1) se asignó a cada ciudad un número de nodo; 2) se clasificaron las ciudades en tres tipos de nodos: de origen (ubicado en Centroamérica), de tránsito (ciudades de México) y de destino (ubicado en Estados Unidos; 3) se agruparon los nodos por entidad federativa para efectos de su ubicación geográfica.

Construcción del mapa de caminos

La tercera fase de la metodología consistió en la construcción del mapa de interconexión de nodos. Para la construcción de caminos se siguieron los siguientes criterios: 1) si la conexión entre ciudades fue declarada en alguna de las fuentes consultadas, se respetó el camino indicado; 2) si la fuente mencionó alguna ciudad sin señalar sus rutas de entrada o salida, ésta se conectó con los nodos vecinos más cercanos (en metros lineales, siguiendo la recomendación de Kuz *et al.*, 2016); 3) para el presente artículo se excluyeron las conexiones relativas a los flujos de la transportación aérea ya que presentan un volumen no significativo (Casillas, 2008).

Se decidió por un modelo de red mixta, dirigida en los nodos de ingreso y egreso del país, y no dirigida en los nodos internos, ya que existen casos en los que los migrantes regresan a puntos previos para modificar su camino (Amnistía Internacional, 2018b).

Puntos con situación de peligro

Para identificar los nodos que representan peligro para los migrantes, se adoptaron dos indicadores:

a) La tasa estatal de homicidio, calculada a partir de los registros del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), en relación con la población estatal estimada por el Consejo Nacional de Población (Conapo). Este indicador se recomendó como una métrica confiable de violencia por ser el que presenta una menor cifra negra (Álvarez y Manzotti, 2008). Se tomó como criterio de selección aquellos estados que tuvieran una tasa de homicidios superior al promedio más una desviación estándar (Méndez, 2017).

b) La ubicación de alguna de las estaciones de migración del INM, no solo por el riesgo a ser deportados, sino por la violencia detectada (Amnistía Internacional, 2017)

Procedimiento de prueba de las hipótesis

Para el análisis y prueba de las hipótesis se recurrió a las siguientes definiciones (Ortega Reyes, 2020):

Nodo: ciudad o frontera. Por ejemplo, Guadalajara y Comitán son nodos ciudad, mientras que Estados Unidos y Centroamérica serían nodos frontera.

Arista: es la conexión de tránsito entre dos nodos. Por ejemplo, la ruta del tren que une a Los Mochis en Sinaloa con Cd. Cuauhtémoc en Chihuahua; la carretera que une a Santa Rosalía con Guerrero Negro en Baja California Sur; la ruta por mar que conecta Cancún con Progreso en la Península de Yucatán, o el río que une Peñitas con Belisario Domínguez en Chiapas.

Camino: es el conjunto de aristas que se requieren para conectar dos nodos (ciudades) cualesquiera; por ejemplo, un camino de orden 6, que conecta Centroamérica con Estados Unidos, incluiría las ciudades: 1. Centroamérica, 2. Tenosique, 3. Guadalajara, 4. Chihuahua, 5. Ojinaga, 6. Estados Unidos.

Grafo: es el conjunto de nodos y caminos identificados. El grafo de estudio incluye los 183 nodos y las 720 aristas de posibilidades ubicados.

Camino elemental: es aquel camino que nunca pasa más de una vez por un mismo nodo. Por ejemplo, la ruta 1. Centroamérica, 2. Tenosique, 3. Guadalajara, 4. Chihuahua, 5. Guadalajara, 6. Hermosillo, 7. Nogales, 8. Naco, 9. Estados Unidos, no podría ser un camino elemental porque se repite Guadalajara.

Camino más corto: es aquel que une a dos nodos con el mínimo de aristas posibles. Por ejemplo, entre las opciones: Celaya-Aguascalientes (por carretera), y Celaya-Salamanca-Irapuato-León-Aguascalientes (por tren), el primer camino es el más corto pues el segundo tiene tres nodos intermedios.

Para probar la H1 (se puede conectar por más de un camino a la frontera norte con la frontera sur) se recurrió a un proceso iterativo de reducción del total de caminos elementales más cortos entre ambas fronteras: a) se identificaron los nodos de entrada a Estados Unidos; b) se identificaron todos los nodos que conectan por una arista a los nodos anteriores; c) de forma iterativa se identificaron los nodos que conectan a los nodos anteriores, a través de un proceso de árbol inverso,

hasta ubicar los nodos de salida de Centroamérica, y d) se descartaron los caminos elementales que no fueran los más cortos.

Para probar la H2 (existen ciudades en México que pueden considerarse como de control) se recurrió al análisis comparativo de nodos de la Teoría de Grafos, a partir de dos variables que miden la centralidad estructural (Kuz *et al.*, 2015): a) el grado de centralidad (*degree of centrality*), y b) el grado de intermediación (*betweenness centrality*). Ambas métricas se definen en el cuadro 3. Para el análisis comparativo se utilizó el sistema Gephi versión 0.9.2 (2017) para el análisis de redes sociales.

Cuadro 3. Variables de centralidad estructural en las redes no dirigidas

Variabes	Explicación	Interpretación
Grado de centralidad (GC)	El GC_x del nodo x , es el número de aristas que conectan al nodo x con cualquiera de los otros $n-1$ nodos de la red. • $GC_x = 0$ si es un nodo aislado. • $GC_x = n-1$ si es un nodo conectado con toda la red.	A mayor grado de centralidad de una ciudad, mayor permeabilidad y por lo tanto mayor cantidad de rutas de escape. El GC de una ciudad es el número de ciudades con las que está directamente conectada.
Grado de intermediación (GI)	El $GI_{x,n,2}$ del nodo x , es el número de veces que aparece el nodo x dentro del conjunto de todos los caminos más cortos que se pueden construir en un grafo de tamaño n .	El GI mide la probabilidad de que una ciudad ocupe una posición intermedia (puente) dentro del camino más corto entre dos ciudades. Las ciudades con alto GI son candidatas a establecerse como puntos de control debido a la alta presencia de tránsito.

Fuente: Elaboración propia con base en Freeman *et al.* (1992).

La H2 se comprueba si se identifica a más de una ciudad con un *GI* estadísticamente significativo ($p\text{-val} < 0.001$).

Para probar la H3 (las rutas más cortas entre las dos fronteras tienen por lo menos un nodo con situación de peligro), se recurrió a la confrontación cruzada de la base de datos de los caminos elementales más cortos identificados entre ambas fronteras,⁷ contra la base de datos de puntos en situación de peligro.⁸

⁷ Se utiliza la información obtenida para la H1.

⁸ Ciudades dentro de estados con alta tasa de homicidios y/o presencia de estaciones migratorias, según las fuentes oficiales del Inegi (2019) y del Conapo (2019).

RESULTADOS

El análisis de los datos reportados por ciudad y por entidad federativa, revela que entre el nodo Centroamérica y el nodo Estados Unidos existe una red de caminos que pasan por 181 nodos de tránsito o ciudades dentro de 30 de los 32 estados de la República Mexicana. Las 181 ciudades ubicadas ofrecen en conjunto 545 servicios para los migrantes, como consulados, hospedaje, alimentación, atención médica, orientación religiosa, legal o en derechos humanos (cuadro 4). Se identificaron 204 servicios principales relacionados con alimentación y hospedaje (37.43 %) y 120 que ofrecen atención médica (22.02 %).

Cuadro 4. Ciudades de tránsito de los migrantes en México

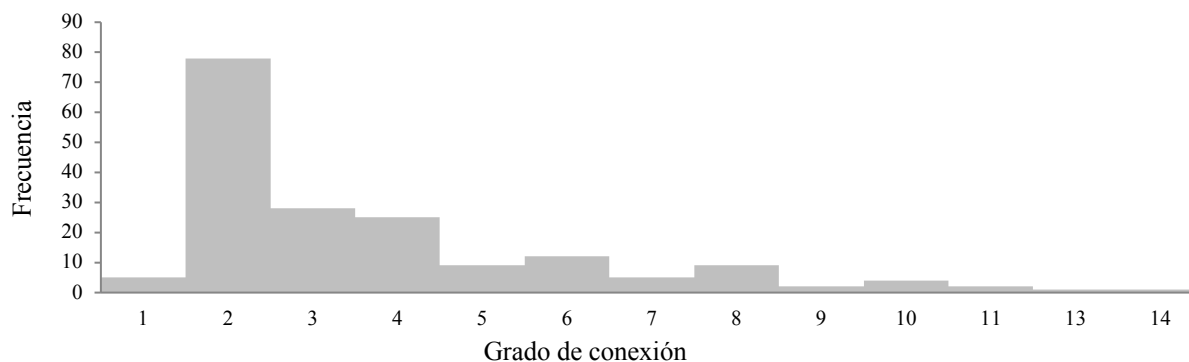
Entidad Federativa	Frontera	Ciudades	Servicios
1. Aguascalientes		1	4
2. Baja California	Norte	7	52
3. Baja California Sur		11	0
4. Campeche	Sur	3	0
5. Chiapas	Sur	34	103
6. Chihuahua	Norte	6	20
7. Ciudad de México		1	35
8. Coahuila	Norte	5	25
9. Colima		1	0
10. Guanajuato		4	15
11. Guerrero		3	0
12. Hidalgo		4	6
13. Jalisco		6	14
14. Estado de México		4	12
15. Michoacán		2	4
16. Nayarit		3	4
17. Nuevo León	Norte	3	28
18. Oaxaca		11	28
19. Puebla		1	10
20. Querétaro		3	15
21. Quintana Roo	Sur	8	0
22. San Luis Potosí		1	14
23. Sinaloa		6	9
24. Sonora	Norte	19	42
25. Tabasco	Sur	7	14
26. Tamaulipas	Norte	11	38
27. Tlaxcala		1	9
28. Veracruz		12	40
29. Yucatán		2	2
30. Zacatecas		1	2
Total		181	545

Fuente: Elaboración propia.

Los estadísticos básicos del grafo de ciudades y caminos son los siguientes:

a) El grado de centralidad promedio del grafo, es de $\overline{GC} = 3.814$ (con una desviación estándar de 2.545), lo que indica que cada ciudad del mapa de ciudades, tiene en promedio 3.8 ciudades conectadas que pueden ser utilizadas por los migrantes. En la gráfica 1 se presenta la distribución de frecuencia del grado de centralidad de las ciudades de tránsito en México.

Gráfica 1. Grados de centralidad de las ciudades en México¹⁰



Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que la mayoría de las ciudades identificadas (70 de ellas), solo tienen dos conexiones, una entrada y una salida. En particular se destacan las ciudades con más conexiones directas: Guadalajara con 14, Mazatlán con 13, Saltillo y Querétaro con 11 y Tenosique con 10.

b) El diámetro del grafo es de 12 aristas, lo que significa que el mayor camino, dentro del conjunto de todos los caminos más cortos, tiene 12 conexiones. En particular, este camino conecta las ciudades de: 1. Frontera Comalapa; 2. Mesilla; 3. Trinitaria; 4. San Cristóbal de las Casas; 5. Tuxtla Gutiérrez; 6. Arriaga; 7. Ixtepec; 8. Guadalajara; 9. Mazatlán; 10. Cabo San Lucas; 11. Puerto San Carlos; 12. Punta Prieta; 13. Isla de Cedros.

Dos ejemplos de caminos más cortos con 11 aristas conectarían las ciudades de: A) 1. Soyoló, 2. Chicoasén, 3. Malpaso, 4. Peñitas, 5. Coatzacoalcos, 6. Tenosique, 7. Guadalajara, 8. Mazatlán, 9. Los Mochis, 10. Punta Chivato, 11. Guerrero Negro, 12. Isla de Cedros; y B) 1. Tecpatán, 2. Tapilula, 3. Pichucalco, 4. Reforma (Chiapas), 5. Coatzacoalcos, 6. Tenosique, 7. Guadalajara, 8. Mazatlán, 9. Los Mochis, 10. Punta Chivato, 11. Guerrero Negro, 12. Isla de Cedros.

c) La distancia promedio entre dos nodos es de 4.944 aristas, lo que significa que en promedio se requiere pasar por cinco aristas para conectar dos ciudades cualesquiera del mapa de ciudades.

¹⁰ No se graficaron los nodos Estados Unidos y Centroamérica.

d) La densidad del grafo es de 0.0216, lo que quiere decir que sólo 2.16 por ciento de las aristas posibles del grafo son utilizadas por los migrantes. El porcentaje se obtiene de dividir las 720 aristas identificadas entre el total de 16 653 aristas viables que se pudieran construir entre los 183 nodos.¹¹

e) El coeficiente medio de clustering de los nodos es de 0.259. Este coeficiente se calcula por ciudad y corre de 0 a 1, donde un coeficiente de 0 le corresponde a una ciudad cuyas ciudades vecinas no se conectan entre ellas; por ejemplo Loreto, que tiene un coeficiente de 0 de clustering ya que sus dos únicos vecinos, Punta Chivato y Puerto San Carlos, no se conectan entre ellos. Mientras que una ciudad con coeficiente de 1 es aquella cuyas ciudades vecinas están perfectamente conectadas entre ellas; por ejemplo, Salamanca tiene un coeficiente de clustering 1, ya que sus dos únicos vecinos, Celaya e Irapuato, sí están conectados entre ellos. Un coeficiente de 0.259 significa que, habiendo tomado un camino equivocado, sólo en 25.9 por ciento de estas situaciones se puede regresar por una ruta alterna sin necesidad de regresar.

f) La distancia más corta, entre el nodo de origen (Centroamérica) y el de destino (Estados Unidos), es de cuatro aristas, lo que significa que los migrantes requieren como mínimo pasar por tres ciudades intermedias; por ejemplo, de Guatemala a Tenosique, a Saltillo, a Ciudad Acuña y a Estados Unidos.

Ahora bien, el número mínimo de caminos que de forma inversa se pueden construir en la red de ciudades para conectar a EE. UU. con Centroamérica es de 42, lo que sugiere que se acepte la hipótesis H1. Por lo tanto, se puede conectar la frontera sur con la frontera norte de México por más de un camino. En el cuadro 5 se enlistan los 42 caminos más cortos que conectan a Centroamérica con Estados Unidos.

Cuadro 5. Rutas más cortas que conectan a Centroamérica con Estados Unidos

Nodo salida	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6
Sásabe	Altar	Caborca	B. Hill	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique
Sásabe	Altar	Santa Ana	B. Hill	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique
Reforma Son.	Caborca	B. Hill	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique	
Sonoyta	Caborca	B. Hill	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique	
Sonoyta	Mexicali	P. Peñasco	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique	
C. Díaz Ordaz	C. Camargo	C. Alemán	Saltillo	Tenosique		
C. Díaz Ordaz	Reynosa	Monterrey	Saltillo	Tenosique		
C. Díaz Ordaz	Reynosa	Tampico	Veracruz	Carmen Xhán		
C. Díaz Ordaz	Reynosa	Tampico	Veracruz	Tenosique		
Mexicali	P. Peñasco	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique		
Naco	Agua Prieta	Chihuahua	Guadalajara	Tenosique		
Naco	Agua Prieta	Chihuahua	Torreón	Tenosique		
Naco	Nogales	Chihuahua	Guadalajara	Tenosique		

(continúa)

¹¹ El número máximo de aristas posibles en un grafo está dado por $M_{max} = \binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$, por lo que si $n = 183$, el máximo número es de 16 653.

(continuación)

Naco	Nogales	Chihuahua	Torreón	Tenosique
Naco	Nogales	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique
Naco	Nogales	Mazatlán	Guadalajara	Tenosique
Nvo. Progreso	Reynosa	Monterrey	Saltillo	Tenosique
Nvo. Progreso	Reynosa	Tampico	Veracruz	Carmen Xhán
Nvo. Progreso	Reynosa	Tampico	Veracruz	Tenosique
S. L. R. Colorado	P. Peñasco	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique
Tecate	Tijuana	Mazatlán	Guadalajara	Tenosique
Agua Prieta	Chihuahua	Guadalajara	Tenosique	
Agua Prieta	Chihuahua	Torreón	Tenosique	
C. Camargo	C. Alemán	Saltillo	Tenosique	
Matamoros	Tampico	Veracruz	Carmen Xhán	
Matamoros	Tampico	Veracruz	Tenosique	
Nogales	Chihuahua	Guadalajara	Tenosique	
Nogales	Chihuahua	Torreón	Tenosique	
Nogales	Hermosillo	Guadalajara	Tenosique	
Nogales	Mazatlán	Guadalajara	Tenosique	
Ojinaga	Chihuahua	Guadalajara	Tenosique	
Ojinaga	Chihuahua	Torreón	Tenosique	
P. Palomas	C. Juárez	Torreón	Tenosique	
Reynosa	Monterrey	Saltillo	Tenosique	
Reynosa	Tampico	Veracruz	Carmen Xhán	
Reynosa	Tampico	Veracruz	Tenosique	
Tijuana	Mazatlán	Guadalajara	Tenosique	
C. Acuña	Saltillo	Tenosique		
C. Juárez	Torreón	Tenosique		
C. Alemán	Saltillo	Tenosique		
Nuevo Laredo	Saltillo	Tenosique		
Piedras Negras	Saltillo	Tenosique		

Fuente: Elaboración propia con apoyo del software Gephi, versión 0.9.2.

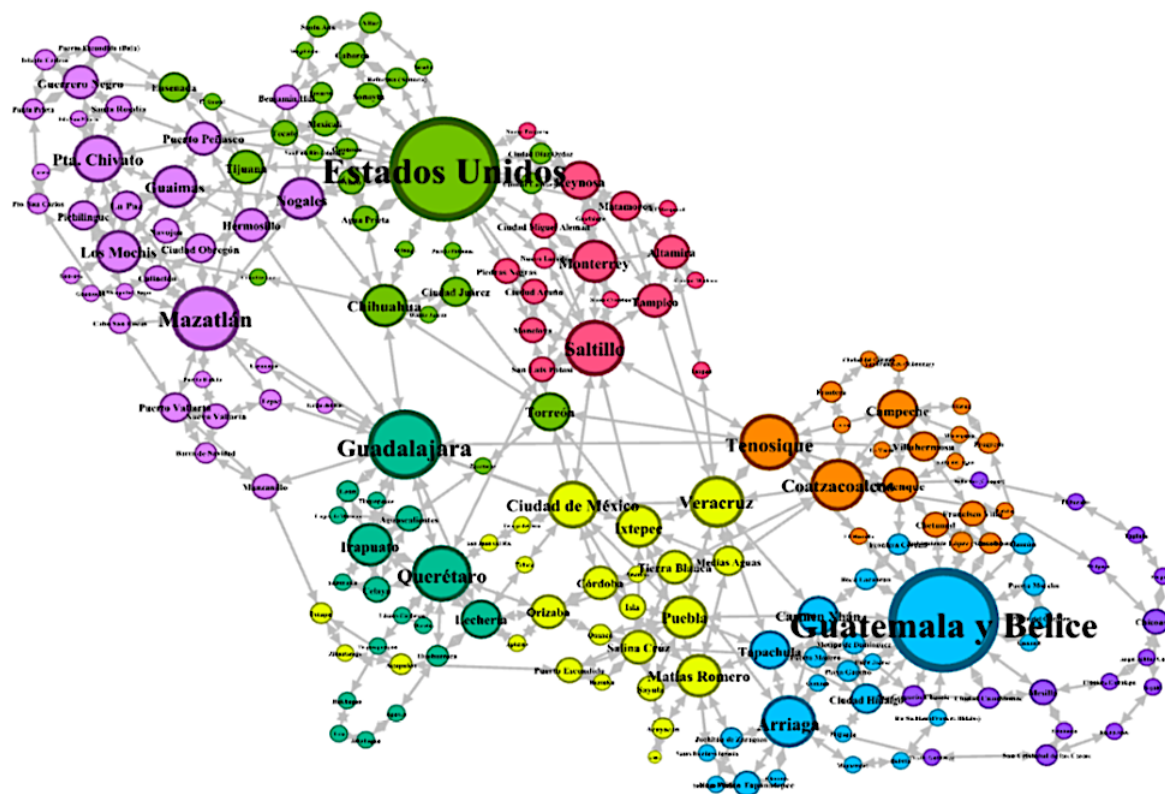
El diagrama de ciudades y caminos

El diagrama de ciudades y caminos (nodos y aristas) construido con el software Gephi, a partir de la distribución *Force Atlas* (figura 4), se creó a partir de un algoritmo que acomoda los nodos en un plano con base en dos reglas iterativas: los nodos se atraen en función de su distancia geométrica¹² y se repelen en función de la cantidad de vecinos conectados¹³ (Jacomy *et al.*, 2014). Como resultado, el software calcula una partición óptima de clústeres, la cual concluyó en 8 regiones, mismas que se presentan en el diagrama de la figura 2.

¹² La fuerza de atracción F_a entre dos nodos conectados x, y depende linealmente de la distancia $d(x - y)$.

¹³ La fuerza de repulsión F_r es proporcional al producto de los grados más uno ($GC+1$) de los dos nodos, donde el coeficiente K_r se define por la configuración: $F_r(x,y)=K_r (GC_x+1)(GC_y+1) / d(x - y)$.

Figura 2. Diagrama de ciudades y caminos de los migrantes¹⁴



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software Gephi, versión 0.9.2 (distribución Force Atlas).

Las ocho regiones resultantes (*clustering process*) se identifican con el nombre de la ciudad con mayor grado de centralidad: 1) Región Mazatlán; 2) Región frontera norte; 3) Región Saltillo; 4) Región Guadalajara; 5) Región Veracruz; 6) Región Tenosique; 7) Región frontera sur; y 8) Región Chicoasén.

Agujeros estructurales

En el grafo se identifican seis puntos de articulación, esto es, nodos que cuando se eliminan se divide el mapa en dos mapas desconectados. Tales son los casos de las ciudades de Campeche¹⁵ y Progreso en la península de Yucatán, así como de Reynosa, Chihuahua, el Paso y Altar en el norte. Si se eliminan estos nodos se produce un conjunto aislado de ciudades del mapa general, tipo árbol *treer*.¹⁶ A este tipo de nodos también se les conoce como agujeros estructurales (*structural holes*),

¹⁴ El tamaño del nodo se define relativamente a partir del grado (número de aristas).

¹⁵ Campeche es el caso más relevante, ya que, si se controla, separaría del grafo principal a las ciudades de Mérida, Progreso, Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen y Cozumel.

¹⁶ Un grafo tipo árbol representa una estructura de conexión jerárquica en donde a un nodo principal se puede conectar muchos nodos subordinados; semejando la conexión de las ramas al tronco de un árbol.

ya que, si se establece un control de paso, éstos pueden romper el tránsito de un sector de la red (Borgatti, 2005; Jimeng y Jie, 2011).

Ciudades de control debido a su grado de intermediación

Al calcular el grado de intermediación –el número de veces que aparece la ciudad en cuestión dentro de todos los caminos más cortos– de cada una de las ciudades de la red de migrantes en México,¹⁷ se identifica su grado de influencia en el tránsito al interior del grafo. Por otra parte, si el GI se divide entre el total de posibilidades de aristas, se calcula la probabilidad de control del tránsito del grafo. En el cuadro 6 se presentan las ciudades más influyentes.

Cuadro 6. Ciudades más influyentes dentro de la red de migrantes en México

Ciudad	Grado de intermediación	Probabilidad de control del tráfico (%)
Guadalajara	15 679.34	94.2
Tenosique	8 164	49
Ixtepec	6 675.39	40.1
Mazatlán	6 383.17	38.3
Veracruz	4 510.38	27.1
Coatzacoalcos	4 345.22	26.1
Arriaga	4 330.98	26
Hermosillo	4 324.40	26
Querétaro	3 511.28	21.1
Saltillo	3 192.72	19.2

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de los autores indicados en los cuadros 1 y 2.

En otras palabras, Guadalajara, Tenosique, Ixtepec y Mazatlán son las ciudades por las que puede pasar un mayor número de interconexiones mínimas dentro de la red.¹⁸

Con la ubicación de ciudades control, cuya probabilidad de control del tráfico > 0 ($p\text{-val} < 0.001$) se aprueba la H2, por lo tanto, existen ciudades en México que se pueden considerar de control debido a su grado de intermediación.

Ahora bien, el grado de intermediación promedio del grafo es de $GI = 709.91$ ($DSM^{19} = 120.92$), lo que rechaza la idea de que la red de migrantes en México sea una red perfectamente conectada ($p\text{-val} < 0.001$), lo cual sucedería si GI fuera igual a cero (como ocurre en un grafo completo).

¹⁷ Ver definición de GI dentro del cuadro 3.

¹⁸ Los nodos con un mayor GI dentro de un grafo, se pueden considerar como *broker* o guardián, ya que pueden controlar el flujo de información y de tránsito, como es el caso de la ciudad de Guadalajara.

¹⁹ DSM = Desviación Estándar de la Media.

Red de factores “negativos” que inciden en la decisión del migrante

Para probar la hipótesis, se construyó una base de datos de las ciudades con situación de peligro.

a) Se calculó la tasa de homicidios para cada uno de los estados en México con la información del Inegi (2019) y del Conapo (2019) sobre el número de homicidios cometidos por estado y el número de personas por estado durante 2017, 2018 y 2019. El promedio nacional fue de 30.9 homicidios por cada 100 000 habitantes (con una desviación estándar de 23.7). El cuadro 7 presenta de forma descendente la tasa de homicidios.

Cuadro 7. Tasa estatal promedio de homicidios en México (2017-2019)

Estado	TPH	Estado	TPH
Colima	106.3	Tabasco	22.5
Baja California	74.1	Veracruz	19.2
Chihuahua	72.6	S. L. P.	18.7
Guerrero	63.6	Puebla	18.5
Guanajuato	53.2	Estado de México	18.4
Baja California Sur	45.7	Nuevo León	15.1
Zacatecas	43.8	Ciudad de México	15.1
Michoacán	43.7	Hidalgo	12.4
Sinaloa	42.7	Tlaxcala	11.5
Morelos	42.0	Chiapas	11.1
Quintana Roo	40.8	Querétaro	10.1
Sonora	33.9	Durango	10.0
Tamaulipas	32.6	Coahuila	8.7
Nayarit	28.9	Campeche	8.2
Jalisco	28.3	Aguascalientes	6.8
Oaxaca	26.8	Yucatán	2.4

Fuente: Elaboración propia con información del Inegi (2019) y Conapo (2019).

b) La ubicación de las estaciones migratorias y de los Grupos Beta se obtuvieron del directorio del INM y se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Ubicación de las Estaciones Migratorias y Grupos Beta por Estado

Estado	Autoridad	Estado	Autoridad
Aguascalientes	• Aguascalientes	Morelos	• Cuernavaca
Baja California	• Mexicali	Nayarit	• Nuevo Vallarta
	• Tecate		
	• Tijuana		
Baja California Sur	• Cabo San Lucas	Nuevo León	• Monterrey
Campeche	• Campeche	Oaxaca	• Ixtepec
			• Oaxaca

(continúa)

(continuación)

Chiapas	• Arriaga • Comitán • Palenque • Tapachula • Tuxtla Gutiérrez	Puebla	• Puebla
Chihuahua	• Ciudad Juárez • Ojinaga • Puerto Palomas	Querétaro	• Querétaro
Coahuila	• Ciudad Acuña • Piedras Negras • Saltillo	Quintana Roo	• Cancún
Colima	• Manzanillo	Sinaloa	• Mazatlán
Ciudad de México	• Ciudad de México	S.L.P.	• S. L. P.
Durango	• Durango	Sonora	• Agua Prieta • Hermosillo • Nogales • S. L. Río Colorado • Sásabe • Sonoyta
Estado de México	• Toluca	Tabasco	• Tenosique • Villa Hermosa
Guanajuato	• León	Tamaulipas	• Matamoros • Nuevo Laredo
Guerrero	• Acapulco	Tlaxcala	• Tlaxcala
Hidalgo	• Pachuca	Veracruz	• Acayucan • Veracruz
Jalisco	• Guadalajara	Yucatán	• Mérida
Michoacán	• Morelia	Zacatecas	• Zacatecas

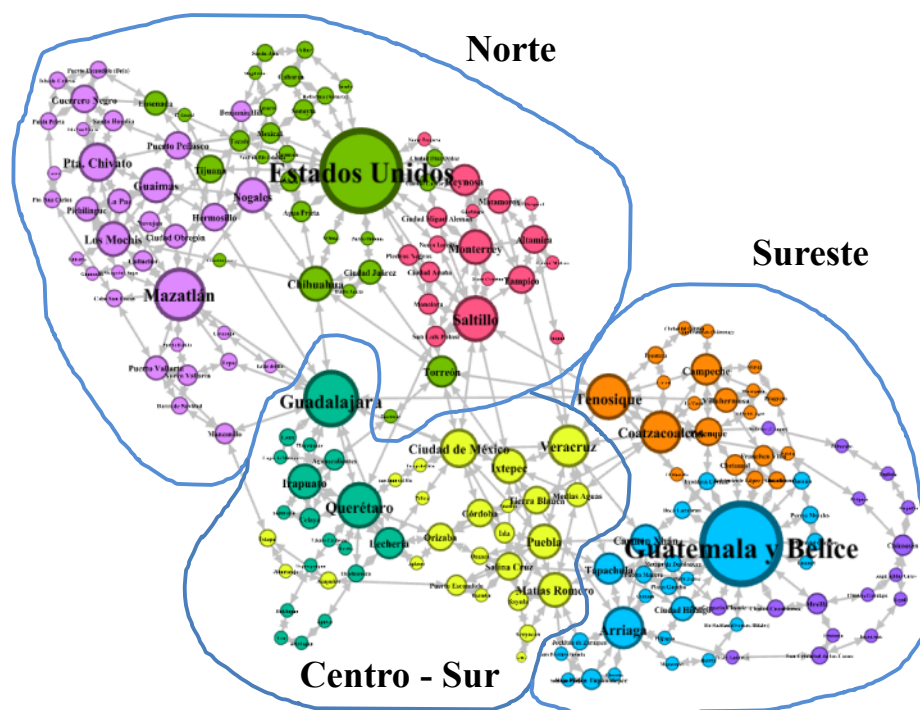
Fuente: Directorio del Instituto Nacional de Migración (2021).

Si se considera que las ciudades de peligro son aquellas que pertenecen a los estados cuya tasa de homicidios es superior al promedio nacional, más una desviación estándar (>54.6), tales como Colima, Baja California, Chihuahua, Guerrero, y aquellas que alberguen alguna oficina del INM, se puede verificar que todos los caminos más cortos identificados en el cuadro 5 pasan por lo menos por dos ciudades con situación de peligro. Esto confirma la hipótesis H3, pues las rutas más cortas entre ambas fronteras incluyen por lo menos un nodo con situación de peligro. Por ejemplo, se identificó una ruta que pasa por cuatro puntos de peligro: Centroamérica, Tenosique, Guadalajara, Chihuahua, Ojinaga, Estados Unidos.

Distribución pragmática

Un hallazgo se presentó ante la posibilidad de subdividir el mapa de ciudades y caminos de los migrantes en un hipergráfico de orden 3 a partir de una construcción de tres bloques mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos. El diagrama de Venn se presenta en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de los tres bloques identificados



Fuente: Elaboración propia.

Una particularidad de este esquema de partición en tres bloques o clústeres, es que se pueden distinguir una serie de fronteras tangentes entre ellos. Ahora bien, al interior de cada bloque se presenta una amplia red de interconexión. El bloque norte tiene tres regiones, el centro sur dos y el sureste tres regiones. Hay 14 aristas entre el bloque norte y el centro sur, 14 entre el centro-sur y el sureste, y solo dos entre el norte y el sureste.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente investigación se basa en la aplicación de la Teoría de Grafos la cual ha sido ampliamente usada para el estudio de las migraciones desde su primera aplicación en el problema de los puentes de Königsberg en Prusia. Al respecto, en México existen estudios recientes como los de Lomelí Carrillo e Ybáñez Zepeda (2017) o en Latinoamérica el de Ruiz-Santacruz (2019), sin embargo, uno de los mayores retos de esta teoría es la operacionalización de sus conceptos; por ejemplo, definir qué es un nodo, un camino, o un grafo (Ortega Reyes, 2020). En este sentido, una de las aportaciones metodológicas de la presente investigación es la exhaustiva revisión documental y la aplicación de la Teoría de Grafos para ejemplificar dichos conceptos en materia de migración.

Por una parte, se comprobó que existe una red permeable cuya viabilidad permite múltiples opciones de caminos para la ruta de los migrantes en México, en su viaje desde Centroamérica

hasta Estados Unidos, con lo que se comprueban las tesis de Lee (1966), siempre y cuando no presenten obstáculos intermedios, como los identificados por Casillas (2008): 1) los operativos de las estaciones de migración, 2) la instalación de puestos de control de la Guardia Nacional, 3) los desastres naturales, 4) los cambios de agentes migratorios en controles que impliquen la renegociación de protección, y, en particular, 5) la violencia del crimen organizado. Por otra parte, la permeabilidad identificada le da formalidad a las observaciones de los índices de violencia reportados (MSF, 2019a) y a las conclusiones de permeabilidad (CNDH, 2018); dichas instituciones identifican que 20 por ciento de los migrantes no cuenta con un camino planeado y 30 por ciento cambia su ruta de acuerdo con las circunstancias que se van presentando en su tránsito por México.

Por otra parte, se identificó que ciudades como Guadalajara, Mazatlán, Ixtepec y Tenosique son candidatas a ser puntos de control debido a su grado de intermediación, así como las ciudades de Campeche, Progreso, Reynosa, Chihuahua, el Paso y Altar, que tienen la cualidad de aislar e incomunicar el tráfico dentro de algunas subregiones (agujeros estructurales), confirmando la teoría de Ravenstein (1885).

A partir de los hallazgos se presentan las siguientes conclusiones:

1) Existe una complejidad inherente al fenómeno migratorio que dificulta la construcción de mapas de los caminos que utilizan, básicamente porque ellos no quieren ser detectados, lo que hace que las bases de datos tanto públicas como privadas sean cuestionables, mismas que son cimiento de los estudios geográficos, sin embargo, es posible trabajar con aproximaciones.

2) Existe un efecto de mutación permanente de las rutas que utilizan los migrantes, ya que mientras ellos ajustan sus itinerarios de viaje en función de tener mayor seguridad, sus victimarios —el crimen organizado y/o algún otro tipo de operativos— constantemente también se disgregan y/o reubican en un mismo espacio geográfico; por lo que es previsible que el camino definitivo que usan los migrantes se va definiendo en su andar.

3) Debido a la conectividad de las rutas que se pueden construir en México, a partir de los 16 653 posibles tramos (o aristas) que enlazan a las 183 ciudades identificadas (o nodos), es imposible pensar en un muro dentro del territorio nacional que obstaculice la permeabilidad existente de la migración.

4) Los factores negativos hacen que las rutas más cortas entre Centroamérica y Estados Unidos pasen por lo menos por dos puntos de peligro, por lo que es de esperarse que se verifique que los migrantes prefieren optar por trayectos más largos, pero más seguros (Nájjar, 2018).

A manera de aportación, vale mencionar que los 545 puntos de ayuda identificados dentro de los caminos de los migrantes (hospedaje, comida, sanitarios, atención médica, entre otros) favorecen la movilidad e influyen en sus trayectorias. Sin embargo, si se quiere monitorear el flujo migratorio, se sugiere montar estaciones de observación y puestos de seguridad en las ciudades de Guadalajara, Mazatlán, Ixtepec, Tenosique, Campeche, Progreso, Reynosa, Chihuahua, el Paso, y Altar.

Partiendo de las cifras anuales de casos de violencia reportadas por Médicos Sin Frontera (MSF, 2019b), en futuras líneas de investigación se podría estudiar el tránsito (volumen de migrantes) de las 181 ciudades identificadas en los caminos de migrantes y su relación con los índices de violencia de cada una, a fin de profundizar en la discusión de si la migración es fuente o receptora de casos de violencia y abusos a los derechos humanos.

REFERENCIAS

- Álvarez, A. y Manzotti, G. (2008). El estado de la seguridad en América Latina. En A. Álvarez, J. Bertranou, F. Calderón, D. Fernández Pedemonte, S. Frederic, D. Galeano, y E. García Méndez, *Estado, democracia y seguridad ciudadana. Aportes para el debate* (pp. 31-55). Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Amnistía Internacional. (2010). *Víctimas invisibles: Migrantes en movimiento en México*. Amnistía Internacional. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r25226.pdf>
- Amnistía Internacional. (10 de agosto de 2017). México: Negativa a informe sobre maltrato a migrantes detenidos muestra total desinterés oficial. *Amnistía Internacional*. <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2017/08/mexico-negativa-a-informe-sobre-maltrato-a-migrantes-detenedos-muestra-total-desinteres-oficial/>
- Amnistía Internacional. (16 de noviembre de 2018a). Datos clave sobre las caravanas de personas migrantes y refugiadas que se dirigen a Estados Unidos. *Amnistía Internacional*. <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2018/11/key-facts-about-the-migrant-and-refugee-caravans-making-their-way-to-the-usa/>
- Amnistía Internacional. (10 de agosto de 2018b). México: Amnistía Internacional entrega recomendaciones a presidente electo sobre la situación de derechos humanos. *Amnistía Internacional*. <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2018/08/mexico-amnistia-internacional-entrega-recomendaciones-a-presidente-electo-sobre-la-situacion-de-derechos-humanos/>
- Amnistía Internacional. (2018c). *Américas: varadas en la puerta: la urgente necesidad de protección de las caravanas de personas refugiadas, solicitantes de asilo y migrantes de Centroamérica*. Amnistía Internacional. <https://www.amnesty.org/es/documents/amr01/9447/2018/es/>
- Amnistía Internacional. (20 de junio de 2018d). Llevando memorias, construyendo nuevas vidas. *Amnistía Internacional*. <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2018/06/carrying-memories-building-new-lives/>
- Animal Político. (19 de octubre de 2018a). Solo queremos trabajo: migrantes logran llegar a México pese a cercos policiales. *Animal Político*. <https://www.animalpolitico.com/2018/10/caravana-migrante-tres-mil-personas-llegan-a-la-frontera>
- Animal Político. (1 de noviembre de 2018b). Caravana migrante cambia de ruta hacia Veracruz: necesita hospitales para atender a niños. *Animal Político*. <https://www.animalpolitico.com/2018/11/caravana-migrante-cambia-de-ruta-veracruz/>

- Animal Político. (3 de noviembre de 2018c). Caravana migrante llega a Isla, Veracruz; algunos quieren ir a Puebla, otros a CDMX. *Animal Político*. <https://www.animalpolitico.com/2018/11/caravana-migrante-camina-veracruz-cdmx-yunes/>
- Animal Político. (4 de noviembre de 2018d). Caravana se fragmenta: migrantes viajan de Veracruz y Puebla hacia la CDMX. *Animal Político*. <https://www.animalpolitico.com/2018/11/caravana-migrantes-cdmx-albergue-puebla-veracruz/>
- Aristegui Noticias. (2 de noviembre de 2018). Caravana migrante, en Sayula y Acayucan, Veracruz. *Aristegui Noticias*. <https://aristeginoticias.com/undefined/mexico/caravana-de-migrantes-unos-se-albergan-en-sayula-otros-siguen-a-acayucan/>
- Arquitectos con la Gente. (2016). *Mapeo: Ruta Migrante* [mapa]. <http://arquitectosconlagente.com/ruta-migrante-mapeo/>
- Ávila, E. (5 de noviembre de 2018). Caravana de migrantes sale de Puebla rumbo a CDMX. *El Universal*.
- Borgatti, S. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, 27, 55-71.
- Budiman, A., Tamir, C., Mora, L. y Noe-Bustamante, L. (2020). *Facts on U.S. immigrants, 2018: Statistical portrait of the foreign-born population in the United States*. Pew Research Center.
- Cabezas, J. (31 de octubre de 2018). Una nueva caravana con 2.000 migrantes sale de El Salvador rumbo a EE.UU. *Europa Press*. <https://www.europapress.es/internacional/noticia-nueva-caravana-2000-migrantes-sale-salvador-rumbo-eeuu-20181031165205.html>
- Camhaji, E. (16 de noviembre de 2018). El delirante viaje de la caravana migrante: 48 horas para llegar a las puertas de EE UU. *El País*. https://elpais.com/internacional/2018/11/15/mexico/1542312177_328238.html
- Casillas, R. (2008). Las rutas de los centroamericanos por México, un ejercicio de caracterización, actores principales y complejidades. *Migración y Desarrollo*, (10), 157-174.
- Castles, S. (2004). Por qué fracasan las políticas migratorias. *Migraciones*, (15), 147-184.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2013). *Derechos humanos de los migrantes y otras personas en el contexto de la movilidad humana en México*. Organización de los Estados Americanos.
- Comisión Nacional de Derechos Humanos. (2017). *Informe Anual de Actividades 2017, Recomendaciones*. <https://informe.cndh.org.mx/menu.aspx?id=30088>
- Comisión Nacional de Derechos Humanos. (2018). *Informe Anual de Actividades 2018, Recomendaciones*. <https://informe.cndh.org.mx/menu.aspx?id=40088>
- Consejo Nacional de Población (Conapo). (2019). *Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050* [Base de datos]. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>

- Cortés, J. (28 de octubre de 2018). Avanza parte de caravana migrante a Santiago Niltepec. *Excélsior*.
- De Haas, H., Castles, S. y Miller, M. J. (2020). *The Age of Migration: International Population Movements in the Modern World*. The Guilford Press.
- Delgado, A. (12 de junio de 2019). No sé por dónde pasaron 144 mil migrantes por nuestro país, dice Sánchez Cordero. *Proceso*. <https://www.proceso.com.mx/nacional/2019/6/12/no-se-por-donde-pasaron-144-mil-migrantes-por-nuestro-pais-dice-sanchez-cordero-226321.html>
- El Economista. (04 de noviembre de 2018). Córdoba, parada del contingente mayor. *El Economista*.
- El Universal. (05 de noviembre de 2018). Mapa muestra día a día el tránsito de las caravanas. *El Universal*.
- Excélsior. (10 de noviembre de 2018a). Migrantes llegan a San Juan del Río, Querétaro. *Excélsior*.
- Excélsior. (11 de noviembre de 2018b). Comienza a llegar Caravana Migrante a Irapuato. *Excélsior*.
- Foote, J. y Small, M. (2013). *Inseguridad permanente: abusos contra centroamericanos en México*. Jesuit Refugee Service. https://www.jrsusa.org/wp-content/uploads/sites/2/2018/10/Inseguridad_Permanente_web3.pdf
- Freeman, L., White, D. y Romney, A. (1992). *Research methods in Social Network Analysis*. Routledge.
- Gallagher, A. y McAuliffe, M. (2016). South-East Asia and Australia. En M. McAuliffe y F. Laczko, *Migrant smuggling data and research: A global review of the emerging evidence base* (pp. 211-241). Organización Internacional para las Migraciones.
- Gandini, L., Fernández de la Reguera, A. y Narváez Gutiérrez, J. (2020). *Caravanas*. Secretaría de Desarrollo Institucional.
- García Aguilar, M. C. (2020). Discurso y poder: la coyuntura de las caravanas de migrantes centroamericanos y la retórica desde el poder de mentir. En D. Villafuerte Solís y M. Anguiano Téllez (Coords.), *Movilidad humana en tránsito: retos de la Cuarta Transformación en política migratoria* (pp. 185-220). Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- García Flores, J. A. (2013). Patrones de migración en Colombia desde la perspectiva de la teoría de redes. *Cuadernos de Economía*, 32(59), 339-364.
- Gaspar Olvera, S. (2012). Migración México-Estados Unidos en cifras (1990-2011). *Migración y Desarrollo*, 10(18), 101-138.
- González, A. (30 de octubre de 2018). Caravana migrante emprende camino a Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. *MVS Noticias*. <https://mvsnoticias.com/nacional/2018/10/30/caravana-migrante-emprende-camino-juchitan-de-zaragoza-oaxaca-391075.html>
- González Arias, A. y Aikin Araluce, O. (2015). Migración de tránsito por la ruta del occidente de México: actores, riesgos y perfiles de vulnerabilidad. *Migración y Desarrollo*, 13(24), 81-115.

- Hanagan, M. P. (2008). Labor history and the new migration history: A review essay. *International Labor and Working-Class History*, 54, 57-79.
- Hernández, A. y Campos, G. (31 de octubre de 2018). Salvadoreños en caravana cruzaron hacia México. *La Prensa Gráfica*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2019). *Defunciones por homicidio*. Base de Datos 2018-2019, clasificada por estado. https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/mortalidad/defuncioneshom.asp?s=est&c=28820&proy=mortgral_dh
- Instituto Nacional de Migración (INM). (2014). *Guía para los migrantes*. http://www.inm.gob.mx/static/grupos_beta/GUIA_MIGRANTES.pdf
- Instituto Nacional de Migración (INM). (2019). *Informe de internaciones de centroamericanos a territorio mexicano en espera de la resolución de su trámite de asilo a Estados Unidos*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/474525/ESTADISTICAS_7_julio.pdf
- Instituto Nacional de Migración (INM). (2021). *Directorio*. Embajada de México en Estados Unidos. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/454892/DIRECTORIO_Oficinas.pdf
- Izcarra Palacios, S. P. (2015). Coyotaje and drugs: Two different businesses. *Bulletin of Latin American Research*, 34(3), 324-339.
- Izcarra Palacios, S. P. (2016). Violencia postestructural: migrantes centroamericanos y cárteles de la droga en México. *Revista de Estudios Sociales*, (56), 12-25.
- Izcarra Palacios, S. P. (2017). De víctimas de trata a victimarios: Los agentes facilitadores del cruce fronterizo reclutados por los cárteles mexicanos. *Estudios Fronterizos*, 18(37), 41-60.
- Izquierdo Escribano, A. y Noya, J. (1999). Lugares migratorios. Una propuesta teórica y metodológica para el análisis de la integración social de los inmigrantes. *Migraciones*, (6), 19-42.
- Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S. y Bastian, M. (2014). ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the Gephi software. *PLOS One*, 9(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>
- Jimeng, S. y Jie, T. (2011). A survey of models and algorithms for social influence analysis. En C. C. Aggarwal (Ed.), *Social network data analytics* (pp. 77-114). Springer.
- Keeley, B. (2012). *Migración internacional: el lado humano de la globalización*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kuz, A., Falco, M., Nahuel, L. y Giandini, R. (31 de agosto-4 de septiembre de 2015). *Análisis de redes sociales a través de Gephi y NodeXL*. II Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad. Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.

- Kuz, A., Falco, M. y Giandini, R. (2016). *Análisis de redes sociales: un caso práctico. Computación y Sistemas*, 20(1), 89-106.
- La Prensa. (27 de octubre de 2018a). Caravana migrante se dirige a Ciudad México donde pedirán permisos migratorios. *La Prensa Honduras*.
- La Prensa. (28 de octubre de 2018b). Caravana de migrantes: Hondureño muere tras enfrentamiento con federales mexicanos. *La Prensa Honduras*.
- La Prensa. (22 de noviembre de 2018c). Caravana migrante de centroamericanos se reagrupa en Tijuana. *La Prensa Honduras*.
- Lee, E. (1966). A theory of migration. *Demography*, 3(1), 47-57.
- Licea Vélez, M. J. (05 de noviembre de 2018). Caravanas de migrantes se extienden en CDMX, Puebla, Veracruz y Chiapas. *Noticieros Televisa*. <https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/caravanas-migrantes-extienden-cdmx-puebla-veracruz-chiapas/>
- Lomelí Carrillo, U. e Ybáñez Zepeda, E. (2017). Los flujos de migración interna a través del análisis de redes: Comparación entre dos regiones fronterizas de México, 1995 y 2015. *Frontera Norte*, 29(58), 95-120.
- Luna, A. (13 de noviembre de 2018). Primer grupo de caravana migrante llega a Guadalajara. *Excélsior*.
- Martín Pérez, F. (27 de octubre de 2018). Caravana migrante llega a Oaxaca. *El Universal*.
- Massey, D., Arango, J., Hugo, G., Kouaouchi, A., Pellerino, A. y Taylor, J. (1998). Una evaluación de la teoría de la migración internacional: el caso de América del Norte. En G. Malgesini (Comp.), *Cruzando fronteras. Migraciones en el sistema mundial* (pp. 189-264). Icaria/Fundación Hogar del Empleo.
- Médicos Sin Fronteras (MSF). (2018). MSF en la ruta de migrantes y refugiados (Sitio web). <https://www.msf.mx/MigrantesyRefugiados>
- Médicos Sin Fronteras (MSF). (2019a). Nuestro trabajo (Sitio web). <https://www.msf.mx/msf-en-mexico>
- Médicos Sin Fronteras (MSF). (23 de mayo de 2019b). México: MSF en la ruta migratoria. *Médicos Sin Fronteras*. <https://www.msf.mx/article/mexico-msf-en-la-ruta-migratoria>
- Méndez, R. (2017). Crisis, desposesión y mercado de trabajo en España: impactos en la Región Metropolitana de Madrid. *Cadernos Metrópole*, 19(38), 17-44.
- Morales, Y. (13 de noviembre de 2018). Arriba a Tijuana segundo grupo de caravana migrante. *Excélsior*.
- Nájar, A. (10 de noviembre de 2018). ¿Por qué la caravana de migrantes eligió la ruta más larga para cruzar México hacia EE. UU.? *BBC News*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-46166789>

- Núñez, J., Alfonso, M., Bueno, S., Diáñez, M. R. y De Elías, M. (2004). Siete puentes, un camino: Königsberg. *Revista Suma*, (45), 69-78. https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/45/SUMA_45.pdf
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2009). *Informe del Relator Especial sobre los derechos humanos de los migrantes*. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/7042.pdf>
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2015). *Directorio de albergues para personas migrantes*. OIM. <https://www.segobver.gob.mx/migrantes/docs/directorio-albergue.pdf>
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2018a). *Informe sobre las migraciones en el mundo 2018*. OIM. https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr_2018_sp.pdf
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2018b). *Directorio de casas y albergues para personas migrantes*. OIM. <https://kmhub.iom.int/es/directorio-de-casas-y-albergues-para-personas-migrantes-2018>
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2019). *Informe sobre las migraciones en el mundo 2020*. OIM. <https://publications.iom.int/books/informe-sobre-las-migraciones-en-el-mundo-2020>
- Ortega Reyes, M. A. (2020). *Aplicación de la teoría de grafos a la planificación y programación de proyectos* (Trabajo de grado). Universidad de Jaén, Andalucía.
- Ponces, E., Arnau, T. y Soleras, E. (2010). *En el camino: México, la ruta de los migrantes que no importan*. Blume.
- Public Law 89-236 de 1965*. To amend the Immigration and Nationality Act, and for other purposes. 3 de octubre de 1965. U.S. Government Printing Office. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-79/pdf/STATUTE-79-Pg911.pdf>
- Ramírez, G. S. (2014). *Red de Migración Intrarregional. Propuesta desde la complejidad y las redes* [Presentación de Power Point]. CEIICH-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez Meda, K. M., y Moreno Gutiérrez, A. T. (2022). Integración de migrantes en instituciones de educación superior: El caso de los haitianos en Mexicali, B. C. *Migraciones Internacionales*, 13, 1-24.
- Ravenstein, E. G. (1885). The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society of London*, 48(2), 167-227.
- Rincón, E. (10 de noviembre de 2018). Hidalguenses apoyan con víveres a Caravana Migrante. *Excélsior*.
- Romero, G. (09 de junio de 2019). Crimen usa 5 rutas para traficar con migrantes en Chiapas. *Excélsior*.
- Ruiz-Santacruz, J. S. (2019). Sistemas migratorios latinoamericanos y desarrollo humano: el alcance de usar el análisis de redes sociales. *Redes*, 30(1), 79-87.

- Sampson, R. (2008). Rethinking crime and immigration. *Contexts*, 7(1), 28-33.
- Santiago, L. (12 de noviembre de 2018). Primera ola de migrantes de la caravana llega a Tijuana, en la frontera con Estados Unidos. *Cnnespañol*.
- Sjaastad, L. (1962). The cost and returns of human migration. *Journal of Political Economy*, 70(5), 80-93.
- The White House. (2017). *Border security and immigration enforcement improvements*. Executive Office of the President. <https://www.federalregister.gov/documents/2017/01/30/2017-02095/border-security-and-immigration-enforcement-improvements>
- The White House. (2021). *Proclamation on the termination of emergency with respect to the southern border of the United States and redirection of funds diverted to border wall construction*. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/01/20/proclamation-termination-of-emergency-with-respect-to-southern-border-of-united-states-and-redirection-of-funds-diverted-to-border-wall-construction/>
- Todaro, M. (1976). *Internal migration in developing countries. A review of theory evidence, methodology and research priorities*. International Labour Office.
- Tucker, D. y Tillotson, L. (13 de noviembre de 2018). “Me parte el alma, pero tengo que seguir”: las mujeres de Honduras obligadas a abandonar su país. Amnistía Internacional. <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2018/11/it-breaks-my-heart-but-i-have-to-keep-going-the-honduran-women-forced-to-leave-their-homeland/>
- Vázquez, A. (11 de noviembre de 2018). Migrantes se dispersan en su viaje a EU. *Excélsior*.