

# Los flujos de migración interna a través del análisis de redes: Comparación entre dos regiones fronterizas de México, 1995 y 2015

## Internal Migration flows through Network Analysis: A Comparison between Two Border Regions of Mexico, 1995 and 2015

Uriel LOMELÍ CARRILLO\*  
Elmyra YBÁÑEZ ZEPEDA\*\*

### RESUMEN

En este trabajo se emplearon métodos de análisis de redes para el estudio de la migración interna reciente en dos regiones fronterizas de México, utilizando datos del Censo de Población de 1995 y la Encuesta Intercensal de 2015, los resultados obtenidos de la aplicación de las técnicas del análisis de redes mostraron diferencias entre las regiones. En 1995, la centralidad de la migración en el noroeste se concentraba en más municipios que en el noreste, indicando una concentración mayor de la migración. En 2015, se tienen elementos para concluir que la red en el noreste es más concentrada que en la del noroeste.

*Palabras clave:* 1. migración interna, 2. teoría de redes, 3. centralidad, 4. regiones de México, 5. frontera norte.

### ABSTRACT

This article applies social network analysis methods to recent internal migration studies for two regions in northern Mexico. Using data from 1995 Censo (Census) and 2015 EIC (Intercensal Survey), the findings reveal that there are significant differences between both regions. In 1995, the northwestern region centrality indicator was more concentrated than for the northeastern region. In 2015, evidence suggests that the net structure in the northeastern region is more concentrated than in the northwestern region.

*Keywords:* 1. internal migration, 2. social network analysis, 3. centrality, 4. Mexican regions, 5. northern border.

Fecha de recepción: 1 de octubre de 2016.

Fecha de aceptación: 9 de enero de 2017.

\* El Colegio de la Frontera Norte, México, ulomelimep@colef.mx.

\*\* El Colegio de la Frontera Norte, México, elmyra@colef.mx.

<http://dx.doi.org/10.17428/rfn.v29i58.524>

## INTRODUCCIÓN

La migración, como uno de los componentes fundamentales del cambio poblacional junto con la mortalidad y la fecundidad, ha adquirido una posición más prominente que nunca en las últimas décadas. En muchas poblaciones en donde ha habido transición demográfica, la migración ocupa un puesto determinante en el cambio poblacional y la distribución espacial de la misma. Los procesos de globalización y desarrollo económico han llevado a la redistribución de poblaciones, tanto al interior como entre naciones (White, 2016).

Históricamente, México ha sido un país donde las causas y consecuencias de la migración pueden hallarse prácticamente en toda la extensión del país. Desde la inmigración de europeos, africanos y asiáticos después de la Conquista, durante la Colonia y en tiempos modernos, hasta la emigración con destino a Estados Unidos a partir de finales del siglo XIX y, en la actualidad, los escritos que le atribuyen a la migración un peso determinante en la dinámica demográfica nacional no parecen tener fin.

La intención del presente trabajo es complementar el estudio de los flujos migratorios a partir del análisis de redes, considerando un nivel mayor de desagregación, además de una nueva medida para la centralidad de los municipios. El análisis se centra en dos regiones de estados fronterizos<sup>1</sup> y se complementa con la identificación de municipios similares en cuanto al número de flujos migratorios que recibieron en 1995 y 2015.

El Censo de Población y Vivienda 1995 y la Encuesta Intercensal 2015 (EIC) fueron los instrumentos elegidos para construir las matrices de origen-destino que forman los insumos de información en el presente trabajo. El análisis de redes le atribuye un papel activo y distinguido a las relaciones, expresadas como vínculos o uniones, mismas que aparecen entre unidades sociales que interactúan. En el análisis de redes, la unidad de observación, sobre la cual se toman las mediciones, es una relación. La mayoría de los datos del análisis de redes son recolectados por medio de la observación directa, entrevistas o cuestionarios. En el presente caso, la unidad de observación es el flujo de migración entre el par de municipios.

Se plantea a los flujos migratorios entre municipios como un fenómeno que puede analizarse desde la teoría de redes. Tal análisis envuelve la formulación de la migración como una estructura de red, de forma que dicha estructura se puede capturar en forma de un grafo. Para ello son necesarios un conjunto finito de agentes,

<sup>1</sup> Región noroeste: Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Región noreste: Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí.

los municipios, y los vínculos que definen al grafo, estos son los flujos migratorios dirigidos entre cada par de municipios.

El trabajo está integrado por seis secciones, las dos primeras tienen como objetivo introducir al lector la definición de migración que se utiliza durante el texto, la noción básica del análisis de redes y presentar algunos trabajos previos sobre la migración interna en México. La tercera está enfocada en las fuentes de información que se consultaron; el Censo de Población y Vivienda 1995 y la Encuesta Intercensal 2015. En la cuarta sección se describe el método del análisis de redes aplicado, se exponen con mayor detalle sus implicaciones, así como las formas en las que se presentan las redes, la medición de la centralidad y el criterio para la determinación de los grupos. Las dos últimas secciones corresponden a los resultados y las conclusiones que se obtuvieron de dicha aplicación.

#### *DEFINICIÓN DE MIGRACIÓN Y LOS FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DE REDES. OPCIÓN PARA EL ESTUDIO DE LOS FLUJOS MIGRATORIOS*

En demografía y estudios poblacionales, un tema central es la definición adecuada de los conceptos que permitan la apropiada medición del fenómeno bajo estudio. Frans Willekens (2016) explica que en cada concepto de migración pueden distinguirse tanto un aspecto temporal, como uno espacial, y al situar la migración en este marco espacio-temporal, pueden resultar comparables distintas definiciones y mediciones de la misma. Para acotar una definición de migración no hay una regla escrita, y en muchas ocasiones se hace en función de la investigación, las fuentes de información, la disponibilidad de datos o una combinación de las anteriores. La característica relevante es que la migración se asocia con el movimiento en el espacio, con un cambio de residencia habitual más o menos permanente y con el cruce de un límite geográfico entre países o al interior del mismo.

Una definición en este sentido es la que plantea Jaime Sobrino, “la migración suele definirse como un movimiento que atraviesa un límite geográfico que ha sido definido generalmente por razones político-administrativas. Si el cruce ocurre dentro un país, entonces se refiere a migración interna” (Sobrino, 2010, p.17). En esta definición, el migrante es aquel que traslada su lugar de residencia habitual de una división administrativa a otra. Es inmigrante con respecto al lugar de destino y es emigrante respecto a su lugar de origen, además si el cruce se da entre países

comprende a la migración internacional, mientras que, si ocurre al interior del país, se trata de migración interna.

El concepto de migración debe complementarse incluyendo una característica temporal. En muchas ocasiones, la naturaleza de las fuentes de información no permite establecer el tiempo de lo que es una residencia habitual, por lo que la dimensión temporal únicamente está dada por el tiempo transcurrido entre residencias habituales en cada una de las fuentes de información que se consulten. La definición de la migración en el marco espacio-temporal es el movimiento de cambio de residencia habitual, que atraviesa un límite político-administrativo entre una unidad geográfica denominada de origen y otra denominada de destino, en un tiempo previo determinado en cada instrumento de captación, el cual puede variar desde uno o cinco años, hasta el tiempo transcurrido desde el nacimiento.

Ahora bien, el análisis de redes, como parte de la teoría de redes, trata del estudio de grafos que representan relaciones entre objetos. El estudio de las redes sociales prosperó en la segunda mitad del siglo XX. En la década de 1950, algunos antropólogos británicos como J. A. Barnes y S. F. Nadel definieron una red como un conjunto de lazos que vinculan a los miembros del sistema social a través y, más allá, de las categorías sociales y los grupos cerrados (Wellman, 2000, p.13). En tanto los trabajos de los europeos se difundían en Estados Unidos, el análisis de redes se fusionó con la sociología estadounidense. Se amplió el espectro de las investigaciones debido a que el empirismo británico empataba bien con la inclinación americana hacia lo cuantitativo y el análisis estadístico (Wellman, 2000, p.14).

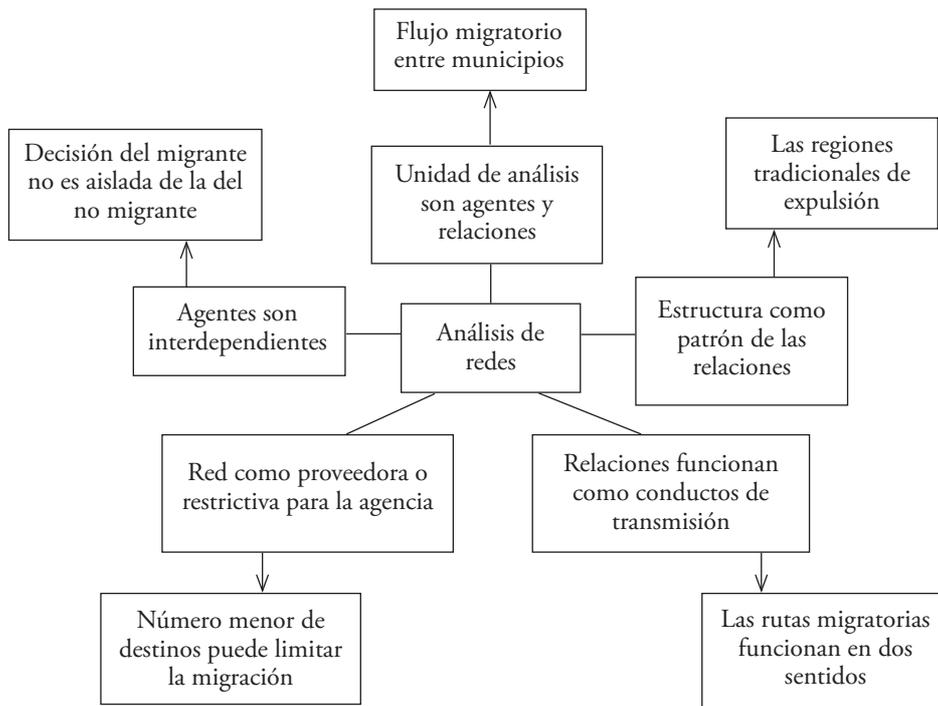
Los sociólogos estadounidenses comenzaron a utilizar diagramas de redes para representar las relaciones en grupos pequeños, fueron ellos quienes introdujeron en sus primeros trabajos los conocimientos de la teoría de grafos. Jacob L. Moreno estableció las bases de la sociometría para la investigación en grupos pequeños en 1933 (*The New York Times*, 1933).<sup>2</sup> Creó los medios para representar la estructura interpersonal de grupos, el sociograma; el cual se trata de una imagen en la que las unidades sociales se representan como puntos en un espacio bidimensional y las relaciones entre un par de unidades se representan por líneas que unen los puntos correspondientes. Una vez asimilados los sociogramas en las investigaciones sobre la estructura de grupos, las técnicas analíticas no tardaron en llegar. La siguiente forma de representación sintética de datos de redes sociales se dio a través del uso

<sup>2</sup> Los resultados que presentó ante la *Medical Society of the State of New York* fueron registrados en una nota del *New York Times* del año mencionado.

de matrices y los métodos del álgebra lineal, lo que ayudó a la incorporación de las matemáticas en el estudio de los sistemas sociales. De esta forma, los métodos del análisis de redes se complementaron con tres fundamentos matemáticos, la teoría de grafos, los modelos algebraicos y la estadística y probabilidad.

Wasserman y Faust (1994) identifican cinco principios distinguibles de la perspectiva de redes: 1) Los agentes y sus acciones son vistas como interdependientes, no como unidades independientes, 2) los vínculos relacionales entre los agentes funcionan como conductos para transferir recursos, materiales o inmateriales, 3) los modelos de redes que se enfocan en individuos observan la red como proveedora de oportunidades o restricciones para la acción individual, 4) también conceptualizan la estructura (social, económica o política) como patrones duraderos de relaciones entre agentes y 5) la unidad de análisis no es el individuo, sino una entidad consistente en una colección de individuos y sus relaciones.

FIGURA 1. Principios que distinguen al análisis de redes



Fuente: Elaboración propia con base en Wasserman y Faust (1994).

En el marco analítico del análisis de redes, las uniones son una relación existente entre unidades, por ejemplo, de parentesco, transacciones comerciales, difusión de ideas, etcétera. Igualmente, esto no es exhaustivo a cualquier relación, algunos tipos de uniones serán relevantes o medibles para ciertas unidades, pero no para otras.

La relación o vínculo entre un par de unidades es una propiedad del par y no una característica inherente de la unidad individual (Wasserman y Faust, 1994), por ello se asume que se tienen mediciones de las interacciones entre todos los posibles pares de unidades, por ejemplo en el sistema de migración interna, se tiene un registro de al menos un flujo de migración entre todos los pares de municipios.

### *ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE DE LA MIGRACIÓN INTERNA EN MÉXICO*

En los estudios de población, autores como María Eugenia Anguiano (1996), Rodolfo Corona (2000), Elmyra Ybáñez (2000), Jaime Sobrino (2010), Enrique Pérez Campuzano y Clemencia Santos Cerquera (2013), entre otros, retoman el estudio entre la migración y el empleo o la migración con destino a la frontera norte como parte de sus explicaciones sobre los movimientos internos en el país.

Anguiano (1996) considera a la vecindad geográfica de los municipios fronterizos con Estados Unidos como polo de atracción para los migrantes internacionales. Sin embargo, reconoce que el crecimiento y la diversificación de las actividades económicas en estos lugares los han convertido en destinos para los migrantes internos. Corona (2000, p.8) explica que Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas, constituyen una región de constante atracción poblacional durante la segunda mitad del siglo XX, básicamente como reflejo del crecimiento de sus ciudades fronterizas y del desarrollo sostenido de Monterrey. En el quinquenio 1995-2000, la migración en este conjunto de estados se caracterizaba por la gran cantidad de inmigrantes provenientes de los estados contiguos a los mencionados, con excepción de Baja California.

Sobrino (2010) muestra, a través del uso de matrices de origen-destino, la asociación entre el volumen y la distancia de las migraciones, concluyendo que éstas ocurrieron en su mayoría entre entidades federativas adyacentes. Su análisis a partir de regresiones logísticas contempla como variable dependiente al saldo neto migratorio y como variables independientes al logaritmo natural del producto interno bruto (PIB), al del PIB por habitante, la tasa de crecimiento del PIB, el grado de urbanización, el porcentaje de la población de 15 años y más con educación primaria y posterior, el

porcentaje de la población económicamente activa en el sector secundario y terciario, el logaritmo natural de la ciudad de mayor tamaño y el índice de marginación. Las variables independientes utilizadas explicaron la variación en el balance migratorio de las entidades federativas, en un rango entre 34 y 82 por ciento (Sobrino, 2010, p.84).

Ybáñez (2000) apunta la importancia de considerar la frontera norte tanto en el lado mexicano, como en el lado estadounidense, es decir, en el par condado-municipio fronterizo. Debido a la inmigración en esta región, las poblaciones de ambos lados muestran tasas de crecimiento superiores a las del promedio nacional. En México, se trata de una población mayormente urbana, con una dinámica demográfica de alto crecimiento provocada por la inmigración proveniente de zonas del sur del país. Para la población de los condados de la frontera sur de Estados Unidos, con excepción de San Diego, lo que resalta es el predominio rural comparado con otros condados al interior del país, además de la proporción mayoritaria de población de origen mexicano (Ybáñez, 2000, p.161).

Pérez y Santos (2013), a partir de las muestras censales de 2000 y 2010, estudian los cambios tanto en la dirección, como en la intensidad de la migración en el período. Sus resultados muestran cómo los desplazamientos entre las zonas metropolitanas se han vuelto más importantes, mientras que la migración rural-urbana se encuentra en detrimento. Los autores establecen que dentro del grupo de zonas metropolitanas con ganancias está el de las zonas metropolitanas fronterizas, las cuales, aún con los problemas de violencia y la desaceleración de la economía norteamericana, continúan atrayendo población del interior.

Garrocho, Jiménez y Álvarez (2014) son el único referente inmediato que utilizó el análisis de redes para estudiar los flujos migratorios entre entidades federativas. El objetivo de su trabajo fue aplicar las teorías de grafos y redes para avanzar en el conocimiento de la estructura profunda de los flujos migratorios interestatales del país, con la idea de revisar si es posible observar nuevos aspectos del sistema migratorio nacional (Garrocho *et al.*, 2014, p.1). Para ello, trabajan con información de los censos de 1990 y 2010 en el nivel de desagregación estatal. Hacen uso de indicadores globales e individuales, los primeros para identificar las características de la red en su conjunto y los segundos para las características de los elementos que integran la red. Utilizan cinco indicadores para estudiar la red: densidad, intermediación, cercanía, centralidad y centralización. En sus conclusiones, identifican a Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Estado de México y el Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz, como centros de intensa actividad migratoria (Garrocho *et al.*, 2014).

Los fines de esta propuesta están en complementar el estudio de los flujos migratorios a partir del análisis de redes, considerando un nivel mayor de desagregación, además de una nueva medida para la centralidad de los municipios. El análisis se centra en dos regiones fronterizas y se complementa con la identificación de municipios similares en cuanto al número de flujos migratorios que recibieron en 1995 y 2015. En este trabajo, la aplicación del análisis de redes a los flujos migratorios es una de las tantas posibilidades que brinda la perspectiva de redes. Las redes sociales sólo son una manifestación más de la teoría de redes, y por ello se le encuentra con frecuencia en los estudios migratorios. Este trabajo también parte de ese punto, pero enfilándose hacia otra dirección, a una comprensión a un nivel macro de los flujos migratorios entre municipios.

### *FUENTES DE INFORMACIÓN*

En México existen diferentes encuestas para estimar la magnitud de la migración interna. La fuente principal de información para este trabajo es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), que provee datos obtenidos mediante cuestionarios en hogares. Desde 1895, México realiza un censo de población y viviendas cada 10 años y un conteo de población, en el mismo período, a partir de 1995. En 2015, se llevó a cabo la primera encuesta intercensal como instrumento para actualizar la información sobre la estructura y distribución de la población entre los censos de 2010 y 2020.

El Conteo de Población y Vivienda 1995 y la Encuesta Intercensal 2015 (EIC) fueron los instrumentos elegidos para construir las matrices de origen-destino, que forman las fuentes de información en el presente trabajo. La elección obedece a dos motivos, el primero es la temporalidad que cubren tales ejercicios y el segundo es que cada uno de estos proyectos estadísticos cuenta con la misma población objetivo, residentes habituales, hogares, y viviendas particulares y colectivas,<sup>3</sup> lo que permite comparaciones temporales.

La formulación de preguntas para tener información sobre la migración es constante con los cuestionarios de los censos anteriores. La EIC incluye preguntas sobre el lugar de nacimiento, municipio de residencia y entidad de residencia hace cinco años. En marzo de 2010, se modificó el orden en el cuestionario para preguntar

<sup>3</sup> En la EIC, la población objetivo son los residentes habituales en el territorio nacional y las viviendas particulares habitadas.

en primer lugar por el municipio de residencia y después por la entidad o país, ya que se verificó que dicho cambio reducía el tiempo de la entrevista debido a que la mayoría de las personas viven en el mismo municipio.

Se cuestiona que la información obtenida de las fuentes anteriores, de corte transversal, tenga como limitante que sólo observa incidencias de los movimientos migratorios en un punto fijo del tiempo, cinco años antes a la fecha del levantamiento de la encuesta o conteo, lo que omite el registro de cualquier otra migración que se haya dado en el quinquenio que esté fuera del mes del conteo o encuesta, sin embargo, se acepta internacionalmente, ya que permite asentar los cambios de residencia de las personas en unidades administrativas mayores, como entidades federativas o el país de residencia actual.

Otra consideración al utilizar información de encuestas en hogares es que los datos captados pueden presentar errores de cobertura, omisión de información o mala declaración. Los censos y conteos ofrecen la oportunidad para el análisis transversal o de período de las poblaciones, pero como se mencionó, un individuo puede realizar más de un movimiento migratorio entre cada período intercensal o entre conteo y censo, y el hecho de que sólo se tenga conocimiento sobre la última migración lleva implícito un tipo de subregistro de los movimientos migratorios. Así mismo, al no considerar la mortalidad presente en cada período, se omite un componente importante, de forma que el número de migrantes puede encontrarse representado de manera insuficiente. La pregunta para conocer la migración se realiza en personas de cinco años cumplidos o más, por lo que, para menores de esta edad, la literatura conviene en estimarlos indirectamente o suponer el lugar de nacimiento como el lugar de residencia anterior. Pese a lo anterior, recurrir a este tipo de fuentes, representa una de las mejores opciones para el estudio de la migración interna por su alcance, cobertura y temporalidad con las que están realizadas.

## *MÉTODOS*

La unidad de observación es el objeto sobre el cual se toman las mediciones. En el análisis de redes, esta unidad es una relación; el flujo de migración entre el par de municipios. La mayoría de los datos del análisis de redes son recolectados por medio de la observación directa, entrevistas o cuestionarios. Los datos que forman el flujo fueron recolectados a través de los cuestionarios que se aplicaron durante el conteo de 1995 y la encuesta intercensal de 2015. La cuantificación de dicha relación en el análisis de redes tiene dos propiedades importantes, que la correspondencia sea

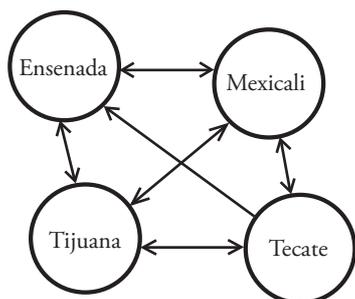
dirigida o no y que sea dicotómica o ponderada. En una relación dirigida, el vínculo relacional entre un par de agentes tiene un origen y un destino, esto es, el vínculo es dirigido de un agente en el par al otro. Las relaciones dicotómicas son registradas como presentes o ausentes para cada par de agentes. Por otro lado, las relaciones ponderadas pueden tomar un rango de valores, indicando la fuerza, intensidad o frecuencia del vínculo entre el par. De lo anterior, se indica que la relación en el flujo migratorio es dirigida, puesto que se priorizan aquellas relaciones con un origen y un destino específicos. La correspondencia, en este contexto, también puede ser dicotómica para mostrar la presencia o ausencia de una relación, es decir de un flujo de migración.

Una red puede expresarse en diferentes formas, por ejemplo, como un grafo que consiste en un conjunto de nodos unidos por líneas. También pueden presentarse los datos de cada relación en una matriz de dos entradas llamada sociomatrix, donde las filas y las columnas se refieren a los agentes que se van a emparejar. En el análisis de datos de redes, la información se presenta en este tipo de arreglos matriciales. Las sociomatrices también son matrices de adyacencia para los grafos y, por consecuencia, este esquema de notación está relacionado con la teoría de grafos. La figura 2 muestra las tres representaciones de una red ejemplificando con la información del conteo de 1995 para Baja California. En el grafo dirigido a) en donde los nodos están etiquetados con los nombres de los municipios, la flecha indica la dirección del flujo migratorio en esta representación. En la sociomatrix b) se muestra el número de migrantes captados, mientras que en la matriz de adyacencia c) la existencia del flujo migratorio se representa con 1 y la ausencia del flujo con 0.

En los datos de redes que se presentan en matrices de dos entradas, las dos dimensiones de esta matriz están indexados por los agentes que envían en las columnas y los agentes que reciben en las filas, por tanto, si hay una red con un único conjunto de agentes, la matriz será cuadrada. De manera que la matriz, para una relación dicotómica, es igual a la de adyacencia para el grafo.

En la mayoría de los métodos del análisis de redes, la notación que se sigue es la que proporciona el álgebra matricial. La mejor manera de ordenar la información sobre los flujos de migración es mediante un arreglo matricial de doble entrada, para construir este tipo de arreglo, y partiendo de la definición de migración mencionada, se consultaron los microdatos del conteo de 1995 y la EIC 2015 para conocer la unidad geográfica en la que un individuo tuvo su residencia en un tiempo fijo anterior y la unidad geográfica en la cual reside en el momento que fue captado por el conteo o la encuesta.

FIGURA 2. Representaciones de una red



a) Grafo

	Ensenada	Mexicali	Tecate	Tijuana
Ensenada	0	893	0	1 228
Mexicali	766	0	172	2 003
Tecate	130	722	0	284
Tijuana	2 353	2 391	296	0

b) Sociomatriz

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

c) Matriz de adyacencia

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (1995).

Dicha información se integró de la siguiente manera: En las columnas se colocaron las unidades geográficas de residencia anterior, es decir, los municipios de residencia hace cinco años, mientras que en las filas se colocaron las unidades geográficas de residencia actual, estos son los municipios de residencia en el momento del conteo o encuesta y en cada intersección la cantidad de individuos que cambio su residencia. Sobre la diagonal principal se encuentran ceros, puesto que el enfoque no es sobre los individuos que no migraron o que cambiaron su residencia al interior del municipio. El número de municipios de residencia anterior es igual al número de municipios de residencia actual –es decir, el número de filas y columnas– es idéntico, de ahí que las matrices corresponden a matrices de orden  $n$ , siendo  $n$  el número de filas y columnas.

El cuadro 1 ejemplifica una matriz de origen-destino construida con información de la EIC 2015. Todos los encuestados con el mismo lugar de residencia hace cinco años, llamado  $O_i$ , y que al momento del conteo o encuesta residen en otro lugar, designado  $D_j$ , forman un flujo de migración de  $O_i$  a  $D_j$ . La suma de todos estos individuos en el flujo migratorio  $-O_i-D_j$ , se captura en las entradas de la matriz de origen-destino para cada par  $(i, j)$ . De esta forma, se obtiene que 1 560 indi-

viduos que residían en el municipio de Ensenada en 2010 cambiaron de residencia a Mexicali para 2015, siendo este el flujo migratorio Ensenada-Mexicali en ese año.

Para ejemplificar cuál es la aportación del análisis de redes al estudio de la migración interna se realizó una regionalización de las entidades federativas del país, que permite apreciar con mayor detalle los movimientos migratorios. Se reconoce que, al hacer una división exhaustiva del país, se pierden los movimientos migratorios entre las divisiones, sin embargo, se plantea que al adoptar tal división también se están capturando los movimientos migratorios más significativos. Al mismo tiempo, no se están considerando los flujos de migración entre los municipios pertenecientes a regiones diferentes. Se trata a cada región como un sistema independiente.

CUADRO 1. Matriz de origen-destino

		<i>Residencia en 2010</i>								
	$D_j \setminus O_i$	<i>Ensenada</i>	<i>Mexicali</i>	<i>Tecate</i>	<i>Tijuana</i>	<i>...</i>	<i>Yécora</i>	<i>General Plutarco Elías Calles</i>	<i>Benito Juárez</i>	<i>San Ignacio Río Muerto</i>
	Residencia en 2015	Ensenada	0	964	353	1 437	...	0	0	21
Mexicali		1 560	0	343	1 801	...	0	78	0	0
Tecate		177	543	0	657	...	0	0	7	0
Tijuana		1 623	1 620	1 658	0	...	0	0	83	0
...		...	...	...	...	...	...	...	...	...
Yécora		0	3	12	1	...	0	0	6	0
General Plutarco Elías Calles		0	0	0	0	...	0	0	0	0
Benito Juárez		7	44	0	45	...	0	0	0	0
San Ignacio Río Muerto		0	12	6	74	...	0	0	4	0

Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (2015).

Con las matrices de origen-destino se calcularon los indicadores de centralidad en el nivel municipal para las regiones noroeste y noreste, de manera que se trabajó con cuatro matrices que representan cuatro redes de migración interna, correspondientes a las regiones de la frontera norte de México.

Para describir la estructura de la red de migración, el análisis de redes proporciona diferentes medidas y conceptos. Se plantean dos dimensiones para describir la estructura de la red: la centralidad de autovector de los municipios y la identificación de grupos municipales. La centralidad permite identificar a los municipios centrales en cada red de migración, de tal forma que pueden ubicarse en el espacio y analizar los cambios en el tiempo en estos municipios, mientras que al ordenar y categorizar a los municipios de la red con criterios específicos, es posible identificar comunidades o grupos al interior de la red.

Al describir una red, deben tenerse en cuenta dos elementos: En primer lugar, que el análisis de redes trata de las relaciones entre agentes, no entre variables; se preocupa por describir las distribuciones y las relaciones entre los municipios. En segundo lugar, aplicar la estadística inferencial de la misma forma que se aplica para datos de atributos, no es igual para datos de redes, ya que los segundos no son independientes estadísticamente hablando. Una observación en el presente análisis es el flujo migratorio entre Ensenada y Tijuana, otra es el flujo migratorio entre Tijuana y Culiacán, así como el flujo entre Culiacán y Ensenada, de tal forma que Tijuana, Ensenada y Culiacán, no son precisamente observaciones independientes.

### *CENTRALIDAD*

La centralidad en el análisis de redes se ha identificado con la idea de más o mejor conectado con los otros elementos de la red. Una forma simple de cuantificar la centralidad es con la frecuencia de los flujos de migración en los destinos. Otra forma es considerando la frecuencia de los flujos migratorios y el número de nodos que están vinculados a otro nodo y una más es examinar tanto la frecuencia y magnitud de los flujos como la centralidad de los otros municipios. Aquellos municipios con mayor centralidad tienen una importancia especial en el análisis, puesto que corresponden a aquellos que son municipios centrales en la red de migración y su identificación como tales es clave como puntos de intervención local.

Freeman (1978) define la centralidad como una función del grado de un nodo, de tal forma que éste es el número de nodos que son adyacentes al primero, es decir, que están en contacto directo. Para el autor, la centralidad de un nodo puede ser determinada en referencia a tres diferentes atributos: el grado del nodo, su intermediación o su cercanía. La intermediación es el grado en el cual un nodo se encuentra entre otros nodos en la red, refleja el número de nodos al cual un municipio está conectado indirectamente a través de sus vínculos directos (Freeman, 1978). La cercanía se

refiere al grado en que un nodo está cerca del resto de nodos, mientras más central sea el municipio, menor será su distancia respecto a los otros. Opsahl, Agneessens y Skvoretz (2010) generalizan la centralidad de grado para redes ponderadas, es decir, redes cuya matriz de adyacencia no contiene sólo ceros y unos, sino escalares que representan la magnitud de la relación entre dos nodos. Los autores redefinen las medidas estructurales de Freeman para redes ponderadas, lo que permite extender el análisis hacia redes de mayor dimensión y complejidad.

Bonacich (1987), Borgatti (2005) y Borgatti y Everett (2006) sugieren que la centralidad no sólo tiene que ver con el número de flujos que inciden en un nodo, en este caso con un municipio, sino de la calidad del flujo, es decir, si provienen de otro municipio central o de un municipio con pocos vínculos. Este enfoque de centralidad de autovector es una medida de la importancia de un nodo en la red, en la que también interviene la importancia de los otros nodos. El enfoque asigna puntajes relativos a todos los nodos en la red, con base en el principio de que las conexiones a los que tienen un puntaje mayor, contribuyen más al puntaje del nodo en cuestión. Es llamado autovector porque el método usado para encontrar esta medida parte de la matriz de origen-destino, que también puede verse como la matriz de adyacencia del grafo, e intenta encontrar el vector  $x_i$  que denota la centralidad del nodo  $i$ , resolviendo la ecuación  $Ax = \lambda x$  donde  $A$  es la matriz de adyacencia y  $\lambda$  los diferentes autovalores para los cuales existe un autovector solución.

Se adoptó este enfoque para explicar la centralidad de los municipios en la red de migración interna porque al hacerlo se observa cómo un municipio con múltiples vínculos, es decir, uno que recibe varios flujos migratorios es más central mientras más centrales sean los municipios de donde están partiendo los flujos. Aunque es probable que en un municipio incidan más flujos migratorios que en otro, su procedencia tiene un papel determinante al momento de calcular su centralidad. Por ejemplo, en la red de 2015, en Tijuana incidieron 64 flujos de migración, el mismo número que en Mexicali. No obstante, los flujos migratorios cuyo destino fue Mexicali partían de municipios más centrales que los que recibió Tijuana, por tanto, en 2015 la posición de Mexicali en la red fue privilegiada, obteniendo un lugar más importante que Tijuana en la región noroeste del país.

### *DETECCIÓN DE COMUNIDADES*

La segunda dimensión para describir las redes es detectar si los municipios se agrupan o conglomeran bajo la relación de migración. El agrupamiento de los municipios

permite identificar, en lo posible, comunidades al interior de cada red. En sentido estricto, todas las redes están compuestas por grupos, y en su interpretación como grafos, están compuestas por subgrafos, cuando dos municipios tienen igual número de flujos de migración, están formando un grupo. Conocer cómo los municipios se encuentran alojados en grupos dentro de una red puede considerarse crítico para comprender el comportamiento de los flujos. Algunos municipios pueden actuar como puentes entre otros grupos o incluir únicamente flujos migratorios de los miembros de su grupo, mientras que otros pueden estar aislados de los grupos más grandes.

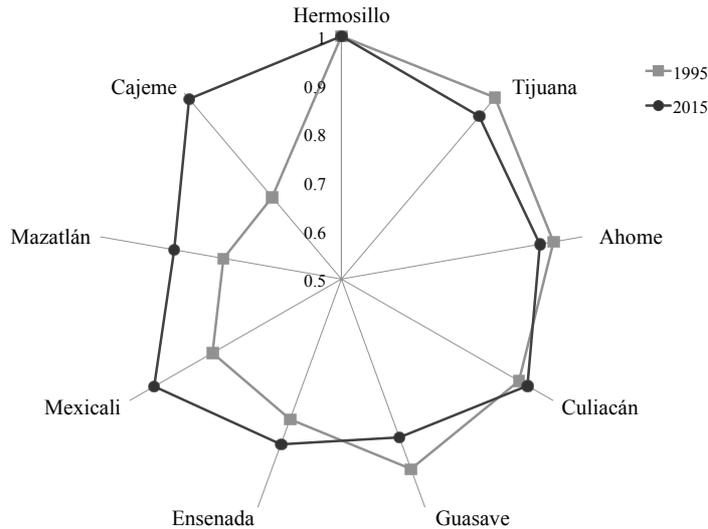
Observando la red, puede pensarse en tales subestructuras como regiones del grafo altamente densas, pero separadas en cierto grado del resto del mismo. Bajo esta idea es como se han elaborado los procedimientos para la detección de grupos al interior de la red. El empleado en este trabajo es el de  $k$ -núcleos o  $k$ -centros.<sup>4</sup> Un  $k$ -centro es un grupo máximo de agentes, los cuales están conectados a un número  $k$  de otros miembros del grupo (Hanneman y Riddle, 2005). Este método permite que los municipios puedan incluirse en un grupo si están conectados a  $k$  municipios. En tanto  $k$  sea más pequeño, el tamaño de los grupos aumentará. La identificación de los  $k$ -centros se enfatizó para las regiones fronterizas de México con Estados Unidos y los resultados permitieron observar los cambios durante el período de estudio.

## RESULTADOS

La centralidad de los municipios se obtuvo mediante el cálculo de los autovectores de la matriz de origen-destino para las regiones noroeste y noreste del país. En la gráfica 1 se muestran únicamente los municipios con la mayor puntuación de 1995, así como la de 2015 para la región noroeste. La presentación de la información en gráficas radiales expone con claridad las diferencias en centralidad entre los municipios, y los cambios en la misma de 1995 a 2015. La centralidad de autovector otorga el valor de 1, obtenido de la descomposición en valores singulares de la matriz de origen-destino de cada región, al municipio más central.

<sup>4</sup> Otros procedimientos para identificar subgrupos son el de componentes, bloques y puntos de corte, facciones y grupos-f.

GRÁFICA 1. Centralidad de autovector, región noroeste



Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

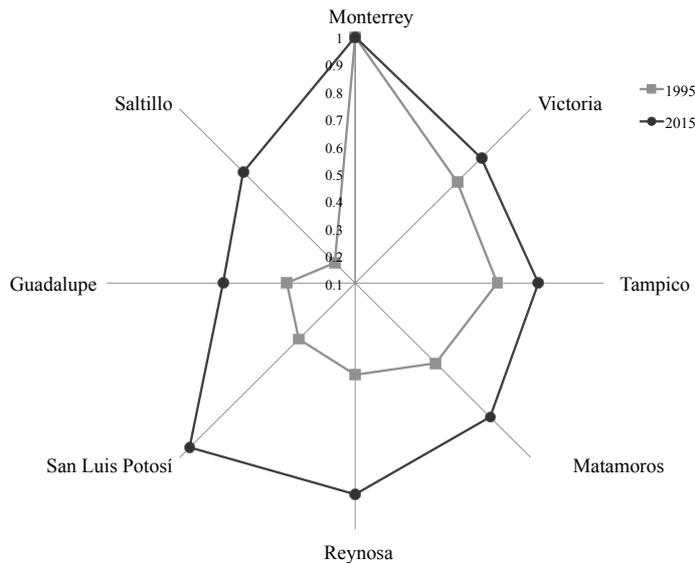
En la región noroeste, esta posición la tiene Hermosillo, tanto en 1995 como en 2015. Tijuana se ubica en la segunda posición en 1995, con una centralidad de 0.988. En 2015, Hermosillo continúa con la posición más central en la red de migración del Noroeste, nuevamente con la puntuación más alta. La segunda posición ahora es para el municipio de Cajeme, Sonora, con 0.984 y Tijuana se ubicó en la quinta posición, con una centralidad de 0.938, después de Mexicali (0.942) y Culiacán (0.939).

Lo anterior contrasta con el número de migrantes que Tijuana recibió cada año, el mayor entre todos los municipios de la región, pero por la forma como se obtiene este indicador de centralidad, si bien es importante la cantidad y el tamaño de los flujos migratorios, también se pondera la importancia del municipio de donde parten los flujos. Si se considera el número de flujos que recibieron Hermosillo y Tijuana, se obtiene que, en 1995, la primera recibió 22 flujos migratorios provenientes de otros municipios de la región noroeste, mientras que fueron 19 en el segundo. Para 2015, Tijuana recibió 64 flujos migratorios, mismo número que Mexicali y uno más que Culiacán, sin embargo, el origen de dichos flujos en los últimos dos municipios otorgan una centralidad de autovector superior a la de Tijuana en la región. De esta forma, la posición de Hermosillo en la red migratoria del noroeste,

al recibir menor cantidad de inmigrantes que Tijuana, pero teniendo flujos migratorios de otros municipios centrales de la región, es más esencial que la de Tijuana o cualquier otro municipio.

Es interesante la posición que ocupan Mazatlán y Cajeme en 2015. Estos municipios incrementaron su centralidad en el período 1995-2015, mismo que está marcado por el incremento del sector terciario, servicios y turismo, como potenciador de la economía regional: Mazatlán es un destino turístico y Ciudad Obregón, cabecera del municipio de Cajeme, una ciudad cuya industria maquiladora y sector agrícola se ven impulsados por el Corredor Económico del Norte<sup>5</sup> al unir las ciudades portuarias y agrícolas de esta región con ciudades fronterizas y zonas metropolitanas en otros estados fronterizos.

GRÁFICA 2. Centralidad de autovector, región Noreste

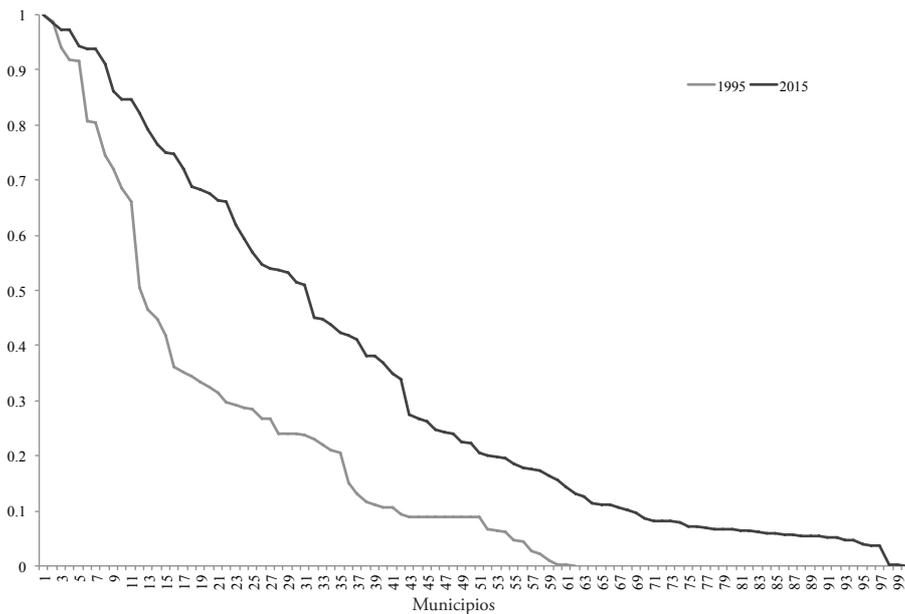


Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

<sup>5</sup> Integra una agenda estratégica de proyectos de infraestructura, carretera, hidráulica y ferroviaria, conformada por Chihuahua, Coahuila, Durango, Nayarit, Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas. Así mismo, interconectar a los estados para movilizar mercancías y personas en corto tiempo y a un bajo costo, uniendo los puertos del Pacífico con los del Atlántico.

En la región noreste, Monterrey ocupa la posición más central en ambos años. En esta región es en donde la diferencia en centralidad, respecto a los otros municipios, es mayor. Ciudad Victoria y Tampico en Tamaulipas son los dos municipios que, en 1995, se encuentran detrás de Monterrey, con una centralidad de autovector de 0.623 y 0.615, respectivamente. El cambio más drástico se aprecia en los municipios fronterizos de Matamoros y Reynosa, también en Tamaulipas. Matamoros pasa de una centralidad de 0.513 en 1995, a un valor de 0.791 en 2015, mientras que Reynosa prácticamente duplica su valor, de 0.435 en 1995 a 0.872 en 2015, ubicándolas delante de Ciudad Victoria y Tampico.

GRÁFICA 3. Distribución de la centralidad en la región Noroeste, 1995-2015

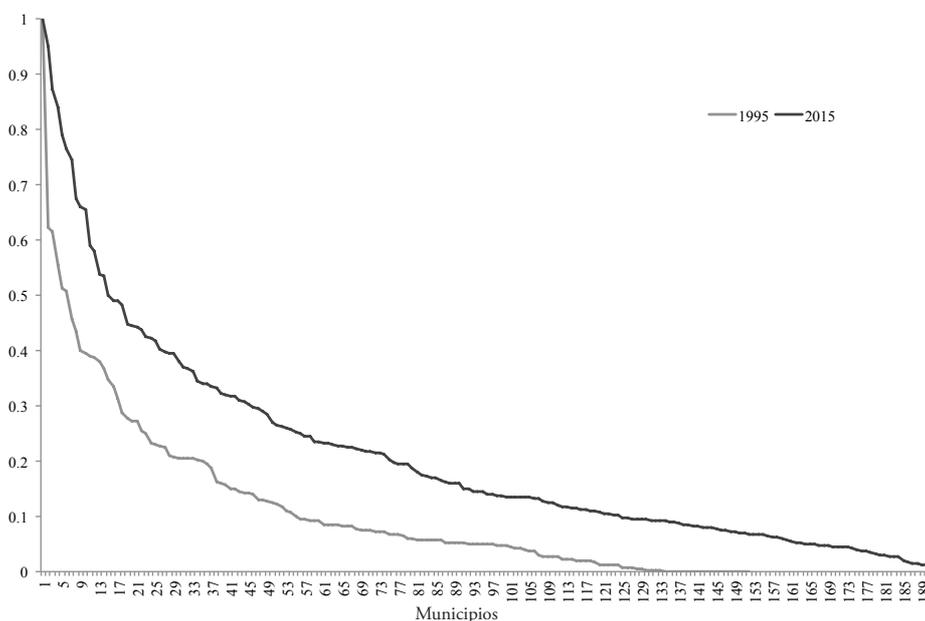


Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

En las gráficas 3 y 4 se observa el comportamiento de las distribuciones de la centralidad de autovector en las regiones fronterizas durante cada año. En el eje vertical se grafica la centralidad y en el horizontal, los municipios. La brecha entre los años de observación es mayor para la región noroeste. En esta región, la forma que sigue la distribución no apunta a una concentración de la centralidad en

pocos municipios de la región, mientras que en la región noreste, la pendiente es más pronunciada al comienzo de la distribución en ambos años. Esto puede interpretarse como una mayor concentración de la centralidad en menos municipios de esta región, respecto a la otra. Debe considerarse que la región noroeste cuenta con menos municipios que el noreste, sin embargo, en esta región es mucho más patente la diferencia de centralidad entre 1995 y 2015, y que la misma se concentra en un número mayor de municipios que en el noreste del país.

GRÁFICA 4. Distribución de la centralidad en la región Noreste, 1995-2015

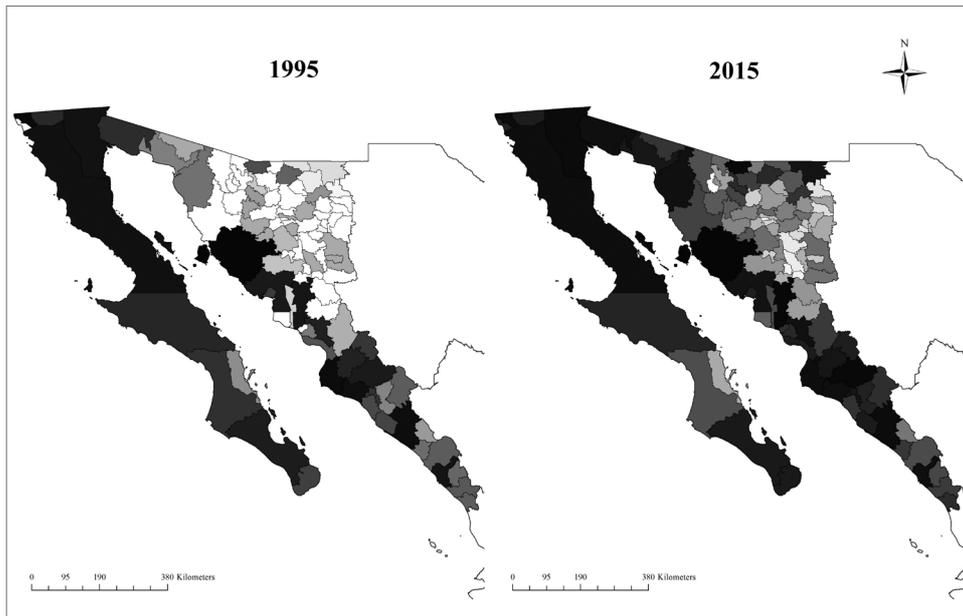


Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

En los mapas 2 y 3 se georreferenció la centralidad obtenida por municipio para identificar espacialmente los cambios de 1995 a 2015. El cálculo de la centralidad otorga el valor de 1 al municipio mejor conectado, esto es, el que tiene mayor número de flujos migratorios en la región y los cuales tienen como origen otros municipios con un valor de centralidad alto. El mapa 1 corresponde a la región noroeste, donde Hermosillo es el municipio con mayor centralidad, tanto en 1995 como en 2015. La región en tonos blancos de Sonora en 1995 corresponde a los municipios

con un puntaje menor en el cálculo de la centralidad. Prácticamente cubre el territorio de la entidad, salvo por los municipios al sur de Hermosillo y los fronterizos de San Luis Río Colorado y Nogales. En 2015, la región blanca –de municipios poco centrales– se contrae, y prácticamente todos los municipios de la región noroeste tienen una centralidad positiva. Los municipios en la frontera resultan más centrales que en 1995, desde Tijuana en el oeste hasta Agua Prieta en el este.

MAPA 1. Centralidad de autovector por municipio en la Región Noroeste, 1995 y 2015

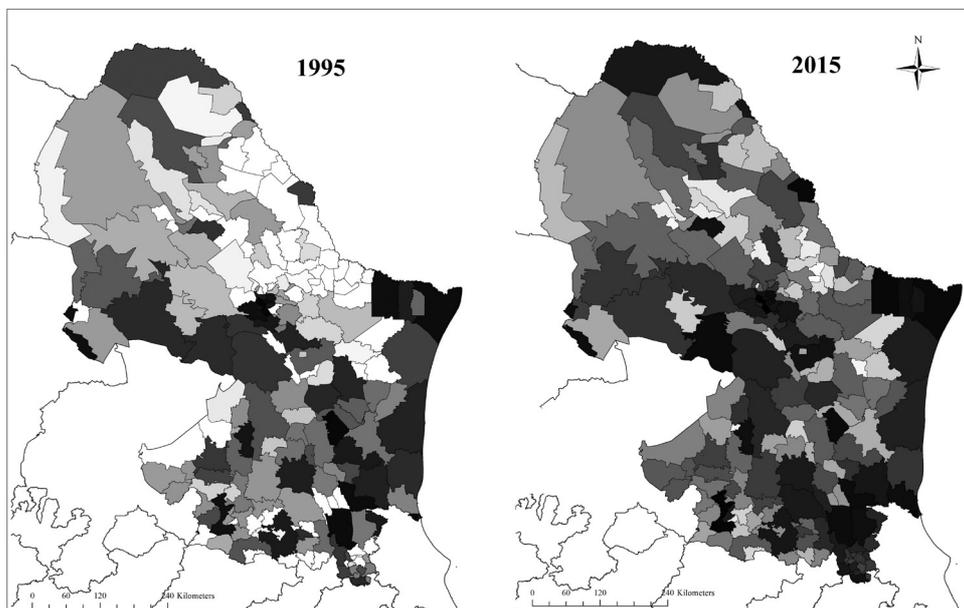


Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

El mapa 2 muestra los cambios en la centralidad para la región noreste. En 1995, los municipios de esta región que podrían considerarse como centrales son Acuña y Piedras Negras, en Coahuila, y Nuevo Laredo, Reynosa, Río Bravo y Matamoros, en Tamaulipas. En esta región, la zona metropolitana de Monterrey es la que concentra los municipios con una mayor centralidad de autovector. También son municipios centrales Torreón, en Coahuila, y Tampico y Victoria, en

Tamaulipas. Para 2015, en este último se agregan como centrales los municipios fronterizos de Camargo y Miguel Alemán a los anteriores, además de la ampliación de municipios en la zona metropolitana de Monterrey como centrales en toda la región.

MAPA 2. Centralidad de autovector por municipio en la Región Noreste, 1995 y 2015



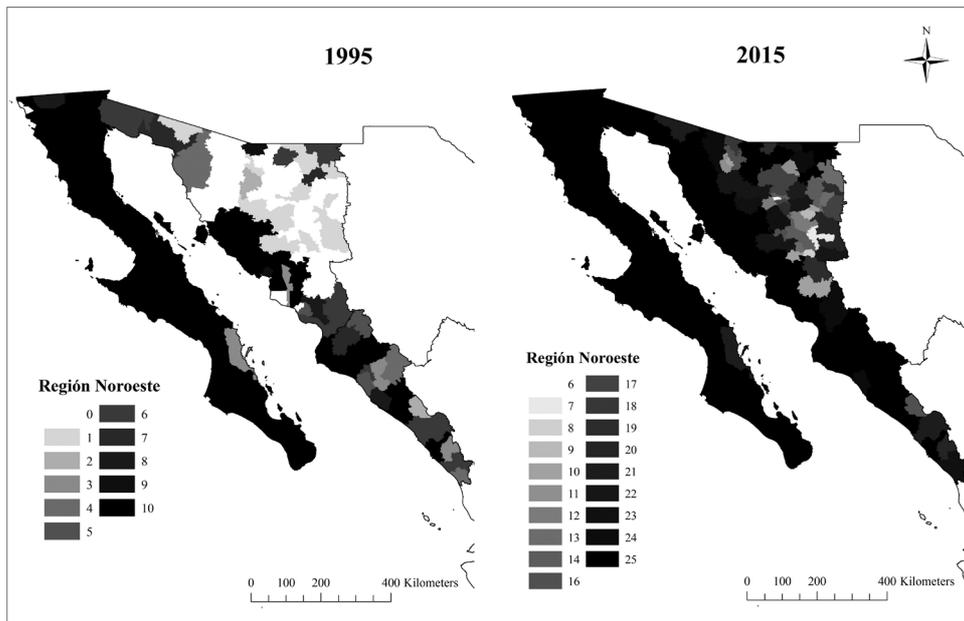
Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

La detección de comunidades se llevó a cabo con el procedimiento de  $k$ -centros para cada región, y la identificación de los centros en el territorio facilita la interpretación de los municipios del mismo grupo. Los cambios en el tiempo son mucho más apreciables, como se observa en los mapas 3 y 4. En la región noroeste, los municipios en la frontera norte, y aquellos cercanos a los municipios con enclaves turísticos, forman parte del grupo con mayores flujos migratorios.

En 1995, en el noroeste, el grupo de municipios más grande corresponde a aquellos que recibieron 10 flujos de migración y comprende Tijuana y Mexicali en Baja California, así como todos los municipios de Baja California Sur, Hermosillo

y Guaymas en Sonora, y Mazatlán y Culiacán en Sinaloa, en donde el turismo y la industria agrícola empujan el desarrollo de la región. En 2015, la región incrementa el número de grupos, desde aquellos que recibieron 6 flujos de migración, hasta los que recibieron 25. El noroeste es, sin duda, una región donde los movimientos migratorios ocurrieron con mayor frecuencia durante el período y donde los municipios en la frontera y aquellos al sur de la misma, comparten el mismo número de flujos migratorios.

MAPA 3. Centros en el noroeste, 1995 y 2015



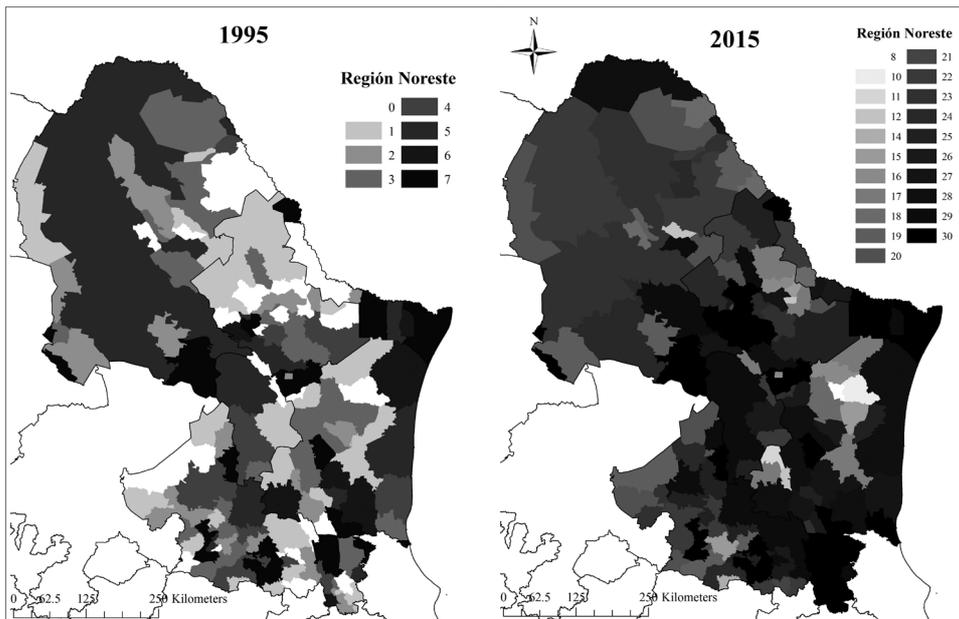
Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

En el noreste de México, como muestra el mapa 4, la situación es distinta. En 1995, el grupo con la mayor cantidad de flujos migratorios resultó ser de los más pequeños. Apenas 13 por ciento de los municipios de la región en este año conformaban el grupo con más flujos migratorios, mientras que el grupo más numeroso, aquel que concentraba 24 por ciento de los municipios del noreste únicamente se conformaba por municipios que recibieron sólo un flujo de migración.

Esta concentración se dio principalmente en Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, la zona metropolitana de Monterrey, Saltillo, Torreón y el puerto de Tampico. En 2015, la región noreste presenta la mayor cantidad de grupos de entre las dos regiones. Además, sus grupos en general son municipios que recibieron una mayor cantidad de flujos de migración, desde 8 hasta 30 en la zona metropolitana de Monterrey, Acuña, Piedras Negras, Nuevo Laredo, Camargo, Miguel Alemán, Reynosa, Río Bravo, Matamoros, Saltillo, Torreón, San Luis Potosí y Mathuala.

Esta región, a diferencia del noroeste, pasó de presentar municipios con muchos flujos migratorios dispersos a una concentración de los mismos, principalmente hacia Nuevo León y los municipios costeros de Tamaulipas.

MAPA 4. Centros en el noroeste, 1995 y 2015



Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi (1995; 2015).

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se planteó al análisis de redes como una metodología adecuada para el estudio de la migración interna reciente en dos regiones fronteri-

zas de México. En el contexto socioeconómico del período bajo estudio, el papel que tuvo la crisis mexicana entre 1994 y 1995, la contracción de la demanda de Estados Unidos en la década de 2000, la crisis económica global de 2008, y la violencia ejercida por poderes fácticos en el país generaron un ambiente de inseguridad e incertidumbre para los migrantes potenciales. Este escenario pudo tener influencia en las decisiones individuales de migrar de los mexicanos en dos sentidos: El primero, en una reorientación de los destinos de los flujos de migración y un movimiento de sustitución de los municipios fronterizos por otras ciudades; el segundo es la consolidación de nuevos destinos en la periferia de las grandes ciudades, las zonas metropolitanas alejadas del clima de violencia e inseguridad y los enclaves turísticos.

Los resultados obtenidos de la aplicación de las técnicas del análisis de redes a las matrices de origen-destino de cada región mostraron importantes diferencias entre las mismas. En 1995, la centralidad de la migración en el noroeste se concentraba en más municipios que en el noreste, indicando que la red de migración de ese año estuvo más concentrada en esta región. En 2015, la distribución de la centralidad en las dos regiones fue constante con lo acontecido en 1995, cada vez más concentrada en un mayor número de municipios y diversificada entre municipios fronterizos y no fronterizos. Se tienen elementos para concluir que la estructura de la red en el noreste está más concentrada que en el noroeste, pues a lo largo del período las diferencias y expansión de la distribución de la centralidad fueron menores. Así mismo, en la región noroeste, la estructura de la red es más dispersa. La cantidad de municipios centrales en esta región es mayor y están poco diferenciados entre ellos.

Por otro lado, se encontró que fueron pocos los municipios fronterizos que aparecen entre los de mayor centralidad, en ambas regiones. Al respecto, se puede decir que esto se debe a dos cosas: La primera es que, al tratar la red como un sistema cerrado, se han dejado fuera otros flujos migratorios con origen fuera de cada región, y la segunda es que, si bien las migraciones están asociadas con la distancia, los migrantes que provienen del centro o sureste hacia estas regiones fronterizas constituyen flujos migratorios que no están considerados, también las regiones noroeste y noreste se trataron de manera independiente, es decir, tampoco se consideraron los flujos de migración entre ciudades fronterizas, fenómeno que va en aumento desde la década pasada.

Por último, identificar grupos semejantes de municipios con base en los flujos migratorios que recibieron en cada año permitió distinguir cómo se han distribuido

los migrantes internos recientes en el norte del país. En 1995, los grupos de municipios con mayores flujos de inmigrantes se encontraban claramente diferenciados del resto, eran municipios localizados en la franja fronteriza, ciudades con un crecimiento poblacional importante y lugares donde se concentraban los servicios y actividades productivas. En los años subsecuentes, el patrón que se observa es más homogéneo, lo que indica que las migraciones de corta distancia y las migraciones intraestatales han ido en aumento.

La agenda queda abierta para nuevas investigaciones que consideren los flujos migratorios, como se ha presentado aquí y el análisis de redes todavía puede ofrecer mucho más. Se sugiere profundizar en la temática al descomponer los flujos de migración en las diferentes características sociodemográficas de los migrantes, con el fin de establecer una relación con el principio de selectividad migratoria, además de replicar la investigación en una escala diferente, de ser posible en un nivel de desagregación menor, espacial y temporalmente, los movimientos migratorios aparecerán con mayor frecuencia, así como considerar los flujos de migración entre regiones y en una matriz de origen-destino que contenga todos los municipios del país. Finalmente, enfocar la investigación hacia otras regiones que presenten otras características, como una marginación urbana mayor o que sean regiones históricamente denominadas como de expulsión, más que zonas atracción.

## REFERENCIAS

- Anguiano, M. E. (1996). Frontera norte: migración interna e internacional. *Cotidiano*, (77), 19-23.
- Bonacich, P. (1987). Power and Centrality: A Family of Measures. *American journal of Sociology*, 92(5), 1170-1182.
- Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, 27(1), 55-71.
- Borgatti, S. P. y Everett, M. G. (2006). A graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(4), 466-484.
- Corona Vázquez, R. (2000). Medición de la migración interestatal. *Demos*, (13), 8-10.
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.
- Garrocho Rangel, C., Jiménez López, E. y Álvarez Lobato, J. A. (2014). Estructura profunda de los flujos migratorios en México, 1990-2010. En Consejo Nacional de Población (Edit.), *La situación demográfica de México 2014* (87-118). México: Conapo.

- Hanneman, R. A. y Riddle, M. (2005). *Introduction to Social Network Methods*. Estados Unidos: University of California, Riverside. Recuperado de <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1995). *Conteo de Población y Vivienda*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1995/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Encuesta Intercensal*. México: Inegi. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>
- Opsahl, T., Agneessens, F. y Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32(3), 245-251.
- Pérez Campuzano, E. y Santos Cerquera, C. (2013). Tendencias recientes de la migración interna en México. *Papeles de población*, 19(76), 53-88.
- Sobrino, J. (2010). *Migración interna en México durante el siglo XX*. México: Consejo Nacional de Población.
- The New York Times*. (3 de abril de 1933). Emotions Mapped by New Geography. Recuperado de <http://diana-jones.com/wp-content/uploads/Emotions-Mapped-by-New-Geography.pdf>
- Wasserman, S. y Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications* (vol. 8). Reino Unido: Cambridge University Press.
- Wellman, B. (2000). El análisis estructural: del método y la metáfora a la teoría y la sustancia. *Política y Sociedad*, (33), 11-40.
- White, M. J. (Edit.). (2016). *International Handbook of Migration and Population Distribution*. Países Bajos: Springer.
- Willekens, F. (2016). Migration flows: Measurement, analysis and modeling. En White, M. J. (Edit.), *International Handbook of Migration and Population Distribution* (225-241). Países Bajos: Springer.
- Ybáñez Zepeda, E. (2000). Algunas características demográficas de la población de la frontera México-Estados Unidos. *Frontera Norte*, 12(24), 159-166.