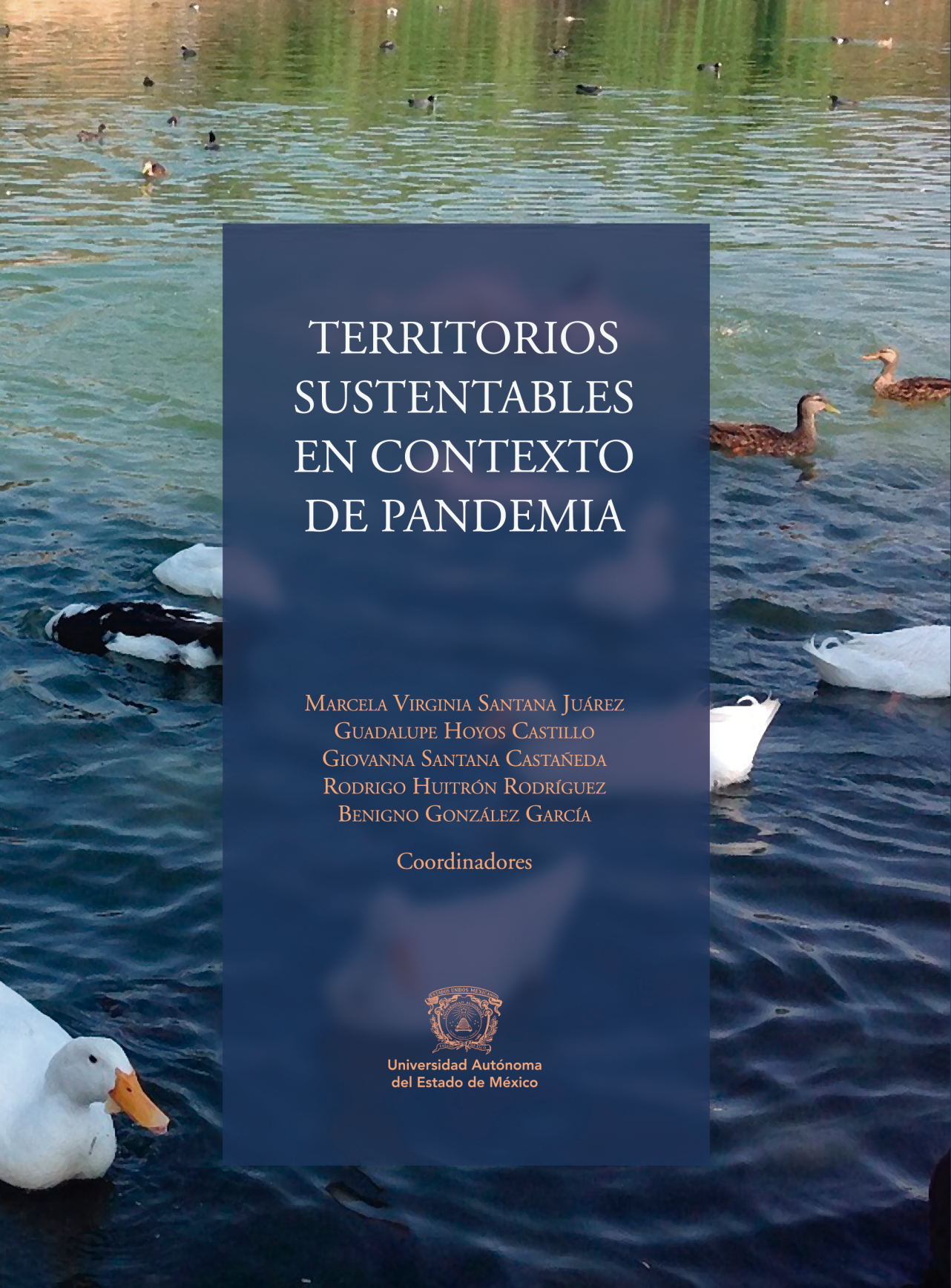


TERRITORIOS SUSTENTABLES EN CONTEXTO DE PANDEMIA

Marcela Virginia Santana Juárez
Guadalupe Hoyos Castillo
Giovanna Santana Castañeda
Rodrigo Huitrón Rodríguez
Benigno González García

Coordinadores

Universidad Autónoma
del Estado de México

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Doctor en Ciencias Computacionales
José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Docencia

Doctora en Ciencias Sociales
Martha Patricia Zarza Delgado
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

Doctor en Ciencias de la Educación
Marco Aurelio Cienfuegos Terrón
Secretario de Rectoría

Doctora en Humanidades
María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Ciencias del Agua
Francisco Zepeda Mondragón
Secretario de Extensión y Vinculación

Doctor en Educación
Octavio Crisóforo Bernal Ramos
Secretario de Finanzas

Doctora en Ciencias Económico Administrativas
Eréndira Fierro Moreno
Secretaria de Administración

Doctora en Ciencias Administrativas
María Esther Aurora Contreras Lara Vega
Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional

Doctora en Derecho
Luz María Consuelo Jaimes Legorreta
Abogada General

Doctora en Ciencias de la Educación
Yolanda Eugenia Ballesteros Sentíes
Secretaria Técnica de la Rectoría

Licenciada en Comunicación
Ginarely Valencia Alcántara
Directora General de Comunicación Universitaria

Doctor en Ciencias Sociales
Luis Raúl Ortiz Ramírez
Director General de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales /A

Doctora en Ciencias de la Educación
Sandra Chávez Marín
Directora General de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales /B

TERRITORIOS SUSTENTABLES EN CONTEXTO DE PANDEMIA

Dirección de Publicaciones Universitarias
Editorial de la Universidad Autónoma del Estado de México

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Doctora en Humanidades
María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Administración
Jorge Eduardo Robles Alvarez
Director de Publicaciones Universitarias

Facultad de Geografía

Doctor en Geografía
Rodrigo Huitrón Rodríguez
Director

Maestro en Geografía
Juan Carlos Garatachia Ramírez
Subdirector Académico

Licenciado en Administración de Empresas
Alfredo Ochoa Mora
Subdirector Administrativo

Facultad de Planeación Urbana y Regional

Maestro en Ciencias Ambientales
Isidro Colindres Jardón
Director

Maestro en Desarrollo Municipal
Sergio Rivera Morales
Subdirector Administrativo

Maestro en Relaciones Internacionales
Tomás Ángel Bernal Dávila
Subdirector Académico

TERRITORIOS SUSTENTABLES EN CONTEXTO DE PANDEMIA

Marcela Virginia Santana Juárez
Guadalupe Hoyos Castillo
Giovanna Santana Castañeda
Rodrigo Huitrón Rodríguez
Benigno González García
Coordinadores

Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESyG)



"2022, Celebración de los 195 Años de la Apertura de las Clases en el Instituto Literario"

Territorios sustentables en contexto de pandemia / Coordinadores, Marcela Virginia Santana Juárez … [et al.].
1ª ed.
Toluca, Estado de México : Universidad Autónoma del Estado de México, 2022. [292 p : il, mapas ; 27 cm.]
ISBN: 978-607-633-545-1
Incluye referencias bibliográficas.
1. COVID 19 -- Aspectos urbanos -- México.
2. COVID 19 -- Distribución territorial -- México.
I. Santana Juárez, Marcela Virginia, coord.
RA792 .G46 2022

Este libro fue positivamente dictaminado con el aval de dos revisores externos, conforme al Reglamento de la Función Editorial de la UAEMéx.

Primera edición, octubre 2022

TERRITORIOS SUSTENTABLES EN CONTEXTO DE PANDEMIA
Marcela Virginia Santana Juárez | Guadalupe Hoyos Castillo | Giovanna Santana Castañeda
Rodrigo Huitrón Rodríguez | Benigno González García
Coordinadores

Universidad Autónoma del Estado de México
Av. Instituto Literario 100 Ote.
Toluca, Estado de México
C.P. 50000
Tel: 722 481 1800
http://www.uaemex.mx

Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Reniecyt): 1800233

Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 Internacional. Los usuarios pueden descargar esta publicación y compartirla con otros, pero no están autorizados a modificar su contenido de ninguna manera ni a utilizarlo para fines comerciales. Disponible para su descarga en acceso abierto en: http://ri.uaemex.mx

ISBN: 978-607-633-545-1

Hecho en México

Director del equipo editorial: Jorge Eduardo Robles Alvarez
Coordinación editorial: Ixchel Díaz Porras
Gestión de diseño: Liliana Hernández Vilchis
Corrección de estilo: M. Rosario Arias R.
Formación: Jarini Toledano Gil
Diseño de portada: Martha Eugenia Díaz Cuenca

CONTENIDO

Presentación 13

Primera parte. Pandemia por COVID-19, salud y territorios

COVID-19 en México: análisis de su comportamiento espacio-temporal a partir de los condicionantes socioespaciales de la salud, 2020 23
Marcela Virginia Santana Juárez, Giovanna Santana Castañeda y Luis Ricardo Manzano Solís

Aspectos demográficos de la mortalidad por influenza y neumonía en México de 1979 a 2015 49
David Maximiliano Zermeño Díaz, Leticia Gómez Mendoza y Rodolfo Acuña Soto

Identificación de conglomerados de enfermedades crónicas no transmisibles en San Luis Potosí, México 71
Karla Issel Lara Rojas, Montserrat Mendoza Martínez y Jaqueline Calderón Hernández

Segunda parte. Desafíos urbanos sustentables

Reconstruir el crecimiento metropolitano insustentable de Toluca. Desafío local de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Nueva Agenda Urbana 95
Guadalupe Hoyos Castillo, Salvador Adame Martínez y Rosa María Sánchez Nájera

Conflictos urbanos de Chilpancingo, Guerrero: principales desafíos para la construcción de la resiliencia y la sostenibilidad 123
Neftalí García Castro, Pedro Vidal Tello Almaguer y Floriberto González González

Manejo integral de los residuos sólidos urbanos a través de basura cero en la Zona Metropolitana de Toluca 143
Moisés Gómez Cruz, Salvador Adame Martínez y Rosa María Sánchez Nájera

La nueva normalidad en el transporte público de la ciudad de Toluca ante la pandemia de COVID-19 171
Carlos Jan Ávila Reyes, Juan Roberto Calderón Maya y Héctor Campos Alanís

Tercera parte. Desafíos frente a la presión de los recursos naturales

Transformaciones por cambios del uso de suelo en el Parque Otomí Mexica del Estado de México y su efecto sobre los servicios ecosistémicos 193
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo, Luis Miguel Espinosa Rodríguez, Daniel Villegas Martínez y Brenda Yazmín Reza Curiel

Diferencias térmicas entre el Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan y sus alrededores en la Ciudad de México. Aproximaciones metodológicas en el monitoreo de temperatura 221
Roberto Lara Deras, Leticia Gómez Mendoza, José Manuel Espinoza Rodríguez y Jonatan Alejandro González Castillo

Vulnerabilidad social y seguridad alimentaria en la región Montaña de Guerrero: el caso de la producción del maíz 235
Guillermo Nochebuena Nochebuena y Salvador Villerías Salinas

Cuarta parte. Desafíos para construir territorios inteligentes

El impacto del COVID-19 en la deserción de la educación básica. Un problema de vulnerabilidad y desigualdad 257
Agustín Olmos Cruz, Fernando Carreto Bernal y Carlos Reyes Torres

La brecha digital y el aula virtual universitaria en tiempos de COVID-19 279
Yuridia Lozano Peñaloza y Neftalí García Castro

PRESENTACIÓN

La Red Internacional Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESyG), con sede en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), tiene como objetivo afianzar el estudio y comprensión del estado de vulnerabilidad, las condiciones de resiliencia y capacidad de gobernanza del territorio bajo los postulados de la sustentabilidad. En su sexto año de existencia frente a la pandemia de la COVID-19 y el mandato de cumplimiento de la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se planteó reflexionar sobre los territorios sustentables en contexto de pandemia.

La contingencia sanitaria por la COVID-19 (SARS-CoV-2, Wuhan, diciembre de 2019), cuyo curso epidemiológico y de las políticas aplicadas en el orden internacional y nacional tienen visos de prolongarse un tercer año mientras el mundo se encuentra en incertidumbre, si bien se ha tratado de gestionar dando prioridad al binomio salud pública y actividad económica con impactos negativos mutuos, pérdida de salud de la población y de productividad, sin embargo, son varias las problemáticas precedentes y actuales que confluyen en la vida diaria de los territorios. A saber, el contexto actual congrega las crisis urbana, ambiental, económica y se agrega la de salud pública, todas se convierten en directrices para ejes transversales bajo los cuales renovar estrategias de ordenamiento territorial, de planeación territorial y adaptación al cambio climático con mecanismos de gobernanza.

En términos científicos conduce a la renovación del conocimiento, metodologías e instrumentos de acción, aún más es la oportunidad de la sociedad para la reconstrucción necesaria de los territorios. La obra que la Red presenta reúne 12 estudios organizados en cuatro partes de acuerdo con los temas de salud, problemáticas urbanas, recursos naturales y territorios inteligentes con énfasis en retos, desafíos y capacidades locales de la población, medio ambiente y gobiernos.

La primera parte del libro trata sobre la pandemia, la salud y los territorios, congrega tres trabajos. El primero analiza la COVID-19 en México, mediante comportamiento espacio-temporal asociado a condicionantes socioespaciales de la salud. Luego de contextualizar la evolución a nivel internacional durante 2020 destaca a México,

país que al momento atravesó dos olas epidemiológicas importantes, siendo mayor la segunda, cuyo saldo es la más alta letalidad internacional. Los estudios sobre la pandemia en el país revelan diferenciación espacial en incidencia de casos y defunciones. Las entidades federativas mayormente poblados que albergan zonas metropolitanas importantes, ciudades fronterizas del norte y costeras turísticas se han convertido en epicentro. Son aglomeraciones que congregan movilidad de población, grupos de edad activos de hombres y mujeres, dispersión de comorbilidades (hipertensión, obesidad, diabetes y tabaquismo), flujo de turismo estacional y celebraciones religiosas. Los factores geográficos (estación, clima), epidemiológicos (enfermedades respiratorias) y capacidad de gestión de la política federal y en entidades federativas (estado del sector salud junto con acciones derivadas del semáforo epidémico), entre otros, explican tal comportamiento y saldos.

El segundo trabajo profundiza en las enfermedades respiratorias en México, referente a los aspectos demográficos de la mortalidad por influenza y neumonía para el período de 1979 a 2015. Reporta que el grupo etario con mayor mortalidad al comienzo del período fue el de infantes menores a cinco años; sin embargo, las tasas de mortalidad en todos los grupos se redujeron entre 1979 y 2002. Destaca que la pandemia de A (H1N1) del 2009 causó más mortalidad en el grupo de 20 a 60 años; tal evento duró cerca de seis años con cuatro olas de contagios. La mayor reducción de mortalidad benefició a los grupos más vulnerables (infantes y adultos mayores). Respecto a la estacionalidad, la menor proporción de mortalidad se presenta de junio a agosto, mientras que la mayor durante octubre a marzo, siendo similar en todos los grupos de población. En términos espaciales las tasas son más altas en temporadas y regiones climatológicamente frías y secas y en regiones con alta densidad de población. La lección aprendida es la protección a la población bajo ambientes con alta transmisibilidad de patógenos para actualmente reducir los impactos por COVID-19, ya que ésta podría durar alrededor de seis años.

Las enfermedades crónicas no transmisibles (cardiovasculares, respiratorias, diabetes mellitus y cáncer) son un problema de salud pública, que al padecer una o varias comorbilidades presentan mayor riesgo de contraer o morir de COVID-19. El tercer trabajo aborda la sinergia entre estas enfermedades y reporta conglomerados en el estado de San Luis Potosí, reconoce diversos determinantes proximales como factores de riesgo y características sociodemográficas involucradas. Respecto a los riesgos están los altos valores de arsénico y flúor que exceden a los permitidos,

presente en el agua subterránea que abastece las zonas centro, media y altiplano; en las zonas media y huasteca los individuos están expuestos a bacterias, moho y toxinas, pesticidas e insecticidas procedentes de cultivos y semillas. Por su parte, las desventajas socioeconómicas espaciales se incrementan respecto a la cobertura de los servicios de salud y conductas de higiene. El conjunto de riesgos y condiciones geográficas específicas en algunos casos presentan situación de sindemia. Lo anterior conlleva a replantear el paradigma salud-enfermedad.

La segunda parte del libro trata los desafíos urbanos sustentables, agrupa cuatro capítulos. El primero, a la luz de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Nueva Agenda Urbana, identifica desafíos locales para emprender la reconstrucción del desarrollo urbano, que la pandemia en curso ha exacerbado. Examina los impactos del crecimiento metropolitano desordenado e insustentable presente en zonas metropolitanas de México, en particular en la de Toluca, la cual a partir de la década de 1980 ha presentado: crecimiento demográfico; difusión de economías de aglomeración; localización dispersa de vivienda, de infraestructura productiva y de comunicación que incrementó la superficie construida artificialmente de 4.86 a 19.85% hectáreas de 1984 a 2018, cuya tasa más acelerada que la de la población configuró la insustentabilidad metropolitana. Redujo suelo agrícola, cuerpos de agua, coberturas de bosques, erosionó el suelo y transformó la relación urbano-rural, cuyos saldos son déficit de servicios, fragmentación del territorio e incapacidad de gestión metropolitana; bajo esta situación, emprender acciones locales para alcanzar la meta del desarrollo para todos y de cada lugar, conduce a repensar la integración, instrumentación y evaluación de ordenamientos territoriales y ambientales.

La ciudad de Chilpancingo, al ser la capital de Guerrero, tiene como área de influencia a la mayoría de los municipios de la entidad, y es destino de migrantes de las regiones Centro, La Montaña y la Costa Chica. Este segundo capítulo tiene como contexto el crecimiento urbano desordenado y problemáticas derivadas de la transición rural-urbana que genera conflictos urbanos. Con base en el seguimiento hemerográfico de las expresiones de inconformidad por las carencias en servicios públicos durante 2020, se detectan problemas como la contaminación del agua potable con residuos sólidos, contaminación ambiental; vivienda y movilidad urbana, de ello se destacan principalmente las manifestaciones públicas por el suministro irregular de agua potable para las que sistematiza ubicación, frecuencia, duración, afluencia y acciones emprendidas. A la luz de las categorías centrales de la Agenda 2030, tales

como vulnerabilidad, resiliencia y sostenibilidad, el trabajo reporta conflictos por la falta de agua que aqueja a la mayoría de las colonias y barrios de la ciudad, y de cómo impactó en las medidas sanitarias durante la pandemia de COVID-19. Así, delinea retos de carácter socioterritorial para una gobernanza horizontal que siente las bases para la resiliencia y sostenibilidad en el presente decenio.

El manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es un reto importante cuya comprensión y gestión se complejiza a mayor urbanización y comportamiento del consumo. El tercer capítulo, en el marco de la Agenda 2030 de los ODS, que al particular sugiere la reducción, reciclaje y reutilización para mejorar la calidad de vida de las personas y su ambiente, avanza en observar los postulados de basura cero y economía circular. Para la Zona Metropolitana de Toluca documenta las etapas del manejo de los RSU –generación, recolección, transferencia y disposición final–, cuyo comportamiento varía según municipios centrales y si reportan información. Identifica que sólo seis de 16 municipios develan manejo adecuado de las cuatro etapas; ocho, un manejo regular y dos más, con manejo deficiente. El enfoque predominante sigue siendo la visión lineal, siendo escasas las acciones de basura cero. La gestión metropolitana de los RSU es parcial, es muy baja la coordinación entre los gobiernos locales. Por tanto, los desafíos en RSU es replantear el enfoque, reajustar normativa, renovar indicadores y definir instrumentos de coordinación intermunicipal.

En el curso de la pandemia de COVID-19, el transporte público es considerado lugar de alto riesgo de contagio, por lo que se instrumentan medidas para inhibir el riesgo. El cuarto estudio de la segunda parte examina estrategias, acciones aplicadas y resultados en la ciudad de Toluca como parte de la nueva normalidad del transporte público. La Secretaría de Salud del Gobierno Federal, después de los meses de cuarentena generalizada, en mayo de 2020 difundió lineamientos para la reapertura de actividades. Para el transporte público fueron establecer rutas de zonas habitacionales hacia zonas industriales, extremar medidas de sanitización permanente de unidades y aplicar pruebas aleatorias a los usuarios. En el Estado de México, hacia el 31 de agosto de 2020, alrededor de 478 personas entre choferes, trabajadores administrativos y líderes de rutas se habían contagiado con el virus. En la ciudad de Toluca, las medidas fueron sanitización, control de aforo, uso del cubrebocas, aunque sin cambios en rutas y sin estricta vigilancia entre rutas durante el horario de servicio.

La tercera parte del libro abarca los desafíos frente a la presión de los recursos naturales, y reúne tres trabajos. El primero aborda las transformaciones por cambios

de usos del suelo en el Parque Otomí Mexica y los efectos sobre los servicios ecosistémicos. El Área Natural Protegida (ANP) en el Estado de México (105 875 hectáreas en 16 municipios) ubicada entre las zonas metropolitanas de la Ciudad de México y Toluca, sometida a presiones demográficas, económicas y socioculturales del crecimiento urbano extendido, disperso y acelerado, el cual disminuye su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos, tales como captura de carbono, liberación de oxígeno y un entorno sano. El análisis espacial de los cambios de uso del suelo de 2018 clasifica las transformaciones en conversión, modificación y fragmentación, cuyos cambios resultantes del análisis de imágenes de satélite fueron verificadas en campo para rectificar superficies e identificar actividades y coberturas. Las transformaciones por pérdidas y ganancias son importantes comparadas con la situación de 1993. Si bien el ANP cuenta con estudios y programas, no obstante, el conjunto de actividades carece de un instrumento integral para el desarrollo sustentable que cumpla con su propio objetivo de declaratoria y se encamine hacia el número 15 de los ODS de la Agenda 2030.

El segundo capítulo analiza el Área Natural Protegida del Bosque de Tlalpan, respecto a la función del frescor verde. Localizada al sur de la Ciudad de México, es un área de conservación de la biodiversidad con relictos de ecosistemas originarios, cuenta con una superficie de 225.86 hectáreas. Al ser un parque urbano verde –localizado en una ciudad con alta dinámica congestionada–, se encuentra bajo efectos de isla de calor urbana, por tanto, el bosque como ANP tiene potencial para generar el efecto de isla de frescor verde –con efectos favorables para la salud de las personas–, ciclos biológicos y ecológicos de la biodiversidad y puede incidir en contrarrestar enfermedades por zoonosis. Los encargados del ANP verifican la temperatura dentro y fuera del bosque con métodos de transecto y sensores de flujo por la mañana y por la tarde, con ello constatan que la diversidad de vegetación permite generar una temperatura menor de hasta 7.7°C en comparación con zonas aledañas. Por tanto, preservar y conservar las condiciones de las islas de frescor verde es necesario para cumplir con los ODS relativos a ciudades y comunidades sostenibles y acción por el clima, ello requiere avanzar en concepciones transversales del clima urbano.

El tercer capítulo versa sobre la vulnerabilidad social y seguridad alimentaria en la región de la Montaña de Guerrero, tomando el caso de la producción del maíz. En la entidad, el maíz es uno de los cultivos más importantes desde el punto de vista social, económico y cultural, 80% de los agricultores son de bajo potencial productivo

y con parcelas menores a dos hectáreas. En 2019, si bien en promedio la entidad cubrió las necesidades de la población, la región de la Montaña, cuya población es predominantemente indígena, en condiciones de alta pobreza, vulnerabilidad social y deterioro ambiental, presenta inseguridad alimentaria. En la región la producción de maíz superó en 12.23% la demanda bruta de la población en 11 de 19 municipios; en cambio ocho alcanzaron de 2.3 a 58.1% de la demanda local y la rentabilidad bruta del cultivo osciló entre 1 700 y 1 200 pesos por hectárea entre municipios. Una vez calculado el valor del índice medio de vulnerabilidad alimentaria, siete municipios develan valores alto y muy alto. Por tanto, siendo el maíz el principal alimento de la dieta en la región, en un entorno precedente de vulnerabilidad, los impactos agregados por la pandemia de COVID-19, los riesgos de vida de la población son extremos, sobre todo en la población infantil.

La cuarta parte del libro aborda la temática de los desafíos para construir territorios inteligentes, y la conforman dos trabajos. En la pandemia en curso, las actividades de la población han sido severamente impactadas, entre ellas los reajustes del sector educación. Así, el primer trabajo examina el impacto de la COVID-19 en la deserción de la educación básica en México, al igual que el nivel universitario devela que los niños (primaria y secundaria) confrontan problemas de vulnerabilidad y desigualdad. En el contexto prolongado de confinamiento, al cambiar las clases de presencial a distancia, es latente el riesgo de ausentismo parcial o total en el ciclo escolar 2020-2021, cuya severidad se asocia a la situación socioeconómica, tecnológica y acompañamiento de la familia. Los factores condicionantes de la deserción escolar preexistentes a la pandemia con un comportamiento regional diferenciado agravan la vulnerabilidad educativa actual. Destacan las regiones centro-occidente y centro con alto nivel de contagio (13 entidades con 64 millones de habitantes y 70% de población urbana). Así, la educación a distancia de los niños es cuestionable por las deficiencias de atención de la demanda de infraestructura/equipos y conectividad para el soporte pedagógico y por el deficiente desarrollo de capacidades, reforzamiento cognitivo y casa/entorno, entre otros. La vulnerabilidad educativa no sólo afecta al niño, sino también a las regiones y al país.

El segundo trabajo examina la brecha digital y el aula virtual en tiempos de COVID-19. Las actividades de enseñanza-aprendizaje del nivel superior desarrolladas en aula virtual son facilitadas por las TIC; sin embargo, al no presentarse dispersión geográfica y social devela a la brecha digital como un factor que exacerban

exclusión y desigualdad entre estudiantes universitarios. El estudio se focaliza en estudiantes de licenciatura (950) de la Universidad Autónoma de Guerrero: la mayoría vive en las principales ciudades de la entidad y en menor proporción en localidades rurales, en general confrontan condiciones físicas, económicas y tecnológicas para adaptar y contar con aula virtual. Por lo que emerge la vulnerabilidad educativa por las condiciones adversas de conectividad, equipo de cómputo, soportes tecnológicos y gastos adicionales, ello muy asociado al entorno de habitabilidad e ingresos en la familia, lo cual afecta la regularidad de inclusión/exclusión a clases siendo aún mayor en universitarios residentes en localidades rurales.

El conjunto de trabajos congregados en este libro precisa un cúmulo de desafíos y retos que enfrentan comunidades, barrios, ciudades y regiones en la actualidad, los cuales identifican las capacidades con las que se dispone para emprender acciones. Asimismo, develan desigualdades, riesgos y vulnerabilidades prioritarias que reclaman acciones transversales e integrales. La difusión de conocimiento actual cumple su finalidad social por su pertinencia, y esta obra se ubica en ese propósito.

PRIMERA PARTE

PANDEMIA POR COVID-19, SALUD Y TERRITORIOS

COVID-19 EN MÉXICO: ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO ESPACIO-TEMPORAL A PARTIR DE LOS CONDICIONANTES SOCIOESPACIALES DE LA SALUD, 2020

Marcela Virginia Santana Juárez[*]
Giovanna Santana Castañeda[*]
Luis Ricardo Manzano Solís[*]

Resumen

El propósito de este trabajo fue analizar el comportamiento espacio-temporal de la pandemia de COVID-19 en México, a partir de los casos y defunciones durante el otoño 2020, con un abordaje desde los condicionantes socioespaciales.

Los aspectos para considerar fueron la localización, distribución y evolución espacial. Las fuentes de información han sido los Comunicados Técnicos Diarios COVID-19 México del Gobierno de México, la Secretaría de Salud y los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como artículos del periódico *La Jornada*.

Los métodos y técnicas empleados son la generación de una base de datos geográfica, cuadros históricos, gráficas y cartografía temática. Los condicionantes socioespaciales considerados en este trabajo son geográficos, epidemiológicos y sociales.

Los resultados evidencian que las entidades federativas donde los valores de casos y defunciones fueron más altos, son aquellos que se localizan en el centro y norte de México con mayor población y mayores densidades, aunado a que albergan las principales zonas metropolitanas de acuerdo con el tamaño de población. Los valores bajos de casos y defunciones se localizaron en la región del sur, sureste de México, así como algunos estados que se localizan en forma dispersa en el centro y norte.

Palabras clave: Comportamiento espacio temporal, COVID-19, Condicionantes geográficas, epidemiológicas y sociales.

* Universidad Autónoma del Estado de México, mvsantana7@hotmail.com gsantanac@uaemex.mx luisrms@gmail.com

Abstract

The purpose of this work was to analyze the spatial-temporal behavior of the COVID-19 pandemic in Mexico, based on cases and deaths, during the fall 2020, with an approach from the socio-spatial conditioning factors. The aspects to consider were location, distribution, and spatial evolution. The sources of information were the daily technical releases called COVID-19 in Mexico, broadcasted by the Government of Mexico; data from the 2020 Population and Housing Census of the National Institute of Statistics and Geography (INEGI), as well as articles from the newspaper *La Jornada*.

The methods and techniques used were the generation of a geographic database, historical charts, graphs, and thematic cartography. The socio-spatial conditioning factors considered in this work were geographic, epidemiological, and social.

The results show that the states where the values of cases and deaths were the highest are those located in central and northern Mexico with higher population and higher densities, those that are home to the main metropolitan areas according to population size. Low values of cases and deaths were located in the southern and southeastern regions of Mexico. As well as some states that are scattered in the center and north.

Keywords: COVID-19, morbidity, mortality, Socio-spatial conditioning factors, Spatial-temporal behavior.

Introducción

A casi un año de expansión de la pandemia de COVID-19, a nivel mundial se presentaron segundas y terceras olas con registros significativos que indicaron que se trata de una pandemia altamente contagiosa.

En México se registró la primera ola en el verano, en el mes de julio del año 2020 y en el otoño inició el incremento significativo de la pandemia, agudizándose en el mes de diciembre, afectando principalmente entidades federativas del centro y norte de México, así como en estados que albergan las principales zonas metropolitanas, ciudades fronterizas del norte y ciudades turísticas costeras.

Dicha expansión de la pandemia se debió a diversos condicionantes socioespaciales, como los geográficos, epidemiológicos y sociales.

El objetivo de este trabajo es analizar la expansión de la enfermedad de COVID-19 en México, principalmente en el otoño del 2020, para ello se consideraron algunos condicionantes socioespaciales.

Este trabajo se estructura en siete apartados: aspectos metodológicos, teóricos, la situación de la pandemia de COVID-19 en el contexto internacional, la expansión geográfica en México y algunos condicionantes socioespaciales que inciden en ésta. Se presentan consideraciones finales y la bibliografía.

Aspectos metodológicos

Universo de estudio. México se localiza en el hemisferio norte, sus coordenadas extremas son del paralelo 11º 58' 07'' y 32º 43' 06''; latitud norte a partir del Ecuador; y 84º 38'30'' y 122º 10'13''; longitud oeste del meridiano de Greenwich, zona económica exclusiva (INEGI, 2020a). Se integra por 31 Estados o entidades federativas y la Ciudad de México.

Las fuentes de información fueron los Comunicados Técnicos Diarios Covid-19 México, puestos a disposición por el Gobierno de México a través de la Secretaría de Salud; así como datos del Censo de población y vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); y artículos del periódico La Jornada, entre otros, a partir de las cuales se generaron: una base de datos geográfica, cuadros históricos, gráficas y cartografía temática. Las variables e indicadores son los casos y defunciones por COVID-19.

Los métodos y técnicas empleados para la distribución espacial fueron los mapas temáticos de casos y defunciones, y para su evolución fueron cuadros históricos, gráficos y cartográficos; dichos métodos y técnicas muestran el comportamiento de la pandemia de COVID-19 en el espacio geográfico de México.

Aspectos teóricos

La Geografía es la ciencia que estudia el espacio geográfico y la relación hombre medio que se presenta. Olivier Dollfus (1976) señala que el espacio geográfico es objetivo y subjetivo, por lo que se presenta una gama de abordajes de dichos espacios desde escalas locales hasta las globales, así como el estudio del ciberespacio o realidad virtual.

La definición clásica de la Geografía es el estudio de la distribución espacial de los hechos y fenómenos que se presentan en la superficie terrestre. Algunos hechos y fenómenos son: el cambio climático, sismos, terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, incendios, ciclones y epidemias, pandemias, enfermedades reemergentes, entre otros, mediante los principios de la Geografía: localización, distribución, causalidad, asociación, interacción y evolución.

La Geografía de la Salud es una rama integral que estudia la distribución espacial de la salud y enfermedad, los vectores causantes de las enfermedades así como los servicios de salud, además de su relación con los condicionantes socio espaciales locales, regionales y globales, enfocada en las etapas de promoción y prevención de la salud a fin de aportar elementos territoriales para la toma de decisiones en materia de ordenación territorial, planeación integral, gestión del riesgo y para las propuestas de políticas generales y específicas focalizadas en el territorio en materia de salud.

Hipócrates de Cos (460 a.C.), en su obra *de las aguas, los aires y los lugares*, consideró los aires, las aguas y los lugares como factores que inciden en la salud de la población, señaló la importancia de los efectos que puede producir cada estación del año. El siguiente aspecto al que se refirió fue a los vientos cálidos y a los fríos, especialmente a los universales, pero también a aquellos que le son peculiares a cada región en particular. Consideró las propiedades de las aguas, pues tal como éstas difieren en sabor y peso, también las propiedades de cada una difieren gradualmente de las de cualquier otra (W.H.S. Jones en Buck *et al.*, 1994). El paradigma hipocrático perduró durante muchos siglos.

De las primeras representaciones cartográficas que relacionaban el sitio, las enfermedades y salud, se remontan a 1694 con el mapeo de la peste en Italia (Barrantes y Solano 2020).

John Snow, padre de la epidemiología, elaboró un mapa del barrio Soho que es un pequeño sector central de la ciudad de Londres durante la epidemia en 1854; en el mapa los puntos son los casos de cólera y las cruces representan los pozos de agua

de los que bebían los enfermos. Al vincular dichas variables utilizó la sobreposición de mapas como procedimiento de análisis espacial que hoy es central en el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica.

Snow comprobó la hipótesis de que el cólera se transmitía a través del agua y sugirió cerrar el pozo de Broad Street, el que aparecía como foco de los casos, con este procedimiento los padecimientos finalizaron y dicha comprobación sirvió para abatir las epidemias de cólera en Europa.

Un aporte teórico planteado por Buzai y Santana es el relacionado con los Condicionantes Socioespaciales de la Salud (CSS), los cuales se definen como condiciones que influyen en la situación de salud, pero no la determinan, ya que siempre existe un margen de incertidumbre que surge de las características individuales y de las respuestas del hombre ante los problemas de la salud (Buzai y Santana, 2018).

Estos condicionantes socioespaciales han tenido un papel diferencial a lo largo de la expansión de la pandemia de COVID-19, otros han mantenido su importancia.

A inicios de la pandemia, la expansión a escala global se debió a la movilidad de la población mediante los vuelos internacionales (transcontinentales), la densidad de población y las actividades turísticas, entre otros.

La pandemia de COVID-19, contexto internacional (otoño, 2020)

La pandemia de COVID-19, es causada por el coronavirus SARS-COV-2. La capacidad de extensión de una enfermedad se mide por el reproductor básico o R0, algunas investigaciones estiman que la transmisión del contagio de la COVID-19 es muy veloz, porque los valores del reproductor básico o R0 varían entre 1.4 y 2.5. Si el número del reproductor básico es inferior a 1, la transmisión es escasa; mientras que valores de R0 superiores a 1 indican la necesidad de emplear medidas de control para limitar la expansión de una enfermedad (Ramírez, 2020).

El primer brote de la enfermedad de COVID-19 se originó en la ciudad industrial de Wuhan, provincia de Hubei, China, el 10 de diciembre de 2019, en las orillas del río Yangtsé; la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declaró una emergencia de salud pública el 30 de enero de 2020 y para el 11 de marzo como pandemia.

Al 31 de enero de 2020 en China se confirmaron 9 720 casos (incluye los casos confirmados en los territorios chinos de: Hong Kong, Macao y Taipéi-Taiwán), y 213

defunciones (Gobierno de México, Secretaría de Salud. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Comunicado Técnico, Diario COVID-19 México, 31 de enero de 2020).

A nivel mundial en la misma fecha se reportaron 9 826 casos confirmados y 213 defunciones de COVID-19 (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020).

La curva epidémica mundial de enero a diciembre de 2020 continuó en ascenso constante con respecto al número de casos, defunciones y nuevos casos, con aumentos significativos ininterrumpidos, a partir del otoño de 2020.

A inicios de julio de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) sugirió a los países más afectados por coronavirus reanudar las actividades con medidas más estrictas. Sin embargo, cada país adoptó las medidas sanitarias en forma diferente, mientras en unos fueron muy estrictas, en otros fueron flexibles.

El día 3 de julio de 2020, América Latina y el Caribe superaron a Europa en el número de casos con 2 740 996, frente a 2 695 472, respectivamente. En relación con el número de fallecidos por COVID-19, la Región de Europa es la más afectada en el mundo (AFP, AP, Europa Press y Reuters, 2020).

Al 31 de diciembre de 2020 a nivel mundial se reportaron 81 475 053 casos confirmados, 692 018 casos nuevos y 1 798 050 defunciones, 13 941 nuevas defunciones, la tasa de letalidad global es de 2.2% (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020).

El número de casos nuevos aumentaron en forma constante durante todo el año, con dos olas o picos en julio y en diciembre de 2020, con 292 527 y 692 018 casos nuevos, respectivamente (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020), coincidiendo con períodos vacacionales de verano y de invierno, aunado a la realización de aglomeraciones de diversa índole.

En relación con el comportamiento de las nuevas defunciones, éste fue variable con aumentos significativos durante los meses de abril, julio, octubre y diciembre con 9 797, 6 812, 7 246 y 13 941, respectivamente (cuadro 1 y figura 1).

Las tasas de letalidad globales variaron a lo largo del año, iniciando con 2.1% en el mes de enero, las máximas registradas en los meses de abril y mayo con 7 y 6.2%. Para el mes de diciembre disminuyó a 2.2% (cuadro 1 y figura 1).

Cuadro 1. COVID-19 a nivel mundial, por mes, 2020

País	Casos acumulados	Casos nuevos del día final de cada mes	Defunciones acumuladas	Nuevas defunciones del día final de cada mes	Tasa de letalidad global %
Enero, al 31	9 826	---	213	---	2.1
Febrero, al 29	85 403	2 188	2 924	66	3.4
Marzo, al 31	750 890	58 411	36 405	3 301	4.8
Abril, al 30	3 090 445	71 839	217 769	9 797	7
Mayo, al 31	5 934 936	117 551	367 705	4 461	6.2
Junio, al 30	10 185 374	163 865	503 862	3 946	4.9
Julio, al 31	17 106 007	292 527	668 910	6 812	3.9
Agosto, al 31	25 118 689	264 107	844 312	5 385	3.4
Septiembre, al 30	33 502 430	242 189	1 004 421	4 240	3
Octubre, al 31	45 428 731	535 928	1 185 721	7 246	2.6
Noviembre, al 30	62 363 527	496 892	1 456 687	7 697	2.3
Diciembre, al 31	81 475 053	692 018	1 798 050	13 941	2.2

Fuente: Elaborado con base en Gobierno de México, Secretaría de Salud. Subsecretaría dePrevención y Promoción de la Salud. Comunicado Técnico Diario COVID-19 México, 2020.

A nivel mundial, para el 31 de diciembre de 2020, los países con los mayores valores de casos globales fueron: Estados Unidos (19 943 695), India (10 266 674), Brasil (7 675 973), Rusia (3 127 347), Francia (2 677 632), Reino Unido (2 496 214), Turquía (2 208 652), Italia (2,107,166), España (1 928 265), Alemania (1 745 636), Colombia (1 642 775), Argentina (1 613 928), y México en la posición 13 con 1 413 935 casos. El mayor número de casos se localizó principalmente en las regiones de América y Europa (Johns Hopkins University, 2020).

Con respecto a las defunciones globales, los países con los mayores valores fueron: Estados Unidos (345 271), Brasil (194 949), India (148 738), México (124 897), Italia (74 159), Reino Unido (73 622), Francia (64 759) y Rusia (56 271) (Johns Hopkins University, 2020).

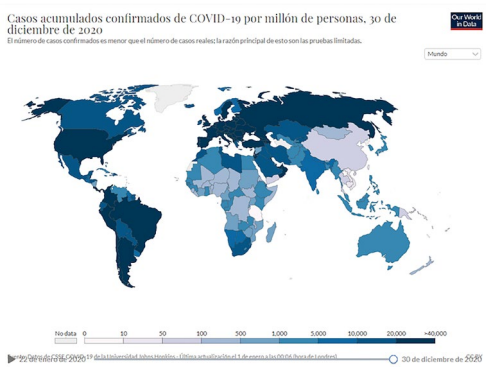
La situación de la pandemia en el mundo presentó contrastes en cada país, éstos registran su propio comportamiento espacio-temporal, su propia curva epidémica,

dependiendo de los condicionantes socioespaciales: geográficos, ambientales, demográficos, económicos, sociales y políticos (figura 1).

La curva epidémica mundial siguió en ascenso y para finales de diciembre los casos nuevos fueron de 692 018 diarios, con cifras de nuevas defunciones de 13 941 cada día (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020, 31 de diciembre de 2020). México ocupó, para ese mes, el lugar 11 y 4, respectivamente (OPS, 2020).

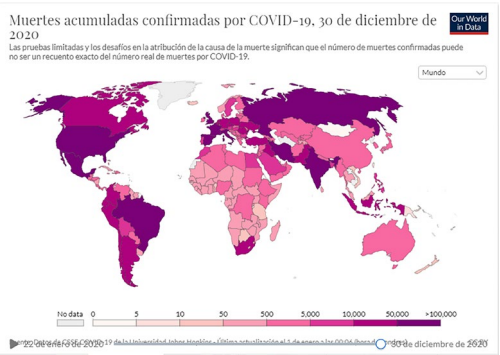
Figura 1. COVID-19 a nivel mundial (al 30 de diciembre 2020)

1a. Casos acumulados confirmados



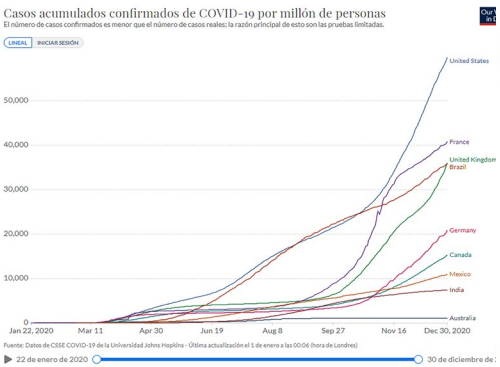
Fuente: Our World in data. Recuperado de: https://ourworldindata.org/covid-deaths

1b. Defunciones acumuladas confirmadas



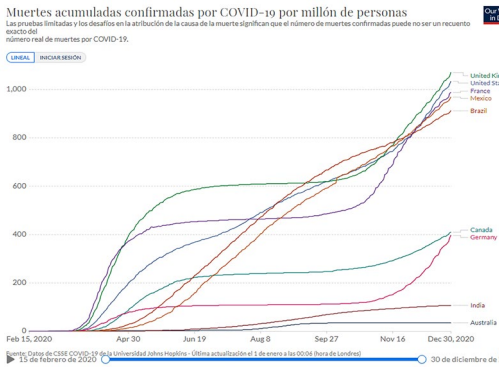
Fuente: Our World in data. Recuperado de: https://ourworldindata.org/covid-deaths

1c. Casos acumulados confirmados



Fuente: Our World in data. Recuperado de: https://ourworldindata.org/covid-deaths

1d. Muertes acumuladas por COVID-19



Fuente: Our World in data. Recuperado de: https://ourworldindata.org/coronavirus/country/mexico?country=~MEX

La región de América al 31 de diciembre fue el continente que siguió siendo epicentro de la pandemia con 35 393 389 (43.4%) casos acumulados; le siguió de cerca Europa con 26 225 728 (32.2%) y Asia Sudoriental con 11 961 922 (14.6%) (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020). Con respecto a los casos registrados en las últimas 24 horas, la región de América y la región de Europa concentran los casos a nivel mundial (87.1%); la primera reportó el mayor porcentaje con 316 613 casos (45.8%) y la segunda con 285 777 casos (41.3%); en menor porcentaje las regiones restantes (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020).

En la región de las Américas, los países con los mayores valores de casos confirmados fueron: Estados Unidos, Brasil, Colombia, Argentina, México, Perú y Chile; las cifras más altas de defunciones se registraron en Estados Unidos, Brasil, México, y en menor proporción en Argentina y Colombia (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Región de las Américas: principales países con valores altos por COVID-19 (al 31 de diciembre de 2020)

País	Casos acumulados	Casos nuevos	Total defunciones	Nuevas defunciones	Letalidad (%)
EE.UU.	19 346 790	0	335 789	0	1.7
Brasil	7 619 200	55 649	193 875	1 194	2.5
Colombia	1 626 461	11 639	42 909	289	2.6
Argentina	1 613 928	11 765	43 163	145	2.6
México	1 413 935	12 406	124 897	1 052	8.8
Perú	1 012 614	2 118	37 621	47	3.7
Chile	608 973	3 023	16 608	109	2.7

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020).

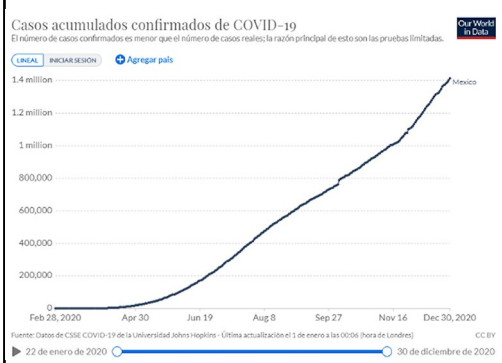
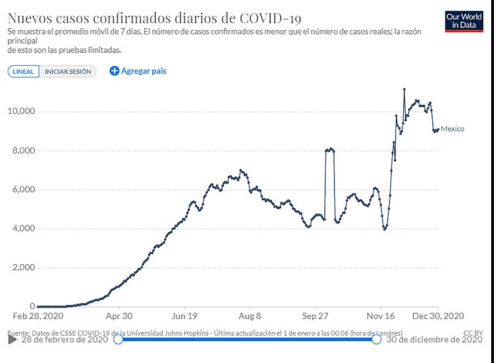
En relación con la nueva variante del virus SARS-COV-2, causante de la enfermedad COVID-19 conocida como *británica*, se propagó con mayor facilidad, se expandió a otros países de Europa, y el 26 de diciembre se detectaron al menos cuatro casos en Madrid, Canadá y Suecia. La nueva cepa se encontró en Países Bajos, Alemania, Francia, Italia, Dinamarca, Islandia, Israel, Líbano, Japón y Australia. Algunos países de la región de Europa entraron en un nuevo confinamiento como fueron los casos de Austria y República Checa con 40% de la población, respectivamente (AFP, AP, Europa Press y Reuters, 2020).

COVID-19 en México, evolución espacio-temporal, otoño, 2020

En el hemisferio norte, durante el otoño que comprende parte de los meses de octubre, noviembre y diciembre, en México la expansión de la pandemia continuó en ascenso significativo. Durante el año 2020 se registró una ola en julio y otra la más significativa en enero; sin embargo, el aumento se registró en octubre, noviembre y diciembre, ambas olas coincidiendo con los períodos vacacionales (ver figura 2).

Los principales condicionantes que influyeron en la expansión de la pandemia de COVID-19 en México fueron de diversa índole como los de tipo geográfico y epidemiológico, ya que durante el otoño e invierno confluyeron los casos por la influenza y enfermedades respiratorias estacionales con los casos de COVID-19, las comorbilidades que también han incidido en el aumento de las defunciones; condicionantes de tipo demográfico como la distribución y densidad de población, siendo los epicentros de los casos las principales zonas metropolitanas de acuerdo al tamaño de población, así como los grupos de edad en que han incidido las defunciones y casos; condicionantes sociales como el incremento de la movilidad y aglomeraciones de población por aspectos culturales, turísticos y políticos, entre otros.

Figura 2. México: COVID-19

2a. México. COVID-19: casos acumulados confirmados en México (30 de diciembre 2020)	2b. México. COVID-19: nuevos casos confirmados (31 de diciembre)
	
Fuente: Our World in Data. Recuperado de https://ourworldindata.org/coronavirus/country/mexico?country=~MEX	Fuente: Our World in Data. Recuperado de https://ourworldindata.org/coronavirus/country/mexico?country=~MEX

Durante el período febrero-diciembre de 2020, se registró la primera ola en julio en que inicia el verano, aumentaron significativamente los casos y defunciones. Al 31 de julio se consignaron 424 637 casos totales y 46 688 defunciones totales, así como 8 458 nuevos casos y 688 nuevas defunciones en las últimas 24 horas del mes (ver cuadro 3 y figura 3). Cabe señalar que este trabajo comprende hasta el otoño de 2020; sin embargo, en la figura 3 se indican los valores al 31 de diciembre de 2020 y la gráfica 3b comprende hasta marzo de 2021.

A partir del 19 de octubre de 2020 se registró un repunte en los valores diarios, pues se inició nuevamente el ascenso constante de defunciones y casos de contagio; sin embargo, el incremento significativo en la pandemia inició a finales de este mes.

Para el 30 de noviembre se registraron 1 113 543 casos totales, con 6 472 nuevos casos, así como 105 940 defunciones totales y 285 nuevas defunciones en las últimas 24 horas del mes.

Al 31 de diciembre sumaron 1 426 094 casos acumulados y 12 159 nuevos casos en un día; en relación con las defunciones, sumaron 125 807 y así como 910 nuevas defunciones en las últimas 24 horas del mes, cifras significativas (ver cuadro 3 y figura 3).

Cuadro 3. México: COVID-19, casos y defunciones acumulados (2020)

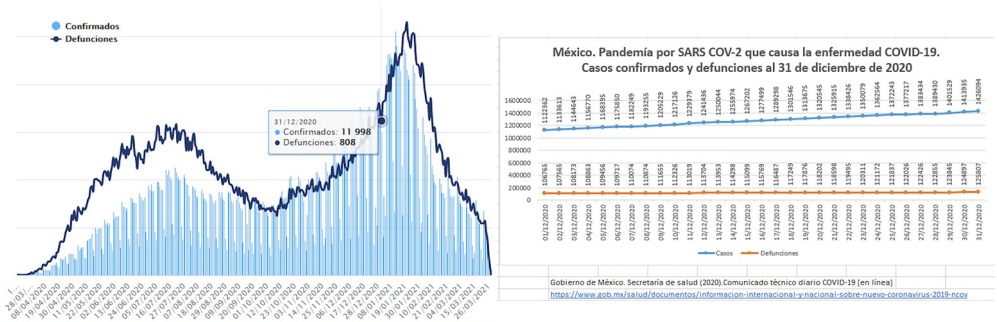
Mes	Casos	Nuevos casos en las últimas 24 horas	Defunciones	Nuevas defunciones en las últimas 24 horas
Febrero	4	1	0	0
Marzo	1 215	121	29	1
Abril	19 224	1 425	1 859	127
Mayo	90 664	3 152	9 930	151
Junio	226 089	5 432	27 769	648
Julio	424 637	8 458	46 688	688
Agosto	599 560	3 719	64 414	256
Septiembre	743 216	5 053	776 46	483
Octubre	924 962	6 151	91 753	464
Noviembre	1 113 543	6 472	105 940	285
Diciembre	1 426 094	12 159	125 807	910

Fuente: Elaborado con base en Gobierno de México. Secretaría de Salud (2020) Datos abiertos. Dirección General de Epidemiología [en línea] https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127

Figura 3. México. COVID-19, casos y defunciones

3a. Febrero 2020-marzo 2021, en las últimas 24 horas

3b. México: COVID-19, casos y defunciones acumuladas, diciembre 2020



Fuente: Geosalud México. Elaborado con base en Gobierno de México. Secretaría de Salud. Dirección General de Epidemiología (2020); Gobierno de México. Secretaría de Salud (2020), Datos abiertos. Dirección General de Epidemiología [en línea] https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127

A nivel estatal al 31 de diciembre de 2020, los estados con rango muy alto de casos acumulados por COVID-19, fueron: Ciudad de México (330 273), Estado de México (146 199), Nuevo León (82 595), Guanajuato (82 517), Jalisco (51 994), (ver cuadro 4 y figura 4).

Con respecto al número de defunciones positivas acumuladas, los estados en un rango muy alto fueron: Ciudad de México (21 672), Estado de México (14 301), Veracruz (6 205), Jalisco (5 959), Puebla (5 714), Guanajuato (5 326), Nuevo León (5 199) (ver cuadro 4 y figura 4).

Cabe señalar que en estos estados se localizan las principales zonas metropolitanas de México, de acuerdo con tamaño de población.

Cuadro 4. México. COVID-19. Casos y defunciones positivas acumuladas por entidad federativa con corte al 31 de diciembre de 2020

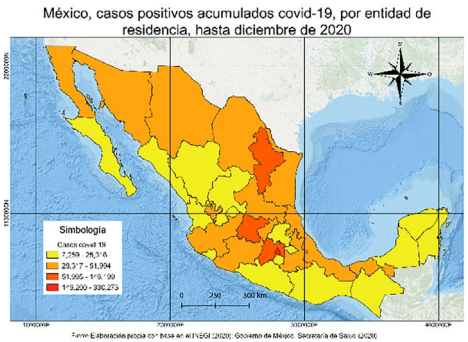
Entidad	Casos	Defunciones
Aguascalientes	16 954	1 403
Baja California	34 577	5 475
Baja California Sur	17 679	768
Campeche	7 259	970
Coahuila	49 427	4 217
Colima	7 927	851
Chiapas	8 287	1 113
Chihuahua	36 317	4 408
Ciudad de México	330 273	21 672
Durango	25 067	1 497
Guanajuato	82 517	5 326
Guerrero	25 974	2 596
Guerrero	24 435	3 383
Jalisco	51 994	5 959
México	146 199	14 301
Michoacán	33 134	2 715
Morelos	9 818	1 429
Nayarit	7 874	1 102
Nuevo León	82 595	5 199
Oaxaca	28 316	2 047
Puebla	47 283	5 714
Querétaro	32 377	1 968
Quintana Roo	15 855	2 006
San Luis Potosí	39 869	3 047
Sinaloa	26 771	4 230
Sonora	51 708	4 194
Tabasco	44 248	3 269
Tamaulipas	39 387	3 339
Tlaxcala	11 134	1 332

Continúa

Entidad	Casos	Defunciones
Veracruz	43 128	6 205
Yucatán	26 673	2 329
Zacatecas	21 038	1 743
Total nacional	1 426 094	125 807

Fuente: Gobierno de México. Secretaría de Salud (2020.) Datos abiertos. Dirección General de Epidemiología [en línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/589815/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2020.10.31.pdf

Figura 4. México COVID-19. Casos y defunciones acumuladas, diciembre, 2020



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020) y Gobierno de México, Secretaría de Salud (2020).



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020) y Gobierno de México, Secretaría de Salud (2020).

Algunos condicionantes socioespaciales

El comportamiento espacio temporal de la pandemia de COVID-19, durante el otoño 2020 fue variable, el cual se debió a varios factores que incidieron en el comportamiento dinámico en el tiempo y heterogéneo en el territorio. Algunos condicionantes fueron constantes mientras que otros cambiaron.

Dicho comportamiento es importante porque permite generar conocimiento sobre la expansión de la pandemia y el papel que estos factores tienen.

Condicionante geográfico: localización de México

El otoño en México, con temperaturas bajas que se registraron en los climas fríos, templados y secos en el centro y norte de México, incidieron en el aumento constante moderado en las defunciones y elevado en los casos y nuevos casos, aunado a que a los casos de COVID-19, se le sumaron los de las enfermedades respiratorias estacionarias como la influenza, entre otras, agudizando los problemas de salud, principalmente en las ciudades grandes. La temporada invernal, la mala calidad del aire y la influenza, aunadas al virus de COVID-19, podrían perfilar un escenario de riesgo, ya que si dos virus se combinan provocarían una sindemia y se multiplicaría el número de muertos por la pandemia, alertaron especialistas en medio ambiente (*De la Redacción*, 2020). Situación que refleja la vulnerabilidad de la población que vive en el centro y norte de México, así como en las grandes ciudades y que es necesario hacer conciencia sobre la importancia de la vacunación por influenza a fin de disminuir una sindemia.

Condicionantes epidemiológicos

En México la etapa de la nueva normalidad se inició a partir del 1º de junio de 2020, que se caracteriza por la implementación del semáforo de riesgo epidémico, por parte del Gobierno de México, como estrategia para conocer el pulso o situación de la pandemia para la reapertura de las actividades económicas de manera ordenada, de cada estado o entidad federativa y la Ciudad de México, con base en 10 criterios, entre ellos los casos, las defunciones y la capacidad hospitalaria. El semáforo indica cuatro niveles: riesgo máximo de color rojo, riesgo alto de color naranja, riesgo moderado de color amarillo y riesgo bajo de color verde (Gobierno de México, Conacyt y Centro Geo, 2020).

El semáforo epidémico para el 30 de diciembre, de riesgo máximo fueron la Ciudad de México, el Estado de México, Morelos, Guanajuato y Baja California; 22 entidades federativas tuvieron el semáforo de riesgo alto, distribuidos en todo el país; de riesgo moderado los estados costeros de Veracruz, Tamaulipas y Sinaloa; y con riesgo bajo los estados de Campeche y Chiapas en el sureste de México (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020).

Las medidas de higiene básicas fueron el resguardo familiar en casa, conservar la sana distancia cuando menos a 1.5 metros de distancia, protección y cuidado

de las personas adultas mayores, uso de cubrebocas, y lavado frecuente de manos, ventilación en lugares cerrados y saludo a distancia (Gobierno de México, Secretaría de Salud, 2020).

Durante casi todo el año, la mayoría de la población atendió las medidas sanitarias; sin embargo, en los períodos vacacionales de verano y de invierno se omitieron, originando la primera ola o pico en julio y la segunda ola en enero de 2021.

En noviembre de 2020 empezaron a observarse aglomeraciones de diversa índole, como la celebración tradicional del Día de Muertos (1º y 2 de noviembre), el 20 de noviembre (Día de la Revolución mexicana), fines de semana en lugares turísticos, así como el Buen Fin (para incentivar la economía), teniendo en común omitir las medidas sanitarias por una gran parte de la población, que incidieron en el aumento constante de casos y defunciones.

Para el mes de diciembre de 2020 se realizaron peregrinaciones principalmente de los estados de Veracruz, Oaxaca y Sonora hacia la Ciudad de México por motivo de las fiestas de la virgen de Guadalupe; aunque la Basílica cerró por cuatro días para evitar aglomeraciones, no se pudo evitar la llegada de peregrinaciones (Xantomila J., 2020).

Ocupación hospitalaria

De acuerdo con el Sistema de Información de la Red IRAG, que genera información de ocupación hospitalaria de las instituciones de salud, a diferentes niveles de desagregación espacial: estatal o entidad federativa, jurisdicción, municipal y a nivel de unidad médica.

Para el 31 de diciembre de 2020, en relación con la hospitalización general, fueron cinco los estados con más de 70% de ocupación, lo que representa niveles críticos, la Ciudad de México (87.3%), México (82.4%), Guanajuato (73.8), Hidalgo (73.3%) y Nuevo León (71.5%). Por su parte, cinco estados con una ocupación entre 50 y 70%: Baja California (61.1%), Morelos (57.1%), Puebla (54.8%), Querétaro (50.8%) y Sonora (50.6%). Con una ocupación menor de 50% se registró en 22 estados (68% del total).

La ocupación hospitalaria para el mes de diciembre indicó seguridad en la población debido a que 22 entidades federativas registraron menos de 50% de ocupación, cinco entidades entre 50 y 70%, y cuatro entidades federativas, y la Ciudad de México

con más de 70% de ocupación. Con respecto al semáforo epidemiológico 22 estados presentaron riesgo alto, cinco estados con riesgo máximo, tres con riesgo moderado y dos con riesgo bajo. Los estados que coinciden entre el porcentaje de ocupación hospitalaria mayor de 70% con el riesgo epidemiológico máximo son la Ciudad de México, los estados de Guanajuato y México. Lo que indica que 31% de los estados tuvieron una ocupación significativa y 15.6% con semáforo epidemiológico de riesgo moderado y bajo.

Los estados que coincidieron entre el porcentaje de ocupación hospitalaria menor a 50% y el semáforo epidemiológico con riesgo moderado y bajo sumaron cinco: Campeche, Chiapas, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz.

En relación con la ocupación de camas hospitalarias con ventilador, el Estado de México y la Ciudad de México registraron niveles críticos de ocupación con 81.7 y 78.9%, respectivamente; tres estados con cifras entre 50 y 70%: Nuevo León (64.13%), Hidalgo (56.5%) y Querétaro (50.7%). Los 27 estados restantes con ocupación menor de 50%, situación que indica que en la mayor parte de México se tuvieron las condiciones óptimas para garantizar el acceso a los servicios de salud, aunado a que en la mayor parte de México el semáforo epidemiológico indicó el riesgo alto y la población es probable que haya atendido las medidas sanitarias en forma más estricta durante el período vacacional de invierno.

En cuanto a la ocupación de camas hospitalarias con ventilador UCI, sumaron seis estados con ocupación mayor a 70%: Tlaxcala (100%), México (85.2%), Ciudad de México (83.5%); Querétaro (80.5%), Zacatecas (75.7%) y Nuevo León (74.0%). Aquellos con ocupación entre 50% y 70% sumaron nueve: Puebla (64.5%), Durango (62.2%), Morelos (62%), Yucatán (61.1%), Tabasco (58.3%), Oaxaca (56.1%), Aguascalientes (55.2%), Jalisco (50.8%) e Hidalgo (50%); los restantes 17 estados con capacidad menor a 50% (Gobierno de México, Secretaría de Salud y UNAM, 2020).

Situación que refleja que un poco menos del total de entidades federativas estuvieron por arriba de 50% de la capacidad hospitalaria. Ocupación que cambia constantemente de acuerdo con la movilidad de la población y al papel del gobierno al aumentar la capacidad hospitalaria mediante la implementación de hospitales móviles, con recursos humanos y medicamentos, así como reconversión hospitalaria a fin de no colapsar los servicios de salud y salvar vidas. Ante el repunte de casos de COVID-19, el presidente Andrés Manuel López Obrador indicó que se equiparán más

hospitales; ampliará en 500 el número de camas de terapia intensiva con ventilador y especialistas en la capital de México; solicitarán que estén disponibles 150 camas de nosocomios privados, principalmente en la Ciudad de México y el Estado de México (Muñoz y Garduño, 2020).

Los estados que tuvieron mayor ocupación hospitalaria en los tres tipos fueron la Ciudad de México, así como los estados de México, Nuevo León e Hidalgo, localizados en el centro de México, excepto Nuevo León, localizado al noreste. Los primeros tres de los más poblados y, por lo tanto, de los más vulnerables ante la pandemia.

Otro aspecto fundamental es el relacionado con el personal médico que constituye las personas en la primera línea de batalla contra la pandemia de COVID-19. El personal médico continuó muriendo y a casi un año de la pandemia se encontraba agotado, las enfermeras miraban con tristeza la indolencia de la gente: el personal de enfermería del IMSS señaló que no sólo enfrentaban cansancio físico y emocional, también hubo tristeza y frustración ante la indolencia de la población, porque seguían abarrotando las calles y plazas, mientras en los hospitales ya no había espacios para más pacientes (Poy Solano, 2020). La movilidad de la población es uno de los condicionantes que tiene un papel relevante en la expansión de la pandemia de COVID-19, de ahí la importancia de que cada persona haga conciencia del peligro de dicho evento y contribuya a cortar las cadenas de contagios atendiendo en forma obligatoria las medidas sanitarias y reduciendo la movilidad.

Un condicionante adicional es el relacionado con las comorbilidades de las defunciones por COVID-19. De acuerdo con el Gobierno de México, la Secretaría de Salud y Conacyt, así como la página de Geosalud México, para el 30 de diciembre del 2020, las principales comorbilidades fueron por hipertensión (18.0%), por obesidad (15.8), por diabetes (14.0%) y tabaquismo (7.5%). Los estados con comorbilidad muy alta fueron siete: Aguascalientes (80%), Baja California (81%), Baja California Sur (80%), Colima (80%), Jalisco (84%), Nayarit (83%) y Zacatecas (81%). Los estados con comorbilidad alta (65.1% a 79%) sumaron 23; y aquellos con comorbilidad moderada (50-65%) sumaron dos: Coahuila (60%) y México (64%). Situación que refleja vulnerabilidad ante la pandemia de COVID-19 para la mayor parte de las entidades federativas de México.

La vacunación

Es en el mes de diciembre cuando los laboratorios como Pfizer–Biontech, AstraZeneca, CanSino, Sputnik V y la vacuna de Moderna, entre otros, generaron la vacuna contra la COVID-19 en tiempo récord, un avance significativo para la humanidad. En epidemias y pandemias anteriores se demoraban décadas y ahora prácticamente a un año de la pandemia ya se cuenta con la vacuna, gracias a los avances científicos, tecnológicos y a las inversiones y estrategias de los gobiernos, entre otros factores.

En diciembre de 2020 se inició la vacunación, para el 31 de este mes se aplicaron 3.3 millones de dosis: las mayores cantidades de dosis fueron aplicadas principalmente en Estados Unidos y China (un millón respectivamente) y Reino Unido (800 000), entre otros (*Our world in data*, 2020).

A México llegó la primera dotación de la vacuna proveniente de los laboratorios Pfizer-Biontech de Bélgica el 24 de diciembre; se aplicaron 3 000 dosis al personal sanitario en la Ciudad de México, el Estado de México y Querétaro.

El 26 de diciembre llegó la segunda dotación con 42 900 dosis, de las cuales 34 125 fueron destinadas a la Ciudad de México y 8 775 para el estado de Coahuila. La vacunación se programó en forma escalonada iniciando con el personal médico, posteriormente a la población adulta mayor, y por grupos de edad (Gómez y Chío, 2020).

El Gobierno de México firmó convenios para la adquisición de dosis con los laboratorios señalados anteriormente; y en conjunto con el laboratorio de AstraZeneca, laboratorio de México, Laboratorio de Argentina y la Fundación Carlos Slim. Sin embargo, los países desarrollados concentraron las vacunas (Fernández, 2020), incidiendo en una desigual distribución a nivel internacional. La oferta, muy probablemente, no será suficiente para todos y, con toda seguridad, no estará al alcance de todos (Navarrete, 2020).

El Instituto Belisario Domínguez (IBD) del Senado indicó que los países ricos reservaron la mitad de las vacunas que se producirán en 2021 para la COVID-19, con las cuales se inmunizará 13% de la población mundial (Ballinas, 2020).

Condicionantes sociales

Uno de los condicionantes sociales territoriales es el relacionado con los grupos de población más afectados por la pandemia de COVID-19.

Al 31 de marzo se registraron 1 215 casos de los cuales 57.7% corresponden a los hombres y 42.2% a mujeres. Los grupos de edad en que se concentraron los contagios son de los 30 a 49 años, que indican 44.7%; de 20 a 29 años, 18.2%; y de 50 a 59 años con 16.8 por ciento.

Para el 31 de diciembre de 2020, se registraron 1 426 094 casos por COVID-19, de los cuales 50.4% son del sexo masculino y 49.6% del sexo femenino. Los grupos de edad en que se concentraron los casos son de los 25 a 49 años, que indican el 53.1%; y de 50 a 64 años, 23.1% (Gobierno de México, Secretaría de Salud y UNAM, 2020). Situación que indica que el comportamiento de la pandemia por grupos de edad, en comparación con marzo de 2020, los casos se ampliaron a rangos de edad más jóvenes, debido a la realización de diversas aglomeraciones por parte de personas productivas y jóvenes; así como también se amplió el rango de adultos mayores, que pudo deberse a los jóvenes contagiados que habitan en el mismo hogar. En el grupo de población de 65 a 84 años indicaron 11.4 por ciento.

Al inicio de la pandemia los casos se registraron ligeramente superior en hombres y para diciembre la pandemia afectó de igual manera a ambos sexos.

Otro de los condicionantes sociales es la movilidad de la población. A lo largo de la historia de la humanidad en las epidemias y pandemias, las cuarentenas o confinamientos han sido una medida que mejor ha tenido resultados favorables, poca o nula movilidad de la población para abatir las epidemias, pero dicha situación repercute en la economía y a la parte emocional. Equilibrar la movilidad con las actividades económicas durante el desarrollo de la pandemia, es lo óptimo, aplicando los protocolos sanitarios según corresponda.

En México la movilidad de las personas se empezó a incrementar de manera significativa a finales del mes de octubre por festejos religiosos como el día de San Judas Tadeo (29 de octubre), la celebración tradicional religiosa en los días 1º y 2 de noviembre (Día de Muertos); día de la virgen de Guadalupe (12 de diciembre), en vísperas del cierre de la Basílica de Guadalupe, del 10 al 13 de diciembre, llegaron peregrinos de diferentes estados de México (Xantomila, 2021). La realización del Buen Fin (reactivación del comercio mediante rebajas) en el mes de noviembre;

fiestas clandestinas, de las cuales muchas fueron canceladas; reuniones familiares; fines de semana en ciudades turísticas como Acapulco, Zihuatanejo, Puerto Vallarta y Cancún; así como también debido al período vacacional se registraron fiestas decembrinas como las posadas, la cena de Navidad y del Año Nuevo.

Para el caso de la Ciudad de México, 60% de los contagios ocurrieron en fiestas y reuniones familiares; se registraron mayores contagios en las aglomeraciones en lugares cerrados que en lugares abiertos (Cruz, 2020). También se registraron multitud de aficionados al deporte del futbol; así como gran cantidad de gente por cuestiones políticas.

La movilidad de la población también se refleja en los aeropuertos, caso específico en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), al respecto Edmundo, integrante de la Unión de Maleteros del AICM, señaló que desde el viernes 18 de diciembre aumentó el flujo, con 45 años desarrollando dicha actividad, calculó cerca de 40% de alza. La movilidad se realizó del centro del país a estados del sureste con semáforo epidemiológico naranja (Gómez, 2020).

En esta movilidad se mostró algo en común: no considerar las medidas sanitarias por todas las personas, situaciones que incidieron en el incremento de los casos y defunciones en forma significativa de la pandemia de COVID-19 en la segunda ola registrada en enero del año 2021.

Consideraciones finales

En este estudio se investigaron los aspectos de los casos y las defunciones por Covid-19 en México, y algunos condicionantes geográficos: localización; epidemiológicos: semáforo de riesgo epidemiológico, ocupación hospitalaria, medidas sanitarias, personal médico, las comorbilidades de las defunciones por COVID-19 y vacunación; sociales: grupos de edad más afectados y movilidad. Con el fin de tratar de entender mejor la expansión de la enfermedad por COVID-19, y conocer su comportamiento durante el año 2020, porque dicho comportamiento puede ser similar para el año 2021, debido a que las olas o picos se registraron en períodos vacacionales de verano e invierno por el incremento en la movilidad, y desde el campo de la Geografía como abordar los retos y desafíos de esta pandemia altamente contagiosa por el número de casos y defunciones registradas en todo el mundo, impactando también a la población de los países desarrollados.

Los condicionantes geográficos como la estación del otoño también incidieron en el aumento de los casos y defunciones de la pandemia de COVID-19, por las temperaturas bajas que se registraron en los climas templados, fríos y secos del centro y norte de México.

Las entidades federativas de México donde los valores de casos y defunciones fueron más altos son aquellas que presentaron el semáforo epidemiológico de riesgo máximo, excepto el estado de Morelos. Los valores de casos y defunciones bajos se localizaron en la región del sur, sureste de México, así como algunos estados del centro y norte, con semáforo epidemiológico de riesgo bajo, de riesgo moderado y riesgo alto. En donde la cercanía geográfica con estados de riesgo máximo o alto incidió en la expansión de la pandemia.

Los valores de casos y defunciones se registraron en las entidades federativas donde coincidieron con altos porcentajes de ocupación hospitalaria. La mayoría de los estados registraron bajos porcentajes de ocupación hospitalaria.

Respecto a las medidas sanitarias, éstas no fueron acatadas por toda la población, y la pandemia fue subestimada. La reconversión hospitalaria y el apoyo con personal médico fue focalizado acorde a los brotes, sin embargo, las comorbilidades influyeron en las defunciones por el problema de los estilos de vida no saludables. La mayor parte de los estados registraron porcentajes altos de comorbilidades, situación que indica un problema de salud pública a considerar para propuestas integrales que incidan en la promoción y prevención de la salud.

A un año de la pandemia, la generación de las vacunas anti-covid es un gran avance en las ciencias, pero los países desarrollados son los que ya avanzaron en la aplicación de vacunas a una gran parte de sus poblaciones, lo cual no pasa lo mismo en los países en desarrollo, la OMS informó que durante 2021 se cubrirá aproximadamente 13% de la población mundial, principalmente en los países desarrollados, por lo que se trata de un desigual acceso a las vacunas. En México el avance hasta el 31 de diciembre de 2020 fue lento, mientras que en otros países aún no se contaba con vacunas.

Los resultados evidencian que las entidades federativas donde los valores de casos y defunciones fueron más altos son aquellos que se localizan en el centro y norte de México con mayor población y mayores densidades, aunado a que albergan las principales zonas metropolitanas de acuerdo con el tamaño de población. Los valores bajos de casos y defunciones se localizaron en la región del sur sureste de México,

así como algunos estados del centro y norte. Resultados que coinciden con estudios previos (Santana, 2020; Santana *et al.*, 2020).

Una de las razones de la relación entre la mortalidad y la distribución y la densidad de población es debido a que la transmisión del contagio de la COVID-19 es muy veloz, porque los valores del reproductor básico o R0 varían entre 1.4 y 2.5 (Ramírez, 2020).

La pandemia afectó a los grupos de edad en forma diferencial, los mayores valores de casos y defunciones se registraron primeramente en la población adulta mayor (la más vulnerable) y posteriormente en los grupos de edad más jóvenes. Una de las razones fue el incremento de la movilidad, subestimar la pandemia y atenderse demasiado tarde, entre otras razones.

Durante 2020 la Ciudad de México y el Estado de México registraron los valores más altos de casos y defunciones por la enfermedad de COVID-19, que tienen que ver con la distribución, la densidad y la movilidad de la población. Le siguen estados que albergan las principales zonas metropolitanas, las ciudades fronterizas del norte, las turísticas y algunas del interior que fueron los epicentros de la expansión de la pandemia.

El hecho de la que las ciudades sean los ámbitos territoriales más afectados por la pandemia de COVID-19, exhorta a replantear el crecimiento, la planeación y la ordenación territorial para hacer de estos ámbitos más seguros, más resilientes ante eventos naturales y/o sociales de diversa índole.

La pandemia de COVID-19 ha dejado muchas enseñanzas y plantea nuevos desafíos, nuevos escenarios con posibilidades de que puedan ser mejores, construir una sociedad más informada, más proactiva, más resiliente para enfrentar este tipo de eventos, porque son parte del desarrollo de la humanidad.

Referencias

AFP, AP, Europa Press y Reuters. (2020). Alemania, Hungría y Eslovaquia adelantan plan de vacunación (27 de diciembre). *La Jornada*, p. 5.

Ballinas, V. (2020). Países ricos reservaron 50% de las vacunas anti-Covid (21 de diciembre). *La Jornada*, p. 7.

Barrantes, O. y Solano, M. (2020). Comportamiento espacial de la pandemia COVID-19 en Costa Rica durante los meses de marzo y abril de 2020 mediante un análisis de

autocorrelación espacial. *Revista Posición* 2020, 3. Dossier: Análisis geográfico del COVID-19. ISSN 2683-8915 [en línea]. Recuperado de: https://posicionrevista.wixsite.com/inigeo/numero-3-2020

Buzai, G. y Santana M. (2018). Condicionantes Socioespaciales de la Salud (CSS): Bases y alcance conceptual. Anuario de la división Geografía, 12, pp. 157-171. Recuperado de: http://www.adgunlu.wixsite.com/anuario-geografia

Cruz, A. (2020). En fiestas y reuniones, 60 por ciento de contagios: Sheinbaum (17 de diciembre). *La Jornada*, p. 30.

De la Redacción (2020). Con inversión térmica crece el riesgo de una sindemia (20 de diciembre). *La Jornada*, p. 6.

Dollfus, O. (1976). *El Espacio Geográfico*. Barcelona: Oikos-Tau.

Fernández, C. (2020). México S.A. Vacunas: negocio del siglo/ países ricos las acaparan (21 de diciembre). *La Jornada*, p. 21.

Gatrell, A. (2002). Geographies of Health. Blackwell Publishers: Malden, Massachussets.

Geosalud México. Recuperado de: https://geosalud.github.io/Geosalud/ [Consultado el 31 de diciembre del 2020].

Gobierno de México, Secretaría de Salud. Recuperado de: https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/coronavirus-covid-19-comunicados-tecnicos-diarios-historicos-2020

Gobierno de México, Conacyt y Centro Geo. Recuperado de: https://datos.covid-19.conacyt.mx/#DOView [Consultado el 31 de diciembre del 2020].

Gobierno de México, Secretaría de Salud y UNAM. (2020). Sistema de Información de la Red IRAG. Recuperado de: https://www.gits.igg.unam.mx/red-irag-dashboard/reviewHome [Consultado el 31 de diciembre, 2020].

Gómez, C. y Chío, Y. (2020). El segundo cargamento fue enviado en dos vuelos. Llegan 34 mil 125 vacunas a la CDMX y 8 mil 775 a NL (27 de diciembre). *La Jornada*, p. 3.

Johns Hopkins University. (2020). Recuperado de: https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6 [Consultado el 31 de diciembre, 2020].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI) (2020a). Recuperado de: http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/coordenadas.aspx?tema=T

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). (2020). Censo de población y vivienda 2020. Recuperado de: https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127

Muñoz, A. y Garduño, R. (2020). Anuncia que habrá 500 camas de terapia intensiva en la CDMX. Frente a contagios, AMLO insiste a la población que sea responsable (5 de diciembre). *La Jornada*, p. 4.

Navarrete, J. (2020). Pandemia: las vacunas, negocio global (10 de diciembre). *La Jornada*, p. 27.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (año). Recuperado de: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200618-covid-19-sitrep-150.pdf?sfvrsn=aa9fe9cf_2

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020). Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. Recuperado de: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports

Organización Panamericana de la Salud (OPS) (año). Recuperado de: https://www.paho.org/es/documentos-tecnicos-ops-enfermedad-por-coronavirus-covid-19#comorbilidades

Our World in Data. (2020). Recuperado de: https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-covid–vaccinations?tab=chart&stackMode=absolute&country=BGD~BRA~CAN~CHL~CHN~European%20Union~DEU~IDN~ISR~ITA~MAR~RUS~ESP~TUR~ARE~GBR~USA~MEX~BHR&region=World [Consultado el 31 de diciembre del 2020].

Poy Solano, L., (2020). No nos damos abasto. Agotadas, enfermeras miran con tristeza la indolencia de la gente (12 de diciembre). *La Jornada*, p. 4.

Ritchie, H., *et al.* (2020). *Our World in Data*. Recuperado de: https://ourworldindata.org/covid-deaths.

Ramírez, L. (2020). Evolución, distribución y difusión del COVID-19 en Argentina: primer mes (03/03/2020–02/04/2020). *Revista Posición*. Dossier: Análisis geográfico del COVID-19. Universidad Nacional de Luján, Argentina. Recuperado de: https://posicionrevista.wixsite.com/inigeo/numero-3-2020

Santana, G. (2020). Vulnerabilidad diferencial de los estados mexicanos frente al covid-19. *Revista Posición*, 3. Dossier: Análisis geográfico del COVID-19. [En línea]. Recuperado de: https://posicionrevista.wixsite.com/inigeo/numero-3-2020 [Consultado en abril de 2020].

Santana M. (2020). COVID-19 en México: Comportamiento espacio temporal y condicionantes socioespaciales, febrero y marzo de 2020. *Revista Posición*, 3. Dossier: Análisis geográfico del COVID-19. [En línea]. Recuperado de: https://posicionrevista.wixsite.com/inigeo/numero-3-2020 [Consultado en abril de 2020].

Santana, M., *et al.* (2020). COVID-19 en México: asociación espacial de cara a la fase tres. *Revista HYGEIA. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.* Recuperado de: http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/issue/view/1972

Jones, W. (1994). Extracto de: Hipócrates, "Airs, Waters, Places". En Buck *et al.* (1948). *El desafío de la epidemiología*, OPS, pp. 505-1077. Washington D.C.: Harvard University Press.

Xantomila, J. (2020). Reabren Basílica de Guadalupe; persisten filtros sanitarios (15 de diciembre). *La Jornada*, p. 33.

Xantomila, J. (2021). Llegan peregrinos a última hora; "no faltaré a La Villa hasta que muera", (10 de diciembre). *La Jornada*, p. 24.

ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DE LA MORTALIDAD POR INFLUENZA Y NEUMONÍA EN MÉXICO DE 1979 A 2015

David Maximiliano Zermeño Díaz[*]
Leticia Gómez Mendoza[*]
Rodolfo Acuña Soto[*]

Resumen

Con el propósito de entender mejor los impactos de enfermedades respiratorias en México, se investigaron los aspectos demográficos de la mortalidad por influenza y neumonía de 1979 a 2015. Se encontró que: *1)* el grupo etario con mayor mortalidad al comienzo del período fue el de infantes menores a cinco años, que *2)* la tasa de mortalidad en todos los grupos etarios se redujo dramáticamente entre 1979 y 2002, y que *3)* la pandemia de A (H1N1) del 2009 causó más mortalidad en el grupo etario de personas entre 20 y 60 años; tal evento pandémico dio inicio a un período de relativamente alta mortalidad que duró cerca de seis años. De estos resultados, es notable que la mayor reducción de mortalidad de 1979 a 2002 ocurrió en regiones donde la mortalidad era alta en un comienzo, y que tal reducción benefició a los grupos etarios más vulnerables (infantes y adultos mayores). Respecto a la estacionalidad, la temporada de menor mortalidad es junio y agosto, la temporada de mayor mortalidad es de octubre a marzo, con el máximo en enero; tal comportamiento estacional es similar en todos los grupos poblacionales, y es consistente con la distribución espacial de la mortalidad asociada a una alta transmisibilidad de patógenos: la tasa de mortalidad es más alta durante las temporadas y en regiones climatológicamente frías y secas.

Debido a que el grupo más vulnerado por la pandemia por A (H1N1) no fue el grupo con personas más vulnerables por su edad, estos resultados sugieren que la protección a la población bajo ambientes con alta transmisibilidad de patógenos es clave para reducir los impactos por COVID-19, ya que tales impactos podrían continuar fácilmente por un período igual o mayor a seis años.

* Universidad Nacional Autónoma de México: davidzermeno@filos.unam.mx | gomez.leticia852@gmail.com | acunasoto.rodolfo@gmail.com

Palabras clave: Influenza y neumonía, demografía, tendencias, patrones espaciales y temporales.

Abstract

In order to better understand how respiratory deceases affect the Mexican population, this study investigates basic demographic aspects of the mortality caused by flu and pneumonia during the 1979-2015 period. It is found that 1) the demographic group with highest mortality rate is that of infants younger than five years old, that 2) the mortality rate was drastically reduced between 1979-2002, and that 3) the A (H1N1) pandemic of 2009 affected the most the population between 20 and 60 years old; such pandemic event started a period of relatively high mortality rates that lasted about six years. From these results, it is notable that the reduction of mortality between 1979 and 2002 mostly occurred over where mortality was high at the beginning, and that such reduction benefited the groups that are most vulnerable by their age (infants and people of older than 60). In regard to seasonality, the mortality is lower from June to August, and it is higher from October to March, peaking in January; such seasonality is similar in all demographic groups, and it is consistent with the spatial distribution of mortality associated with a high transmissibility in patogens: the highest mortality rates occur during seasons and regions that are climatologically cold and dry. Results also showed that the pandemic event of 2009 of A (H1N1) started a high mortality period that lasted six years. Since the group of people that proved to be most vulnerable to impacts of A (H1N1) was not the group of people that is most vulnerable by their age, these results suggest that protection to the population subject to environments with high pathogen transmissibility is key to reduce impacts by COVID-19, given that such impacts might last for a period of equal or longer than six years.

Autor responsable de la correspondencia: Doctor David Maximiliano Zermeño Díaz. Departamento de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Circuito Escolar S/N. Universidad Nacional Autónoma de México, 04510.

Introducción

La influenza y la neumonía son enfermedades respiratorias conocidas por la alta mortalidad que causan entre infantes y adultos mayores. Aunque estas enfermedades son relativamente predictivas en cuanto a su estacionalidad, sus impactos son difíciles de cuantificar pues son enfermedades extremadamente contagiosas, y de etiología diversa, en gran medida son transmisibles por medio de aerosoles, y también se propagan a través del contacto con secreciones respiratorias infectadas (Davis *et al.*, 2012; Kuri-Morales *et al.*, 2006; Morens *et al.*, 2008). Ambas enfermedades afectan el aparato respiratorio, y dificultan la difusión de oxígeno en el cuerpo (Davis *et al.*, 2012; Morens *et al.*, 2008). Cuando ambas se presentan en un individuo, comúnmente la influenza precede a la neumonía: la influenza incrementa las posibilidades de desarrollar neumonía (Shrestha *et al.*, 2013). Como una introducción a los aspectos médicos elementales de la influenza y la neumonía, se recomienda el trabajo de Zermeño *et al.* (2020), y los estudios ahí citados.

Los impactos por enfermedades respiratorios constituyen una problemática compleja para la sociedad, pues en ellas intervienen diversos factores socioambientales, tanto biológicos y médicos, como económicos y culturales. La interrelación entre estas esferas socioambientales ha sido manifestada de forma dramática con múltiples impactos durante los eventos pandémicos en nuestra historia reciente: el evento de la influenza española de 1918 (Chowell *et al.*, 2011; Morens *et al.*, 2008), el de A (H1N1) en 2009 (Hajjar y McIntosh, 2010; Reyes Canche-Pech *et al.,* 2017), y el nuevo acontecimiento, 2019-2020, por la Coronavirus Disease (COVID-19) (OMS, 2019). Dada la complejidad que existe detrás de los impactos por enfermedades respiratorias, en esta investigación nos enfocamos al estudio de sólo unos cuantos de sus aspectos en México: la mortalidad por influenza y neumonía; su distribución por edad y sexo, y su distribución espacio-temporal.

Aunque los impactos por COVID-19 a la salud son nuevos, su comparación con datos históricos de otras enfermedades respiratorias como la influenza, permitirá evaluar cuantitativamente qué tan relativamente diferentes son los impactos de esta enfermedad emergente. Con tal motivación, este trabajo tiene el objetivo general de tratar de entender mejor los impactos que causan las enfermedades respiratorias en México, y con ello rescatar lecciones históricas que nos podrían ayudar a comprender mejor los estragos causados por la pandemia de COVID-19. Este problema es

abordado desde una perspectiva geográfica con dos objetivos específicos principales: *1)* detectar qué grupos poblacionales y qué regiones tienen una mayor mortalidad por influenza y neumonía, y *2)* detectar comportamientos espacio-temporales diferentes en tales grupos. Estos objetivos ayudarán a identificar características geográficas particulares en cada grupo poblacional, y tales características podrían manifestar diferentes dinámicas de contagio, transmisibilidad e impactos por patógenos no sólo de influenza y neumonía, sino por patógenos virales en general.

Datos y metodología

Para este estudio se usaron datos a nivel municipal del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2018), y del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI, 2010). Los datos de mortalidad por influenza y por neumonía en SINAIS están divididos en dos períodos bajo dos claves diferentes de acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE, 2018). De 1979-1997, bajo la CIE novena revisión (CIE-9), los casos de neumonía corresponden a la clave 480 y los de influenza a la clave 486. Por otro lado, de 1998-2015, bajo la décima edición de la CIE (CIE-10), los casos de neumonía corresponden a la clave J12, y los de influenza a la clave J18. En total, esta información de mortalidad cubre un período de 37 años con resolución temporal mensual. Del INEGI, se usaron los datos de número de habitantes por cada municipio de los censos nacionales de 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, y del conteo poblacional de 2015.

La tasa de mortalidad por cada 100 000 habitantes es calculada mediante un cociente: se divide el número de casos entre el número de habitantes donde se presentaron tales casos; después, el resultado se multiplica por 100 000. En este estudio la tasa de mortalidad fue calculada para cada municipio usando una resolución temporal anual. Para obtener tal resolución temporal, los datos de mortalidad –datos mensuales– fueron acumulados en cada año para lograr una "temporalidad" anual. Por otro lado, debido a que los datos de número de habitantes de 1970 a 2010 tienen una resolución decadal, se realizó una interpolación lineal usando el método de mínimos cuadrados (O'Brien, 1992). Con este método de interpolación, los datos de número de habitantes considerados en este estudio fueron interpolados desde una resolución decadal (con la excepción del conteo 2015) a una resolución temporal anual de 1979 a 2015. Esta metodología fue aplicada a nivel municipal.

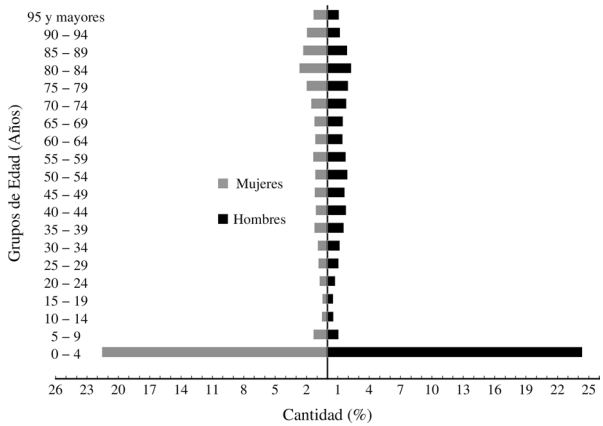
El método de mínimos cuadrados también fue utilizado para estimar tendencias lineales. Al ser usado para estimar tendencias lineales, el método de mínimos cuadrados se usa para estimar la pendiente de la línea de interpolación óptima; es decir, la pendiente de tal recta de interpolación es tomada como la tendencia de la serie de datos sobre la cual fue calculada. En el caso particular de nuestro estudio, se calculó una interpolación con mínimos cuadrados para estimar la pendiente de la pendiente que mejor representaría la evolución de la tasa de mortalidad en cada municipio. Todas las tendencias lineales estimadas fueron sometidas a una prueba de significancia estadística tipo *t-Student* a 95% de confiabilidad (*p-value = 0.05*; Matthews, 1981). El computo matemático-estadístico de este estudio se realizó con el programa conocido como *Matlab* versión *9.10 (R2021a)*; todas las gráficas se crearon con el programa *Generic Mapping Tools* versión *4.5.18*.

Resultados

Mortalidad por edad y sexo

En el período de estudio, 1979-2015, se registraron 32 382 muertes por influenza y neumonía; la distribución de estos casos por edad y por sexo se muestra en la figura 1. El grupo que presenta mayor mortalidad es el grupo de infantes, ambos sexos, menores a cinco años, con 45.9% de la mortalidad total (ver figura 1). Aunque para un período más corto (1990-2007), este tipo de tendencias en este grupo de edad también ha sido mostrado en México en estudios previos (Fernández-Cantón *et al.*, 2009). Los resultados de la figura 1 muestran otro grupo con una alta mortalidad: el grupo de personas mayores a 65 años (con 26.4% de la mortalidad total). Finalmente, otro aspecto de la mortalidad mostrado en la figura 1, es que estas enfermedades tienden a causar mayor mortalidad en el grupo de hombres (con 51.9% de la mortalidad total) que en el grupo de mujeres (con 48.1% de la mortalidad total).

Figura 1. Frecuencias relativas (%) de mortalidad por influenza y neumonía agrupadas por edad (cada cinco años) y por sexo

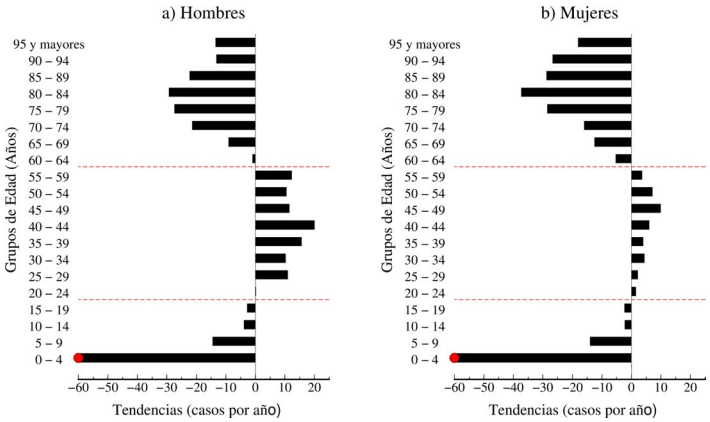


Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS.

Tendencias temporales

En la evolución temporal de las tasas de mortalidad se observan principalmente dos aspectos: *1)* Existieron tendencias negativas en las tasas de mortalidad en el grupo de menores a 19 años, y en el grupo de mayores a 60 años en ambos sexos (ver figura 2). *2)* Existieron tendencias positivas en la mortalidad en el grupo de mayores a 20 pero menores a 59 años. En cuanto reducción, el grupo que presenta la mayor tendencia es el de infantes menores a cinco años en ambos sexos. Aunque las tendencias en tasas son similares para ambos sexos, se registró una menor tendencia de disminución de mortalidad en el grupo de hombres de menores a 19 años y mayores a 60 años respecto al mismo grupo etario de mujeres. De forma similar, el incremento de mortalidad que se registró en el grupo de hombres entre 20 y 59 años fue ligeramente mayor que el incremento en el grupo de mujeres.

Figura 2. Tendencias lineales en la mortalidad por influenza y neumonía en ambos sexos



Nota: El círculo rojo indica que la barra fue cortada por motivos visuales; el valor en la barra con el círculo rojo en el grupo de hombres es de -441 912 casos, en el grupo de mujeres es de -381 395 casos por año. Las líneas rojas proveen ayuda visual.

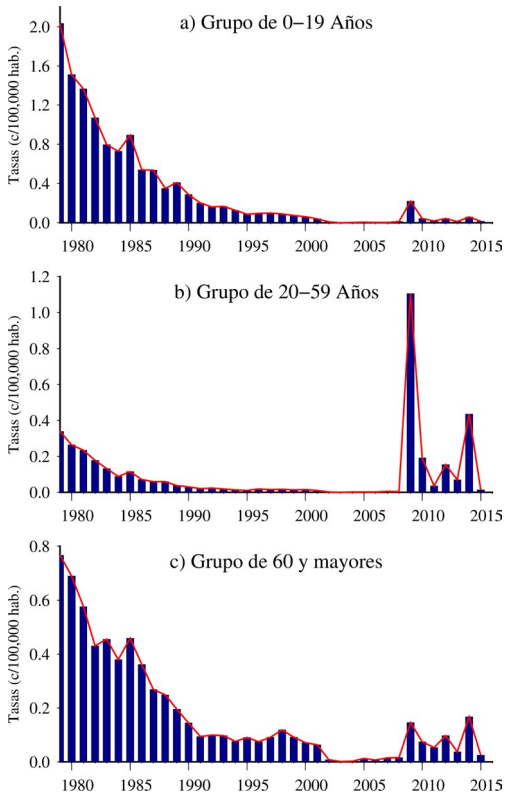
Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS.

La figura 3a muestra que las tendencias positivas en la mortalidad en ambos sexos en un rango de edad entre 20 y 59 años fueron causadas por el evento anómalo del 2009, la pandemia de A (H1N1) (Hajjar y McIntosh, 2010; Reyes Canche-Pech *et al.*, 2017): de 1979 a 2002 la tendencia tiene un comportamiento decreciente en todos los grupos de edad, pero la mortalidad incrementa dramáticamente en el 2009. Aunque el comportamiento es diferente para los tres grupos de edad de 1979 a 2002, es notable que los tres grupos de edad registraron una mortalidad de prácticamente cero en el período de siete años que comprende 2003-2008.

En el 2009, las mayores tasas de mortalidad en ambos sexos se registraron en el grupo de edad entre 20 a 59 años, y la tasa de mortalidad registrada fue superior a una persona por cada 100 mil habitantes (figura 3b). En el 2009, la tasa de mortalidad en los otros dos grupos en ambos sexos fue superior a 0.1 personas por cada 100 000 habitantes, pero menor a 0.2 (figuras 3a y 3c). Después del evento del 2009, el grupo de personas de 20 a 59 años se mantuvo como el grupo con mayor mortalidad (ver figura 3b). Aunque la mortalidad en el grupo de mayores a 60 años se redujo a

valores cercanos a cero (figura 3a), el grupo de menores a 19 años mantuvo valores de mortalidad cercanos a 0.1 por cada 100 000 habitantes (ver figura 3c).

Figura 3a. Evolución de tasas de mortalidad por influenza y neumonía en tres grupos etarios en ambos sexos: a) menores a 19 años; b) entre 20 y 59 años; y c) mayores a 60 años



Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS e INEGI.

Después de 2009, los niveles de mortalidad se mantuvieron relativamente altos comparados al período 2003-2008, y los niveles de mortalidad cercanos a cero que caracterizaron a esos siete años no se recuperaron hasta prácticamente el año 2015 (ver figuras 3b y 3c). Este comportamiento indica que, una vez ocurrido el evento pandémico de A (H1N1) del 2009, las tasas de mortalidad continuaron relativamente altas por cerca de seis años.

De la figura 3 no sólo es notable que a partir del año 2009 volvieron a incrementarse las tasas de mortalidad, también es notable la marcada reducción en la mortalidad de 1979 a 2002. Por ejemplo, la mortalidad en el grupo de personas menores a 19 años (figura 3a), ya que, a finales de la década de 1970, este grupo registraba la mayor mortalidad, con cerca de dos personas por cada 100 000 habitantes, pero cerca del año 2003, su mortalidad se había reducido hasta prácticamente cero. La reducción en la mortalidad durante dicho período se registró en todos los grupos etarios para ambos sexos. Tal reducción es notable ya que de 1979 a 2002 hubo un incremento poblacional cercano a 40 millones (INEGI, 2010), o lo equivalente a un incremento de casi 63% respecto a la población registrada estimada del año 1979.

Patrones espacio-temporales

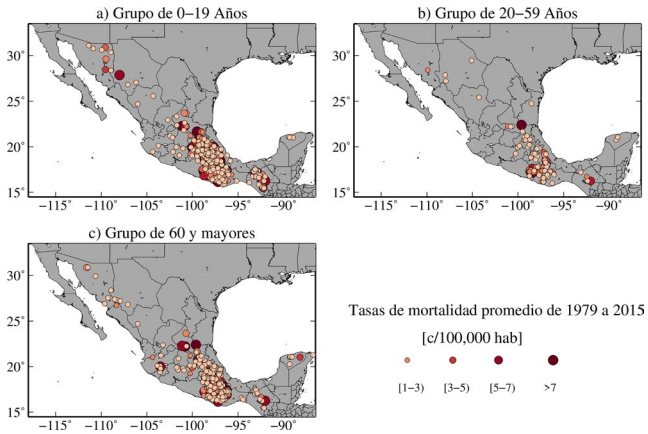
Los patrones espacio-temporales de mortalidad fueron analizados separando tres grupos etarios: *a)* infantes y jóvenes menores a 19 años, *b)* personas entre 20 y 59 años, y *c)* mayores a 60 años. Mientras que los grupos a y b son grupos con población caracterizada por una vulnerabilidad alta (población con infantes y adultos mayores), el grupo c tiene una población caracterizada por ser laboralmente activa y relativamente menos vulnerable. Aunque son evidentes las diferencias etarias entre estos tres grupos, la separación de estos grupos en el análisis de este estudio está basada en el análisis de tendencias de la figura 2, donde se mostró que hay tendencias negativas en los grupos a y b, pero tendencias positivas en el grupo c.

La región donde se registraron las mayores tasas de mortalidad en el período 2009 al 2015 cubre el centro de México, y la región montañosa del centro-sur y centro-este de México (región señalada con un línea color cían en la figura 4). En el centro de México esta región incluye al Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, la Ciudad de México, y el este de San Luis Potosí, región de la zona huasteca. En la región centro-sur y centro-este incluye a las partes altas de Oaxaca y Guerrero, y a la región montañosa central de Veracruz. Estas regiones se caracterizan por presentar climas relativamente fríos y secos (García, 2004). Otras regiones con características climáticas similares, regiones frías y secas, donde las tasas de mortalidad también han sido relativamente altas incluyen al suroeste de Chihuahua, el este de Sonora, Yucatán las regiones montañosas de Chiapas. Finalmente, la figura 4 muestra a Yucatán con

una mortalidad relativamente alta; este resultado es llamativo ya que el clima de esta región es típicamente tropical.

Aunque la mortalidad se distribuye espacialmente de forma similar entre todos los grupos de edad, se observan tres diferencias principales: *1)* la mortalidad en el grupo de personas de 20 a 59 es menor en casi todas las regiones, excepto sobre el este de San Luis Potosí (ver figura 4b); *2)* la mortalidad en el grupo de personas menores a 19 años es particularmente en las regiones altas de Chihuahua y Sonora (ver figura 4a); *3)* la mortalidad en el grupo de personas mayores a 60 años es ligeramente alta sobre Jalisco (ver figura 4c). Finalmente, cabe resaltar el caso de Chiapas, en donde la mayor mortalidad se observó en el grupo de personas más vulnerables (menores a 19 años y mayores a 60 años; figuras 4a y 4c), y donde la distribución espacial para los tres grupos etarios analizados mostró una mortalidad acentuada sobre las regiones montañosas. No se observaron diferencias en la mortalidad por sexo: al ser analizados por separado, la distribución espacial en las tasas de mortalidad en hombres y mujeres se observaron cualitativamente equivalentes al presentado en la figura 4.

Figura 4. Distribución espacial del promedio de las tasas de mortalidad por influenza y neumonía en tres grupos etarios en ambos sexos: a) menores a 19 años; b) entre 20 y 59 años; y c) mayores a 60 años.



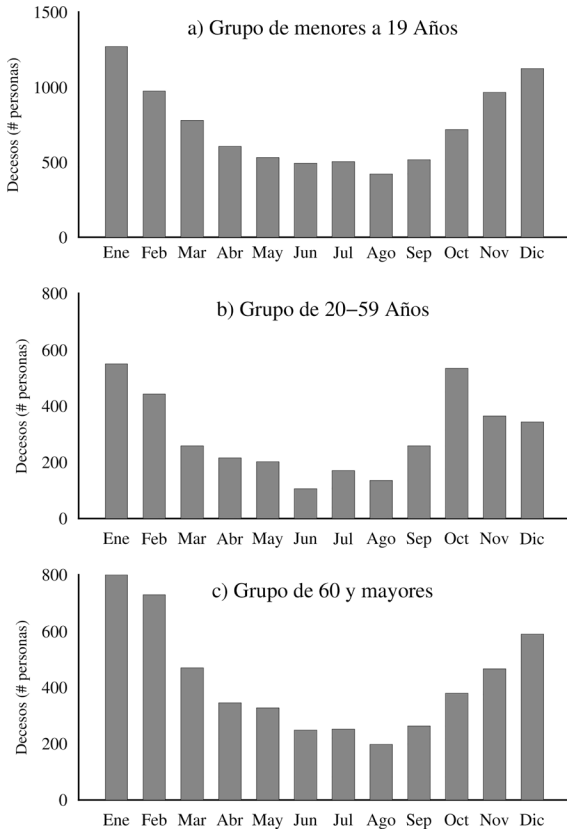
Nota: Sólo se muestran tasas de mortalidad mayores a 1 c/100 mil habitantes

Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS e INEGI.

El patrón espacial de las tasas mortalidad de la figura 4 sugiere que una alta mortalidad tiende a ocurrir donde se combinan tres factores: *a)* niveles relativamente altos de densidad poblacional (figura 4 en Zermeño *et al.*, 2020), como es el caso del centro de México, y la zona metropolitana de Mérida en Yucatán; *b)* niveles relativamente altos de marginación/pobreza, como es el caso de la región sur y suroeste de Chihuahua y el este de Sonora (región tarahumara), y la zona huasteca del estado de San Luis Potosí (PNUD, 2019); y *c)* un clima relativamente fríos y seco, como en la región montañosa centro-este, sobre el noroeste de México y las regiones altas de Oaxaca y Chiapas (García, 2004).

En términos climáticos, la distribución espacial de la mortalidad de la figura 4 es consistente con el patrón mensual de la figura 5: más decesos en regiones/períodos fríos y secos. En particular, el mayor número de decesos registrados ocurrió en los meses de octubre a marzo, y el máximo de decesos se presentó en el mes de enero (ver figura 5). Por otro lado, los meses con el menor número de decesos fueron junio, julio y agosto. De tal período, el mínimo para menores a 19 años y mayores a 60 años se presentó en el mes de agosto (ver figuras 5a y 5c), y el mínimo en el grupo de entre 20 y 59 años se presentó en el mes de junio (ver figura 5b). Respecto a la mortalidad dividida por sexo, este análisis de la estacionalidad (ver figura 5) también arroja diferencias prácticamente nulas: para ambos sexos la distribución mensual sigue el patrón de la figura 5.

Figura 5. Distribución mensual de mortalidad por influenza y neumonía en tres grupos etarios en ambos sexos: a) menores a 19 años; b) entre 20 y 59 años; y c) mayores a 60 años



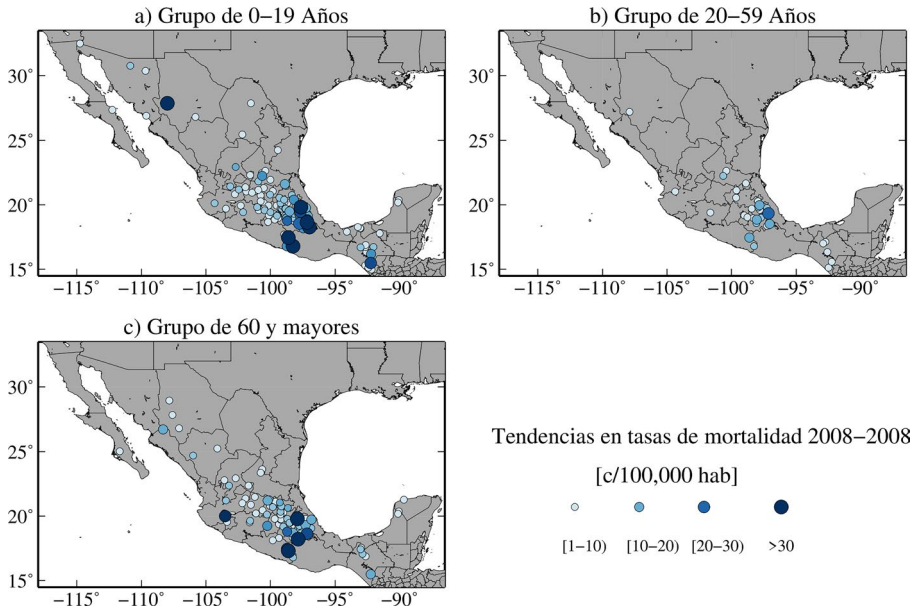
Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS.

Aunque las figuras 4 y 5 muestran un patrón espacio-temporal combinado, éste debe ser interpretado en el contexto de su evolución en el tiempo durante el que su información fue recabada. Es decir, tales patrones deben ser interpretados considerando sus tendencias. Como se mostró en la figura 3, las tendencias temporales en el período analizado tienen dos períodos marcadamente diferentes: uno es el de 1979 a 2008 –con una reducción en la mortalidad– y el otro es el de 2009 a 2015 –con un incremento–. A continuación, las figuras 6 y 7 muestran las características espaciales de la evolución temporal de la mortalidad para estos dos períodos.

Las tendencias de 1979 a 2008 fueron negativas (ver figura 3) tanto a nivel nacional como a un nivel de desagregación regional (ver figura 6); las tendencias negativas a nivel regional, sin embargo, tienen dos excepciones: Oaxaca y Yucatán; sobre estas dos regiones las tendencias fueron prácticamente nulas. En contraste, las otras regiones la disminución en la mortalidad ocurrió en todos los grupos de edad de forma proporcional a la cantidad inicial. Es decir, se redujo la mortalidad donde inicialmente había mayor mortalidad.

De 2009 a 2015 la mortalidad se incrementó prácticamente en todas las regiones de México (ver figura 7). El grupo etario con más decesos durante este período fue el de personas entre 20 y 59 años (ver figura 7b). En este grupo etario, y también en el de mayores a 60 años, el mayor número de decesos se concentró sobre la región centro, centro-sur y centro-este, y sobre la región noroeste de México (ver figuras 7b y 7c). Dichas regiones se caracterizan por ser zonas con altas densidades poblacionales, altos niveles de pobreza, y climas relativamente fríos y secos. Finalmente, cabe resaltar el caso de Yucatán. Este estado registró un número relativamente alto de decesos de 2009 a 2015 en el grupo de personas de 20 a 50 años (ver figura 7c), pero su clima no se caracteriza por ser frío o seco. Aunque desconocemos la razón detrás, es interesante apuntar que la península de Yucatán tiene una estacionalidad diferente a la de otros estados de México: ahí la ocurrencia de influenza tiene un pico principal en septiembre (Ayora-Talavera *et al.*, 2017), a diferencia de diciembre-febrero en el resto del país.

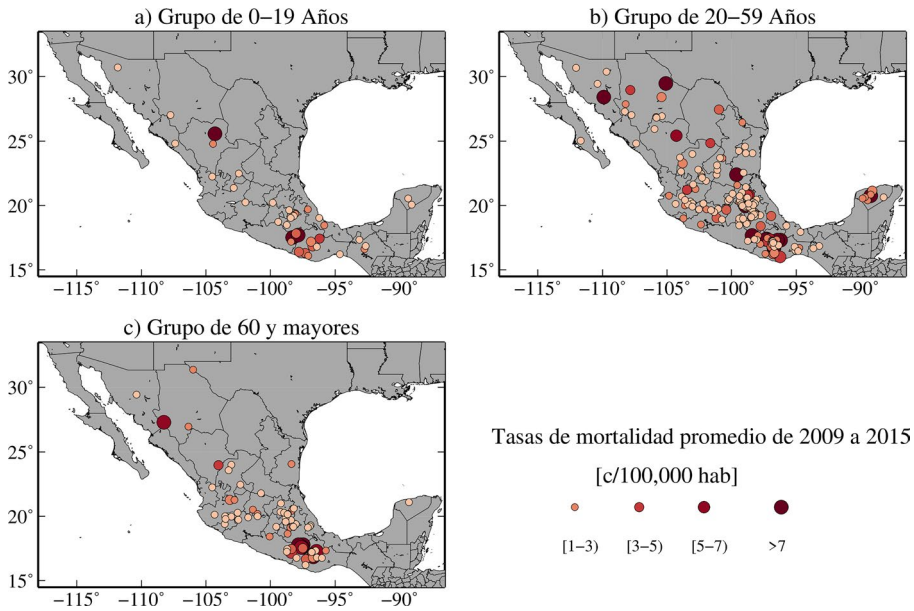
Figura 6. Distribución espacial del promedio de las tendencias lineales en las tasas de mortalidad por influenza y neumonía de 1979 a 2008, en tres grupos etarios en ambos sexos: a) menores a 19 años; b) entre 20 y 59 años; y c) mayores a 60 años



Nota: Sólo se muestran resultados estadísticamente significativos (*p-value* < 0.05) con tasas de mortalidad mayores a 1 c/100 mil habitantes.

Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS e INEGI.

Figura 7. Distribución espacial del promedio de las tasas de mortalidad por influenza y neumonía de 2009 a 2015, en tres grupos etarios en ambos sexos: a) menores a 19 años; b) entre 20 y 59 años; y c) mayores a 60 años



Nota: Sólo se muestran tasas de mortalidad mayores a 1 c/100 mil habitantes.

Fuente: Elaboración propia con base en SINAIS e INEGI.

Sumario y conclusiones

En este estudio se investigaron los aspectos demográficos de la mortalidad por influenza y neumonía con dos propósitos principales: tratar de entender mejor los impactos que causan las enfermedades respiratorias en México, y tratar de rescatar lecciones históricas que nos puedan ayudar a comprender los impactos por la pandemia de Covid-19 y cómo enfrentarla desde una perspectiva geográfica.

Los resultados arrojan que las regiones donde la mortalidad es más alta son regiones con altas densidades poblacionales, altos niveles de pobreza, y con climas

relativamente fríos y secos. Aunque hay algunas excepciones a este patrón, como Yucatán que tiene un clima que no es predominantemente frío y seco. En términos generales, los patrones de estacionalidad mostrados en este estudio son consistentes resultados previos para México (Zermeño *et al.*, 2020; Ruiz-Matus *et al.*, 2017) y para otros países (Cilloniz *et al.*, 2017; Shaman y Kohn, 2009), resultados en los que se ha mostrado un mayor número de defunciones bajo climas fríos y secos. La razón detrás de tal relación entre la mortalidad y clima está el factor de la transmisión de patógenos (Shaman y Kohn, 2009; Shaman *et al.*, 2010). Más específicamente, algunos factores asociados con relación entre mortalidad por enfermedades respiratorias y clima son los aerosoles que se trasmiten con mayor facilidad en un medio seco, ya que se propagan en partículas más pequeñas porque el agua que los recubre se evapora más fácilmente en ambientes secos; una atmósfera fría puede contener menos cantidad de vapor de agua, lo que propicia ambientes más secos; los aerosoles pequeños son potencialmente más riesgosos para la salud humana cuando se encuentran presentes en un ambiente con poco concentración de humedad porque pueden penetrar las vías respiratorias más profundamente; las vías respiratorias llegan a ser más vulnerables en ambientes secos debido a que son más fácilmente irritadas al ser expuestas a bajos niveles de humedad.

Por otro lado, la distribución espacial mostrada de la mortalidad desagregada por grupos etarios sugiere que las medidas para la reducción de la mortalidad son efectivas cuando se atienden a los grupos característicamente más vulnerables. Ello fue revelado durante el período 1979-2002, período en el que la mortalidad se redujo significativamente en todos los grupos de edad, sobre regiones con altas densidades poblacionales, altos niveles de pobreza, y con climas relativamente fríos. Aunque este patrón de tendencias de mortalidad negativa caracterizó la mayor parte del período de estudio, este patrón también tuvo excepciones, como las partes altas de Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, tales excepciones podrían estar originadas no en factores relacionados a la vulnerabilidad a la influenza y neumonía, sino al registro en sí del número de decesos por estas enfermedades, ya que podría haber un subregistro de información.

Un evento que marcó el período de estudio fue la pandemia por A (H1N1) ocurrida en 2009 (Hajjar y McIntosh, 2010; Reyes Canche-Pech *et al.*, 2017). Aunque las tendencias de mortalidad eran contundentemente negativas antes de ese año, el 2009 marcó el inicio de un período que duró aproximadamente seis años con altos niveles

de mortalidad, período en el cual se registraron hasta cuatro olas de contagios por A (H1N1), en primavera, verano y otoño de 2009, y en los inviernos de 2011-2012, 2012-2013, y 2013-2014 (Borja-Aburto *et al.*, 2012; Dávila *et al.*, 2014). Estos altos niveles de mortalidad afectaron principalmente al grupo poblacional caracterizado por ser laboralmente activo: el grupo de personas entre 20 y 59 años. Con estos datos, cabe preguntar si la pandemia por A (H1N1) inició seis años de alta mortalidad, ¿cuántos años de alta mortalidad se esperarán después del inicio por Covid-19? La lección aprendida del 2009 sugiere que probablemente sean más de seis años.

Sin embargo, ante el anterior escenario pesimista, cabe volver a recordar que en el pasado (1979-2002) se consiguió abatir la mortalidad por influenza y neumonía a niveles cercanos a cero. Y, tal reducción en la mortalidad, como lo sugieren los resultados de este estudio y de otros (McAllister *et al.*, 2019), fue lograda focalizando al grupo más vulnerable de la época, los menores a 5 años. Algunas medidas que pudieron ayudar a los grupos vulnerables durante ese período incluyen la vacunación (Kuri-Morales *et al.*, 2006), la adopción de hábitos higiénicos (Morawska, 2006), el aumento en el acceso a la protección social, y en general, la disminución de la pobreza (Knaul *et al.*, 2012).

Los resultados mostrados en este estudio presentaron una paradoja respecto a la vulnerabilidad de los grupos analizados ante el evento pandémico de 2009: es paradójico que el grupo más vulnerado por esa pandemia fuera el grupo de adultos (de 20 a 59 años), y no los grupos etarios más vulnerables (infantes y adultos mayores). Es decir, una mayor vulnerabilidad en el grupo etario de adultos no puede considerarse como la causa de su mayor mortalidad. Sin embargo, una causa de su alta mortalidad puede ser simplemente una alta tasa de contagio, ya que este grupo es presumiblemente el más activo en términos sociales y laborales, y por ello, el que más puede ser afectado por la transmisibilidad de patógenos. De ser así, los resultados de este estudio también sugieren que, las acciones para reducir las tasas de mortalidad ante Covid-19 deben incluir tanto a personas vulnerables, como a personas con una alta exposición a patógenos y en áreas geográficas con una alta transmisibilidad.

Los resultados de este trabajo sugieren que la mortalidad por influenza y neumonía tiene patrones geográficos y etarios claramente diferenciados. Aunque tales patrones fueron expuestos de forma cualitativa en este estudio, los resultados generados podrían ser usados para la detección de conglomerados; un trabajo así podría determinar cuantitativamente qué tanto los casos se ubican aleatoriamente, qué tanto siguen

patrones topográficos, y qué tanto siguen algún índice de vulnerabilidad, como de pobreza o falta de acceso a la infraestructura hospitalaria. Es decir, los resultados de este trabajo sirven como evidencia para un trabajo futuro que investigue formalmente la hipótesis de que la mortalidad por enfermedades respiratorias ya sea por influenza, neumonía o Covid-19, tiene aspectos geográficos predecibles en México. Entonces, al determinarse claramente esos aspectos (idealmente con indicadores geográficos claros y específicos), las estrategias para reducir los impactos de estas enfermedades podrían establecer un esquema con prioridades jerarquizadas que se enfocara no sólo a la reducción de la mortalidad en esos grupos, sino también a tratar de reducir la propagación de patógenos en las regiones de más contagios (regiones con alta densidad poblacional, con climas fríos y secas). Tales esquemas de prioridad tendrían que ser trabajados bajo un esquema emergente de gestión integral del riesgo ante enfermedades respiratorias.

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la doctoranda Karla Issel Lara Rojas sus valiosos comentarios y sugerencias sobre este trabajo.

Referencias

Ayora-Talavera, G., *et al.* (2017). Influenza seasonality goes south in the Yucatan Peninsula: the case for a different influenza vaccine calendar in this Mexican region. *Vaccine*, 35 (36), pp. 4738-4744. Recuperado de: https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.07.020

Borja-Aburto, V., *et al.* (2012). Epidemiological characterization of a fourth wave of pandemic A/H1N1 influenza in Mexico, winter 2011- 2012: age shift and severity. Archives of *Medical Research*, 43 (7), pp. 563-570. Recuperado de: https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2012.09.005

Chowell, G., *et al.* (2011). Mortality patterns associated with the 1918 influenza pandemic in Mexico: evidence for a spring herald wave and lack of preexisting immunity in older populations. *The Journal of Infectious Diseases*, 202 (4), pp. 567–575. https://doi.org/10.1086/654897

Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE). Recuperado de: https://www.who.int/classifications/icd/en/ [Consultado el 20 de octubre de 2018].

Cohen, F., y Dechezleprêtre, A. (2017). Mortality inequality, temperature and public health provision: evidence from Mexico. *Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Pape*r. 268 (o también: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper. 268. Recuperado de: http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/publication/mortality-temperature-and-public-health-provision-evidence-from-mexico/

Cilloniz, C., *et al.* (2017). Seasonality of pathogens causing community-acquired pneumonia. *Respirology*, 22 (4), pp. 778-785. Recuperado de: https://doi.org/10.1111/resp.12978

Dávila, J., *et al.* (2014). Substantial Morbidity and Mortality Associated with Pandemic A/H1N1 Influenza in Mexico, 2013-2014: Gradual Age Shift and Severity. *PloS Currents*, 6. Recuperado de: https://dx.doi.org/10.1371%2Fcurrents.outbreaks.a855a92f19db1d90ca955f5e908d6631

Davis, B., *et al.* (2012). Influenza and Community-acquired Pneumonia Interactions: The Impact of Order and Time of Infection on Population Patterns. *American Journal of Epidemiology*, 175, pp. 363-367. Recuperado de: https://doi.org/10.1093/aje/kwr402

Fernández-Cantón, S. y Perdigón G. (2009). Evolución de la mortalidad por neumonías en México 1990-2007. *Boletin Médico del Hospital Infantil de México*, 67 (3), pp. 75-77. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v67n1/v67n1a11.pdf [Consultado el 20 de diciembre de 2018].

García, E., (2004). Modificaciones al sistema climático de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México. Recuperado de: http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/83 [Consultado el 17 de marzo de 2019].

Hajjar, S. A. y McIntosh, K. (2010). The first influenza pandemic of the 21st century. *Annals of Saudi medicine*, 30 (1), pp. 1-10. Recuperado de: https://www.annsaudimed.net/doi/abs/10.4103/0256-4947.59365

INEGI. (2010). Censos. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html [Consultado el 19 de octubre de 2018].

Knaul, F., *et al.* (2012). The quest for universal health coverage: achieving social protection for all in Mexico. *The Lancet*. 380 (9849), pp. 1259-1279.

Kuri-Morales, P., *et al.* (2006). Mortalidad en México por influenza y neumonía (1990-2005). *Salud Pública de México*, 48 (5), pp. 379-384. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v48n5/32096.pdf [Consultado el 18 de abril del 2020].

Matthews, J. (1981). Quantitative and Statistical Approaches to Geography: A practical manual. Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford 0 X 3 OBW, England.

McAllister, D., *et al.* (2019). Global, regional, and national estimates of pneumonia morbidity and mortality in children younger than 5 years between 2000 and 2015: a systematic analysis. *The Lancet Global Health*, 7 (1), e47-e57. Recuperado de: https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30408-X

Morawska, L. (2006). Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? *Indoor Air*, 16 (5), pp. 335–347. Recuperado de: https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2006.00432.x

Morens, D., *et al.* (2008). Predominant role of bacterial pneumonia as a cause of death in pandemic influenza: implications for pandemic influenza preparedness. *The Journal of Infectious Diseases*, 198 (7), pp. 962-970. Recuperado de: https://doi.org/10.1086/591708

Morens, D. y Taubenberger, J. (2018). Influenza Cataclysm, 1918. *The New England Journal of Medicine*, 379 (24), pp. 2285-2287. Recuperado de: https://doi.org/10.1056/NEJMp1814447

O'Brien, L., 1992. Introducing Quantitative Geography: Measurement, methods and generalized linear models. Routledge London: Nueva York.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019). Información general sobre pandemia de COVID-19. Recuperado de: https://www.who.int/emergencies/ diseases/novel-coronavirus-2019 [Consultado el 1º de abril de 2020].

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2019). Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015: Transformando México desde lo local. Recuperado de: https://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/idhmunicipal20102015/Informe%20IDHMunicipal-completo.pdf [Consultado el 6 de enero de 2020].

Reyes, J., *et al.* (2017). Temporal distribution and genetic variants in influenza A (H1N1) pdm09 virus circulating in Mexico, seasons 2012 and 2013. *PloS one*, 12. Recuperado de: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189363

Ruiz-Matus, C., *et al.* (2017). Comportamiento de las temporadas de influenza en México de 2010 a 2016, análisis y prospectiva. *Gaceta Médica Mexicana*, 153, pp. 205-213. Recuperado de: https://www.anmm.org.mx/GMM/2017/n2/GMM_153_2017_2_205-213.pdf [Consultado el 23 de noviembre de 2018].

Shaman J. y Kohn, M. (2009). Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *Proceedings of the National Academy of Science of the United*

States of America, 106 (9), pp. 3243–3248. Recuperado de: https://doi.org/10.1073/pnas.0806852106

Shaman, J., *et al.* (2010). Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States. *PloS Biology*, 8 (2), e1000316. Recuperado de: https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000316

SINAIS. (2018). Recuperado de: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/estadisticas.html [Consultado el 18 de octubre de 2018].

Zermeño, D., *et al.* (2020). Mortalidad por influenza y neumonía en la Macrorregión del Centro de México: un análisis de sus tendencias y su distribución geográfico climática. *Tlalli. Revista de Investigación en Geografía*, (3), pp. 97-119. Recuperado de: https://doi.org/10.22201/ffyl.26832275e.2020.3.1096

IDENTIFICACIÓN DE CONGLOMERADOS DE ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES EN SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Karla Issel Lara Rojas[*]
Montserrat Mendoza Martínez
Jaqueline Calderón Hernández

Resumen

Las enfermedades crónicas no transmisibles son actualmente un problema de salud pública en el mundo, principalmente en México. Al padecer una o varias comorbilidades asociadas, existe un mayor riesgo de contraer o morir por COVID-19. Tal situación ha llevado a una demanda en los servicios de salud, así como un incremento en el registro de muertes prematuras. Para tener un mejor entendimiento del comportamiento entre la sinergia de estas enfermedades, se propone el uso de las geotecnologías como herramienta metodológica para identificar patrones y tendencias de estos padecimientos en el espacio geográfico. La exploración de las zonas identificadas permite reconocer diversos determinantes proximales como factores de riesgo y características sociodemográficas que pudiesen estar involucradas en el desarrollo de estas enfermedades. A partir del análisis se pueden desarrollar estrategias de acciones preventivas en salud para la epigeovigilancia y mejorar la atención médica de los habitantes de las zonas geográficas afectadas.

Palabras clave: Análisis espacial, análisis por conglomerados, enfermedades crónicas no transmisibles.

Abstract

Chronic non-communicable diseases are currently a public health problem in the world, mainly in Mexico. With one or more of these comorbidities, there is an

* Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México: issellr@live.com

increased risk of contracting or dying from Covid-19. This situation has led to a demand on health services, as well as an increase in the registration of premature deaths. To have a better understanding of the behavior between the synergy of these diseases, the use of geotechnologies is proposed as a methodological tool to identify patterns and trends of these diseases in the geographical space. The exploration of the identified areas makes it possible to recognize various proximal determinants as risk factors and sociodemographic characteristics that could be involved in the development of these diseases. Based on the analysis, strategies for preventive actions in health can be developed for epigeosurveillance and improve medical care for the population of the affected geographical areas.

Keywords: Spatial analysis, cluster analysis, chronic non-communicable diseases.

Introducción

Las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), también conocidas como crónicas, son afecciones de larga duración, de progresión lenta, las cuales resultan de la combinación de factores; ya sea que estén involucrados los de tipo genético, fisiológico o conductual; o bien de la exposición a factores ambientales que afectan ambos sexos, a todos los grupos de edad (principalmente entre los 30 a 65 años) y todas las regiones del mundo (OMS-ECNT, 2020).

Los principales tipos de ECNT son las enfermedades cardiovasculares enfermedades respiratorias crónicas, la diabetes y el cáncer; mismas que se han convertido en la principal causa de años perdidos con discapacidad, así como de muerte a nivel mundial (OPS, 2019 y 2020).

De acuerdo a datos del Instituto de Evaluación y Métrica en Salud (IHME, por sus siglas en inglés), a nivel mundial, las enfermedades cardiovasculares, como los accidentes cerebrovasculares, arrojan 4.98% del total de las muertes registradas; diabetes, 1.62%; enfermedades repiratorias registradas como enfermedad pulmonar obstructiva crónica, 0.87%; y en cuanto a los tipos de cáncer más comunes como lo son el de pulmón, hígado, estómago, colón y el de mama, registran en conjunto 6.49% (IHME, 2020). Estas cifras representan alrededor de 15 millones de defunciones, siendo los países de medianos y bajos recursos los que concentran más de 85% de las muertes prematuras (OMS-ECNT, 2020).

En 2016, se estimó para América Latina una tasa de defunción por ECNT de 436.5 por 100 000 habitantes. De los 34 países que componen la región, 65% reportan registros superiores al promedio regional; incluido México con un valor de 457.7 (OPS, 2019).

En nuestro país, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), indican que en ese mismo año se registraron 703 047 defunciones, debido principalmente a enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 y cáncer (OMENT, 2019). Para 2017, se produjo un cambio en el panorama epidemiológico, posicionándose en primer lugar la diabetes mellitus, seguida de enfermedades isquémicas del corazón, así como la enfermedad cerebrovascular, siendo estas causas las principales en cuanto a defunciones prematuras en la población mexicana (Secretaría de Salud, 2020).

Evidencia científica ha demostrado que las ECNT tienen relación con el desarrollo de la actual pandemia de la enfermedad por Coronavirus 2019 (COVID-19) provocada por el Coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-COV-2). Diversos estudios sugieren que estas afecciones representan un mayor impacto sobre las personas que cursan con alguna ECNT (requerir hospitalización, cuidados intensivos, asistencia mecánica respiratoria) hasta llevar a una muerte prematura a causa de la COVID-19 (Ejaz, *et al.*, 2020) (CDC, 2021).

Actualmente, en América Latina se han reportado más de 35 millones de casos confirmados de COVID-19; de los cuales 2.5 millones se registran en México (Conacyt, COVID-19 México, 2021), siendo el continente más afectado por la pandemia, debido a que es una región con grandes desigualdades sociales económicas y de escasez de servicios sanitarios (OPS/OMS, 2020).

Tomando en cuenta la situación de la pandemia de COVID-19 y que en México las ECNT presentan altas tasas de incidencia, prevalencia y encabezan las primeras causas de defunción (Secretaría de Salud, 2020), es necesario el uso de herramientas; como lo son las geotecnologías para identificar conglomerados (zonas geográficas que presenten exceso de casos) de ECNT, las cuales pueden mostrar un patrón de comportamiento en el espacio geográfico.

Una de estas herramientas es el *software* SatScan™, desarrollado por Martin Kulldorf con apoyo del Instituto Nacional del Cáncer, el cual realiza análisis espaciales, temporales y espacio-temporales basándose en diversos modelos de probabilidad (Poisson, Bernoulli, ordinal, categóricos, exponencial), diseñado para realizar la vigilancia

geográfica de enfermedades de interés, detectar conglomerados estadísticamente significativos y comprobar si estos se distribuyen aleatoriamente en el espacio o tiempo, evaluar la importancia estadística de alarmas de brotes de enfermedades y realizar su vigilancia prospectiva en tiempo real o periódica (SatScan, 2005).

El análisis obtenido identifica las áreas geográficas donde se posicionan los conglomerados, el cual nos permite sobreponer el Riesgo Relativo (RR) de desarrollar la condición de salud en estudio, la proporción de exceso de casos presentes, la razón de verosimilitud y la significancia (valor de *p*) de dichos conglomerados (SatScan, 2005).

Estos datos pueden ser representados en un Sistema de Información Geográfico (SIG) para establecer las conexiones entre los conglomerados identificados con los determinantes proximales existentes, tales como factores de riesgo social y medio ambiental, para proporcionar un enfoque integrado que permita revelar las tendencias del comportamiento de las ECNT y diseñar programas preventivos en el sector salud para tomar acciones específicas dirigidas a la población residente en estas áreas (Miranda y Edwards, 2011).

El objetivo de esta investigación fue modelar las enfermedades crónicas no transmisibles para identificar conglomerados estadísticamente significativos a un nivel de desagregación municipal en el estado de San Luis Potosí (SLP), México.

Metodología

Obtención de datos

Los datos secundarios consisten en el número de defunciones registradas en el año 2019 de ambos sexos en población ≥ 25 años, de las siguientes enfermedades: corazón (EC), diabetes mellitus (DM), hipertensivas (EH) respiratorias crónicas (ECR) en cada uno de los 58 municipios que conforman al estado de SLP, los cuales fueron proporcionados por el Centro de Información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Para conocer la población residente en cada uno de los municipios, se utilizó la herramienta digital del INEGI, *Sistema para la Consulta de Información Censal 2010* (SCINCE) versión 05/2012, teniendo como indicador la población de ambos sexos con 25 años y más, utilizando un nivel de desagregación territorial por municipio con corte geográfico para el estado de SLP (INEGI, 2012).

Mediante el uso de otra herramienta del INEGI, *Mapa Digital de México* versión 6.3.0, se activó previamente la capa de los Límites del Marco Geoestadístico Nacional 2020 a nivel municipal para conocer las coordenadas de cada uno de los municipios del estado de SLP en el sistema de coordenadas World Geodetic System 1984 (WGS84) (INEGI, 2017).

Identificación de los conglomerados estadísticamente significativos

Basándose en un análisis puramente espacial, cada una de las ECNT en estudio se modelaron bajo una distribución de probabilidad de Poisson; ya que el número de casos registrados para cada una de las enfermedades para cada municipio del estado de SLP, es proporcional al tamaño de población de cada uno de estos.

Se utilizaron como insumos, tres archivos en formato Excel, que consisten en: número de defunciones correspondientes a cada ECNT, población residente en cada municipio, así como las coordenadas de estos.

Utilizando el *software SatScan™* versión 9.6 de ventana móvil circular de escaneo múltiple, se realizó un análisis puramente espacial para cada una de las ECNT, bajo una simulación de Monte Carlo de 999 replicaciones aleatorias dentro del conjunto de municipios.

Se calculó la razón del logaritmo de verosimilitud para cada ubicación y tamaño de la ventana de escaneo, en el que se estableció que la hipótesis alternativa es que existe un elevado riesgo dentro de la ventana en comparación con las zonas que están al exterior de ésta, mediante la ecuación:

Fórmula 1.- Cálculo del logaritmo de verosimilitud

$$\left(\frac{c}{E(c)}\right)^{c}\left(\frac{C-c}{C-E(c)}\right)^{C-c} \quad 10$$

Donde *C* corresponde al total de casos, *c* es el número observado de casos dentro de la ventana y *E* es el número esperado ajustado de covariables de casos dentro de la ventana bajo el supuesto de la hipótesis nula, tomando en cuenta que el análisis está condicionado al número total de casos observados y *C-E(c)* es el número de casos fuera de la ventana, I() es una función indicadora.

Así también, el *software* obtuvo el cálculo del RR, el cual se obtuvo como el riesgo estimado dentro de la zona escaneada entre el riesgo estimado fuera de ésta, basándose en la siguiente ecuación:

Fórmula 2.- Cálculo del riesgo relativo

$$RR = \frac{c/E(c)}{(C-c)/(C-E(c))}$$

Donde *c* es el número de casos observados dentro del grupo y *C* es el número total de casos en el conjunto de datos.

Al finalizar el proceso de escaneo, se emitió para cada ECNT un archivo de resumen de datos que incluyó la siguiente información:

- Conglomerado más probable; es decir, que no es debido al azar tras las replicaciones de Monte Carlo, indicando el nombre de los municipios que lo conforman.
- Población total en el área geográfica identificada dentro del conglomerado en el período de estudio (2019).
- Tasa anual de casos para cada ECNT por 100 000 habitantes.
- Número de casos esperados/observados, éste dato se obtuvo dividiendo el número de casos dentro del conglomerado entre RR que presenta la población dentro del conglomerado de desarrollar la condición de salud en estudio.
- Logaritmo índice de verosimilitud, tras las replicaciones aleatorias del conjunto de datos, bajo el supuesto de la hipótesis nula (el número de casos dentro de la ventana es igual al número de casos fuera de ella), entre las áreas más probables y aquellas no lo son, la ventana que reporte un valor de significancia ($p \leq 0.05$) y con la mayor la máxima verosimilitud se identificará como conglomerado más probable.

- Valor de significancia (*p*) se calculó tras la simulación de las replicaciones aleatorias circulares del conjunto de datos espaciales bajo la hipótesis nula.
- Conglomerados secundarios, aparte de haber identificado al conglomerado principal, éstos conglomerados se ordenan de acuerdo con la prueba de razón de verosimilitud (SatScan, 2005).

Representación espacial

Los municipios identificados dentro de los conglomerados primarios y secundarios se representaron mediante un SIG, haciendo uso del *software ArcGis* versión 10.2 en el sistema de coordenadas World Geodetic System (WGS84) a una escala 1:1 500 000.

Resultados

Diabetes mellitus

El *software* detectó 2 conglomerados estadísticamente significativos ($p<0.001$), que albergan 44.8% y 13.8% respectivamente, de los municipios del estado de SLP.

El conglomerado principal integra 5 municipios de la región centro del estado de SLP, 8 pertenecientes a la región media y 13 de la región huasteca. El conglomerado secundario comprende 2 municipios de la zona centro y 6 de la zona altiplano.

En el conglomerado principal, el RR de fallecer por DM es de 7.51 veces más con respecto al resto de los municipios del estado de SLP, mientras que en el segundo conglomerado es de 3.60 veces más.

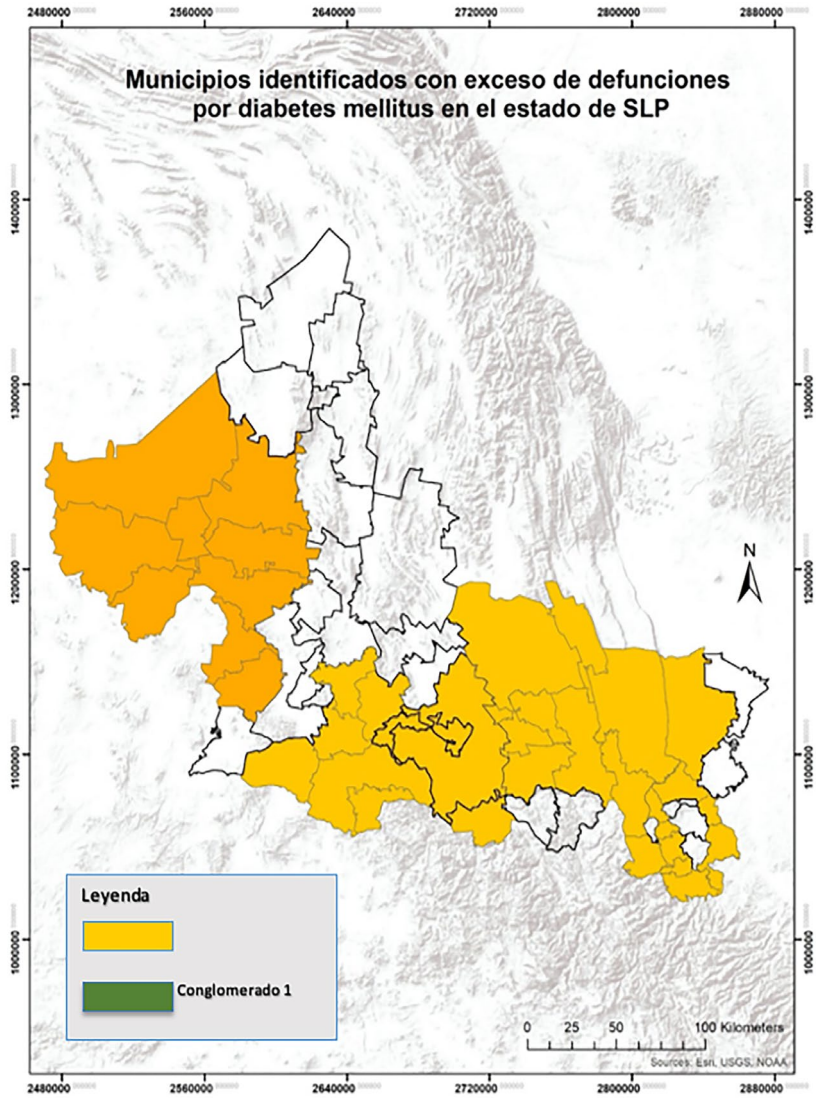
En ambos conglomerados, el número de defunciones registradas es de 3 veces más en comparación al número de muertes que se deben esperar en esta zona (ver tabla 1 y mapa 1).

Tabla 1. Municipios identificados con exceso de defunciones por diabetes mellitus en el estado de San Luis Potosí, 2020

Características	Conglomerado 1	Conglomerado 2
Municipios incluidos por zona	Zona centro Santa María del Río, Armadillo de los Infante, Zaragoza, Villa de Reyes, Tierra Nueva Zona media Alaquines, San Ciro de Acosta, Ciudad del Maíz, Ríoverde, Ciudad Fernández, San Nicolás Tolentino, Rayón, Cárdenas Zona Huasteca Aquismón, Tancanhuitz de Santos, Tanlajás, Coxcatlán, Axtla de Terrazas, Xilitla, Tanquián de Escobedo, Matlapa, Ciudad Valles, El Naranjo, Tamasopo, Tamazunchale, Tamuín, San Martín Chalchicuautla	Zona altiplano Charcas, Villa de Ramos, Santo Domingo, Salinas, Moctezuma, Venado Zona centro Ahualulco, Mexquitic de Carmona
Población	228 809	26 421
Defunciones reportadas	242	35
Defunciones esperadas	91.4	10.55
Casos anuales 100 mil hab.	105.5	132.2
Riesgo relativo	7.51	3.60
Log. índice de verosimilitud	150.13	18.49
p-valor	<0.001	<0.001

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Mapa 1



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Enfermedades hipertensivas

Se identificó un solo conglomerado estadísticamente significativo (p<0.001), el cual comprende 53.4% de los municipios del estado de SLP. Está conformado por 5 municipios de la zona centro, 9 de zona media y 17 de zona huasteca.

El número de defunciones que reporta *SatScan™* es de 3 veces más con respecto a las defunciones que se deben esperar en esta zona, además se reporta un alto RR de hasta 10 veces más de fallecer por EH en estos municipios con respecto a los demás municipios del estado de SLP (ver tabla 2 y mapa 2).

Tabla 2. Municipios identificados con exceso de defunciones por enfermedades hipertensivas en el estado de San Luis Potosí, 2020

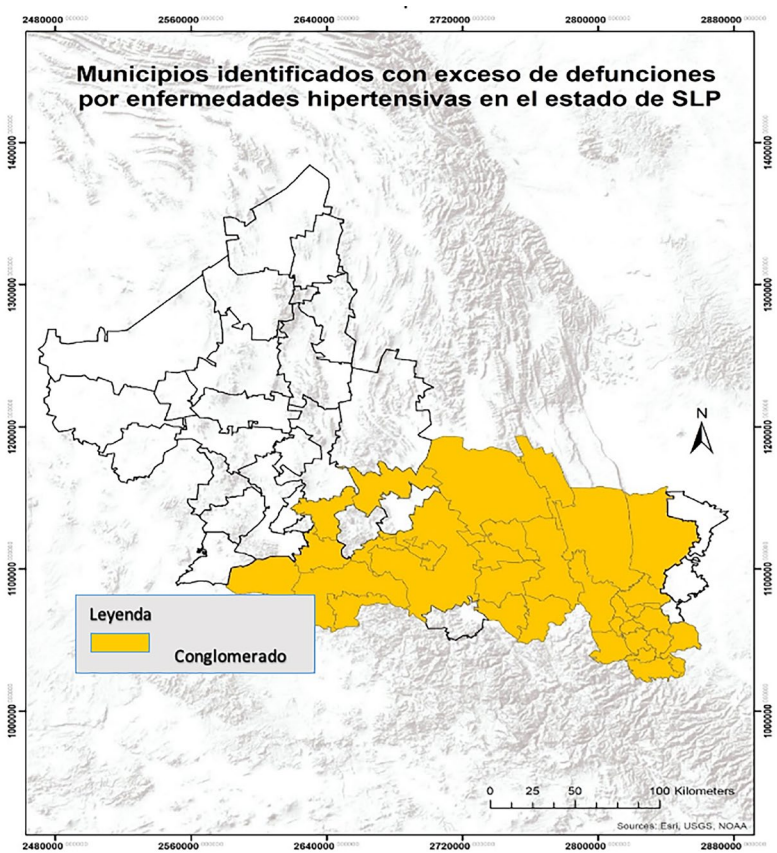
Características	Conglomerado
Municipios incluidos por zona	Zona centro Santa María del Río, Zaragoza, Villa de Reyes, Tierra Nueva, Armadillo de los Infante Zona Media Lagunillas, Rayón, Cárdenas, Santa Catarina, Ríoverde, Ciudad Fernández, Alaquines, Ciudad del Maíz, Cerritos Zona Huasteca Tamasopo, Aquismón, Tancanhuitz de Santos, Huehuetlán, Xilitla, Ciudad Valles, El Naranjo, San Antonio, Coxcatlán, Tanlajás, Axtla de Terrazas, Tampamolón, Matlapa, Tamuín, Tamazunchale, Tampacán, San Martín Chalchicuautla
Población	212 221
Defunciones reportadas	90
Defunciones esperadas	29.83
Casos anuales por 100 mil hab.	42.3
Riesgo relativo	10.58
Log. índice de verosimilitud	69.27
p-valor	<0.001

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Enfermedades respiratorias crónicas

Se identificaron 2 conglomerados estadísticamente significativos (p<0.001). Estos representan 53.4 y 13.8%, respectivamente, de los municipios del estado de SLP. El conglomerado principal se compone de 4 municipios de la región centro, 9 de la región media y 18 de la región huasteca; el segundo se encuentra ubicado en la región del altiplano, compuesto por 8 municipios. En estas zonas geográficas, el número de defunciones registradas es de 3 y 6 veces más respectivamente a las que se espera y con un alto RR (7.83 y de 6.68, respectivamente), de fallecer por ECR (ver tabla 3 y mapa 3).

Mapa 2



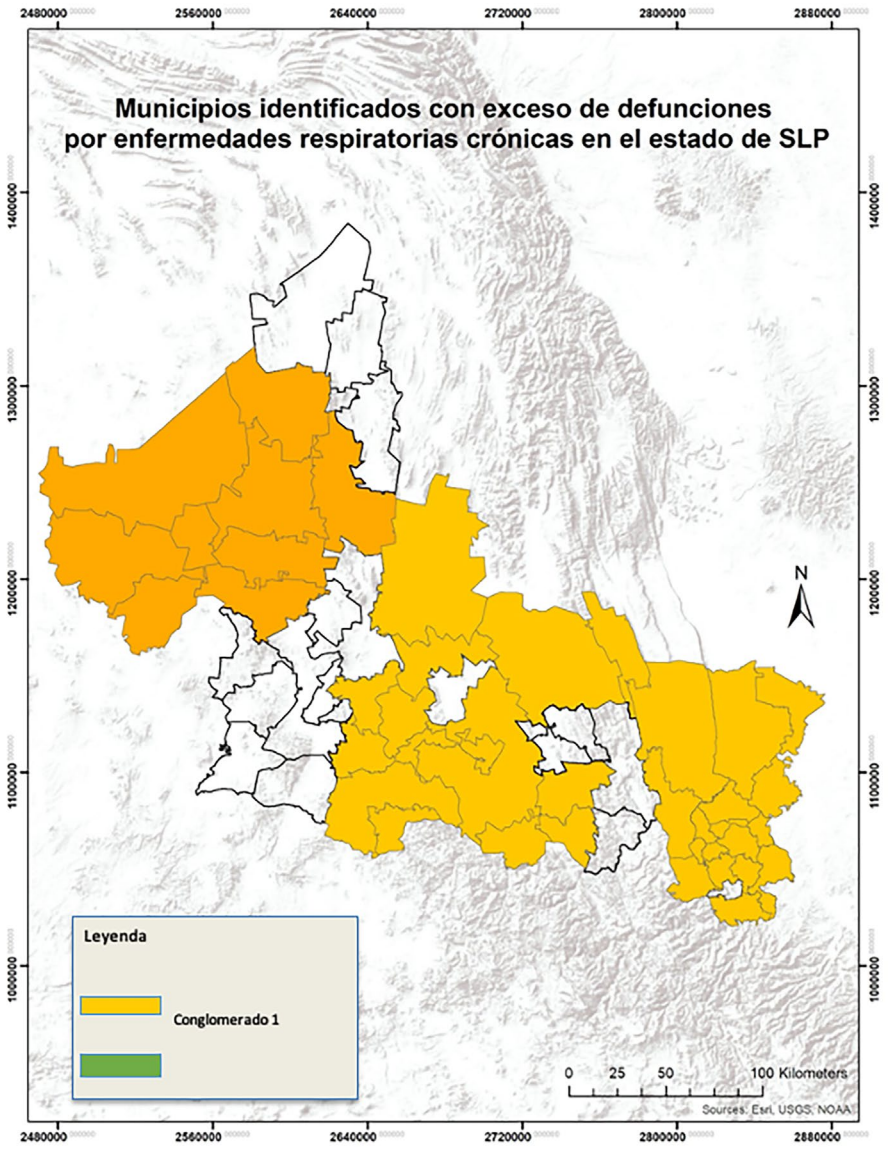
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Tabla 3. Municipios identificados con exceso de defunciones por enfermedades respiratorias crónicas en el estado de San Luis Potosí, 2020

Características	Conglomerado 1	Conglomerado 2
Municipios incluidos por zona	Zona centro Armadillo de los Infante, Tierra Nueva, Zaragoza, Santa María del Río Zona media Rayón, Lagunillas, San Ciro de Acosta, Ríoverde, Ciudad Fernández, Cerritos, Guadalcázar, San Nicolás Tolentino, Ciudad del Maíz Zona Huasteca Ébano, Tamuín, San Vicente Tancuayalab, Ciudad Valles, Tanquián de Escobedo, Tanlajás, San Antonio, Tampamolón, Tancanhuitz de Santos, Coxcatlán, Aquismón, Huehuetlán, Tampacán, San Martín Chalchicuautla, Axtla de Terrazas, El Naranjo, Xilitla, Tamazunchale	Zona altiplano Santo Domingo, Villa de Ramos, Charcas, Venado, Salinas, Moctezuma, Catorce, Villa de Guadalupe
Población	378 313	22 301
Defunciones registradas	128	27
Defunciones esperadas	47.62	4.67
Casos anuales por 100 mil hab.	56.2	120.8
Riesgo relativo	7.83	6.68
Log. índice de verosimilitud	81.64	26.60
p-valor	<0.001	<0.001

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Mapa 3



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Enfermedades del corazón

SatScan™ identificó 2 conglomerados estadísticamente significativos (p<0.001), los cuales comprenden 41.4 y 12.1%, respectivamente de los municipios del estado de SLP.

El conglomerado principal está comprendido por 4 municipios de la región centro, 8 de la región media y 12 de la región huasteca; el conglomerado secundario se encuentra ubicado en la zona altiplano, compuesto por 7 municipios.

En ambos conglomerados, el número de defunciones registradas es de 3 y 5 veces más respectivamente, a las defunciones que se esperan para estas zonas y con un alto RR de 8.57 y de 6.58, respectivamente, de fallecer por EC (ver tabla 4 y mapa 4).

Tabla 4. Municipios identificados con exceso de defunciones por enfermedades del corazón en el estado de San Luis Potosí, 2020

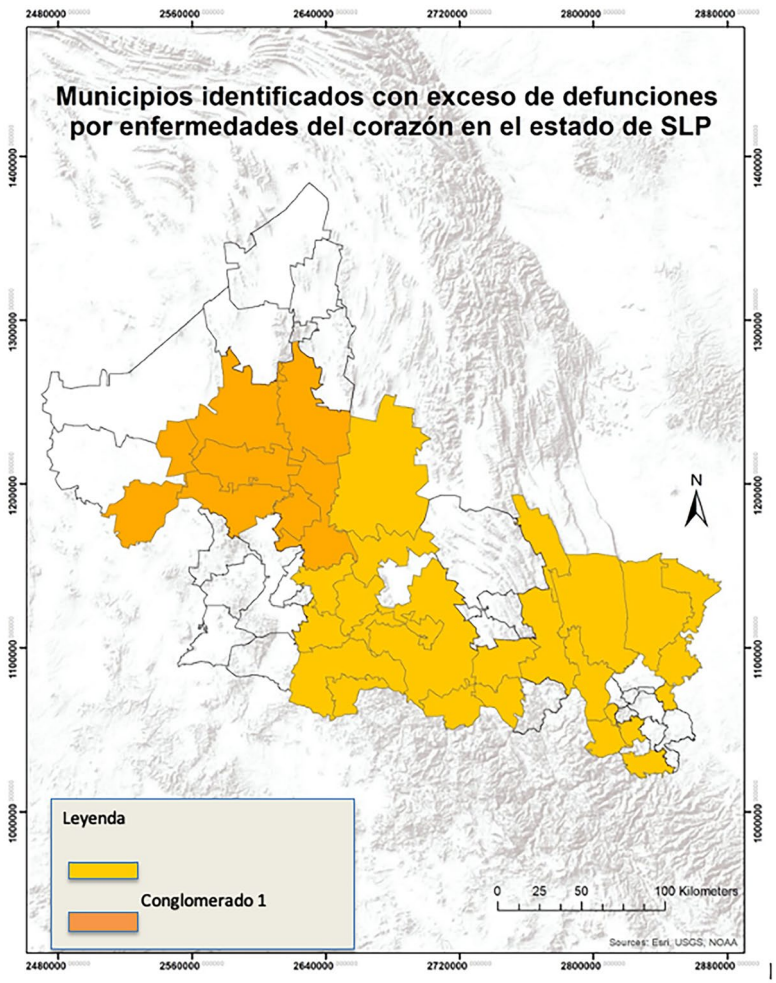
Características	Conglomerado 1	Conglomerado 2
Municipios incluidos por zona	Zona centro Armadillo de los Infante, Tierra Nueva, Zaragoza, Santa María del Río Zona media Rayón, Lagunillas, San Ciro de Acosta, Ríoverde, Ciudad Fernández, Cerritos, Guadalcázar, San Nicolás Tolentino Zona Huasteca Ébano, Tamuín, San Vicente Tancuayalab, Ciudad Valles, Tanquián de Escobedo Aquismón, Huehuetlán, El Naranjo, Tamasopo, Xilitla, Axtla de Terrazas, Tamazunchale	Zona altiplano Venado, Moctezuma, Charcas, Villa de Arista, Villa de Guadalupe, Villa Hidalgo, Salinas
Población	227 201	29 865
Defunciones registradas	440	115
Defunciones esperadas	160.23	21.06

Continúa

Casos anuales por 100 mil hab.	193.3	384.3
Riesgo relativo	8.57	6.58
Log. índice de verosimilitud	294.30	109.77
p-valor	<0.001	<0.001

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Mapa 4



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con SatScan™.

Discusión

Los recientes resultados que ha proporcionado la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018, muestran que para el estado de SLP, el porcentaje de la población de ≥20 años, ambos sexos con diagnóstico médico de DM y de hipertensión arterial, son 10.8 y 19.2, respectivamente, datos que posicionan a SLP dentro de los trece estados con los porcentajes más altos por estas ECNT (INSP, 2020).

Asimismo, de acuerdo con el reporte Diagnóstico Sectorial de Salud de SLP 2018, se realizó un comparativo por categoría de edad, ambos sexos de las tasas de defunción de ECNT por cada 100 000 habitantes entre las cuatro regiones del estado de SLP (altiplano, centro, media y huasteca).

Los resultados muestran que, en el grupo de edad comprendida entre los 20 a 44 años, las EC presentan la tasa de defunción más elevada en la zona altiplano y centro, siendo de 8.46 y 9.3 respectivamente (tasa estatal: 7.72).

Mientras que, en la zona huasteca, la diabetes mellitus es la ECNT que predomina en esta región, reportando un valor de 8.39 (tasa estatal: 6.05).

En el grupo de 45 a 59 años, la DM predomina en la zona huasteca con una tasa de 134.44 (tasa estatal: 127.09), mientras que, en la zona media y huasteca, prevalece la EC con una tasa de defunción de 96.72 y 92.92, respectivamente. Finalmente, en el grupo de 60 años y más, las EC predominan en la zona media y huasteca y estas son las que registran la tasa de defunción más alta, 1106.85 y 1055.16, respectivamente (tasa estatal: 984.76). Mientras en la zona centro, prevalece la DM con una tasa de 593.27 (tasa nacional: 518.03), las ECR destacan en la zona huasteca con una tasa de 279.04 (tasa estatal: 227.87).

Tomando en cuenta la información anterior proporcionada por las estadísticas de salud, se puede realizar una comparación con el análisis puramente espacial efectuado.

Se muestra que existen algunas similitudes con respecto a las zonas identificadas, pero la ventaja del análisis espacial realizado es que éste detectó específicamente a los municipios que presentan exceso de casos de defunciones, mostrando un alto RR de desarrollar cada una de las ECNT en estudio, por lo tanto, estas enfermedades no se distribuyen aleatoriamente en el espacio geográfico del estado de SLP, sino que existen patrones de distribución.

Con base en el análisis puramente espacial, los municipios prevalentes para cada una de las ECNT de estudio son:

- Zona altiplano: Charcas, Moctezuma, Salinas, Santo Domingo, Venado y Villa de Ramos.
- Zona centro: Armadillo de los Infante, Santa María del Río, Tierra Nueva y Zaragoza.
- Zona media: Alaquines, Cárdenas, Ciudad Fernández, Rayón, Ríoverde, San Ciro de Acosta y San Nicolás Tolentino.
- Zona huasteca: Aquismón, Axtla de Terrazas, Ciudad Valles, Coxcatlán, El Naranjo, San Martín Chalchicuautla, Tamasopo, Tamazunchale, Tamuín, Tancanhuitz, Tanlajás, Tanquián de Escobedo, Xilitla.

El análisis cuantitativo realizado permite generar hipótesis sobre el compor-tamiento de las ECNT en estudio, realizando la exploración de estas zonas geográficas se pueden identificar la existencia de alguno o diversos factores de riesgo que estén contribuyendo al incremento en las tasas de defunción.

Bajo este contexto, el arsénico y flúor son elementos que se encuentran presentes en el agua subterránea que abastece la zona centro (Santa María del Río, Tierra Nueva y Zaragoza), zona media (Ciudad Fernández, Ríoverde) y zona altiplano, (Charcas, Salinas, Villa de Ramos y Venado) del estado de SLP (GAP, 2020).

Las concentraciones de ambos elementos en estos lugares exceden los valores permitidos de 10µg/L y 1.5 mg/L, respectivamente en el agua subterránea que se utiliza para la preparación de alimentos y de bebida (OMS, 2020; Secretaría de Salud, 2010).

Su mecanismo de acción toxicológico indica que el As se ha asociado con la producción de estrés oxidativo en diversos órganos, ocasionando mecanismos de resistencia y descenso en la secreción de la insulina lo que conlleva a un incremento en la prevalencia de DM (Izquierdo-Vega *et al.*, 2006). La exposición crónica a F, se le ha relacionado a diversos efectos en salud, entre ellos con el desarrollo de hipertensión arterial (Amini *et al.*, 2011).

Otro factor de riesgo presente es que los conglomerados identificados son zonas con una intensa actividad agrícola, principalmente los que se ubican en la zona media y huasteca (INEGI, 2020).

En esta actividad ocupacional, los individuos se encuentran expuestos constantemente a elevadas concentraciones de bacterias, moho y toxinas procedentes de cultivos y semillas, así como a pesticidas organofosforados e insecticidas, inhalación de cenizas, gases y partículas procedentes de la quema de cultivos, los cuales se han

asociado con infecciones respiratorias, complicaciones de la función pulmonar y el desarrollo de diversos síntomas respiratorios graves (Hoppin, 2003; INSST, 2008; Arcudia-Hernández y CE, 2018).

Asimismo, los factores de riesgo asociados al desarrollo de las EC, son principalmente la DM y la hipertensión arterial y se han relacionado con la exposición a fuentes de contaminación atmosférica (EPA, 2018), como las anteriormente mencionadas.

Por otra parte, las características sociodemográficas presentan un rol muy estrecho en el bienestar de los residentes en las zonas más desfavorables. Es evidente que en aquellos lugares donde existen desventajas sociales, es difícil contar con servicios médicos (Rodríguez-Wong, 2015).

De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Población (Conapo), los municipios identificados en los conglomerados que se ubican en la zona altiplano y centro, el 100% de estos presentan un índice de marginación alto, en la zona media 85% índice de marginación medio y en la zona huasteca 15% con índice medio, y 85% del resto de los municipios con un índice muy alto (Conapo, 2021).

Esto significa una desventaja social y económica que limita el desarrollo de conductas de higiene, falta de información que lleva al desconocer los factores de riesgo a los que se exponen cotidianamente y que contribuyen al desarrollo de las enfermedades, aumentando así el número de casos dentro de los conglomerados.

Estos factores de riesgo proximales identificados pudiesen contribuir en el exceso de defunciones, pero es de notar que estos son de tipo ocupacional, de exposición y de vulnerabilidad social, los cuales son específicos para cada una de las zonas geográficas que componen a los conglomerados, por lo que el análisis espacial de las ECNT presenta escenarios diferentes entre ellos, así como multicausales, convirtiendo el panorama en escenarios complejos, aunado a esto, la pandemia de COVID-19 convierte la situación actual en una sindemia (FendéuRAE, 2020).

Si realmente se quiere alcanzar la meta del Objetivo del Desarrollo Sostenible en reducir un tercio la mortalidad por muertes prematuras por las ECNT mediante la prevención y el tratamiento (OMS, 2021), es necesario dar una respuesta de precisión a través de la salud pública, que se caracterice por hacer uso de información de fuentes emergentes para orientar intervenciones de las poblaciones expuestas mediante el uso de herramientas metodológicas geoespaciales, como el *SatScan™* para el desarrollo oportuno de intervenciones primarias (Sonja *et al.*, 2020) (ATSDR, 2020).

Ante esta situación vale la pena plantear algunas preguntas al respecto: ¿Cómo responden las instituciones de salud ante el manejo de esta pandemia? ¿Cómo se mitigan los efectos de las exposiciones a factores de riesgo medioambiental? ¿Los recursos humanos en salud están capacitados para detectar estos factores de riesgo y relacionarlos con el desarrollo de las ECNT? ¿Se aplica el conocimiento científico generado hasta el momento para el enfoque preventivo de las ECNT? Estas preguntas requieren una respuesta rápida y oportuna en la que se debe enfocar el sector de salud mexicano para el diseño de estrategias en medicina preventiva, principalmente en dar a conocer información oportuna y pertinente a las personas que residen en zonas geográficas que presentan alto riesgo de desarrollar o que ya padecen alguna ECNT, para tener un mejor autocuidado, un servicio médico oportuno, el cual se logrará únicamente si se amplía el enfoque del paradigma del proceso salud-enfermedad, empleando el uso de las geotecnologías como una herramienta cotidiana para detectar tendencias con zonas con exceso de casos, dirigir recursos para invertir en investigación en salud, con el único propósito de disminuir la carga de morbilidad y mortalidad de la población bajo un proceso de mejora continua que lleve a alcanzar ambientes saludables para la mejora de la salud poblacional.

Referencias

Amini, H., *et al*. (2011). Drinking water fluoride and blood pressure? An environmental study. *Biol Trace Elem Res.*, pp.157-163.

Arcudia-Hernández, y CE. (2018). *Agricultura industrial en la huasteca potosina: la caña de azúcar.* Tlatemoani. Recuperado de: https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/27/cana-azucar.html

ATSDR. (2020). *Geospatial Research, Analysis and Services Program (GRASP)*. Recuperado de: https://www.atsdr.cdc.gov/placeandhealth/about_grasp.html

Barba, J. (2018). México y el reto de las enfermedades crónicas no transmisibles. El laboratorio también juega un papel importante. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 4 (17).

CCA. (2014). *La quema de los residuis agrícolas; fuentes de dioxinas.* [Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá]. Recuperado de: http://www3.cec.org/islandora/es/item/11405-la-quema-de-residuos-agr-colas-es-una-fuente-de-dioxinas-es.pdf

CDC. (2021). (29 de marzo). Recuperado de: https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/people-with-medical-conditions.html

CDC. (2021). *Su salud: Las personas con ciertas afecciones* (21 de febrero). Recuperado de: https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/people-with-medical-conditions.html

Conacyt. (Diciembre de 2020). Recuperado de: https://datos.covid-19.conacyt.mx/fHDMap/mun.php

Conacyt. (2021). *COVID-19 México* (17 de abril). Recuperado de: https://datos.covid-19.conacyt.mx/

Conapo. (2015). *Índice de marginación por entidad federativo y municipio*. Recuperado de: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015

Conapo. (2021). *Datos abiertos del índice de marginación*. Recuperado de: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion

Córdova-Villalobos, J. *et al.* (2012). Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sipnosis epidemiológica y prevensión integral. *Salud Pública de México*, pp. 419-427.

Ejaz, H. *et al.* (2020). COVID-19 and comorbidities: Deleterius impact on infected patients. *Journal of Infection and Public Health*, pp. 1834-1837.

EPA. (2018). *La contaminación del aire y las enfermedades del corazón.* (2 de febrero). Recuperado de: https://espanol.epa.gov/espanol/la-contaminacion-del-aire-y-las-enfermedades-del-corazon

FendéuRAE. (2020). *FendéuRAE*. Recuperado de: https://www.fundeu.es/recomendacion/sindemia-termino-valido/

GAP. (2020). *Groundwater Assessment Platform*. [Groundwater Quality Measurement, Arsenic concentration global database]. Recuperado de: https://www.gapmaps.org/Home/Public

González-Estecha, M. (2012). *Efectos cardiovasculares de los contaminantes ambientales* [Capítulo 72]. Recuperado de: https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap72.pdf

Hoppin, J. (2003). Los pesticidas favorecen le enfermedad y los síntomas respiratorios. *Sociedad Iberoamericana de Información Científica*.

IHME. (2020). *Institute for Health Metrics and Evaluation.* [GBD Compare]. Recuperado de: https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare

INEGI. (2012). *Sistema para la Consulta de Información Censal*. Recuperado de: http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html

INEGI. (2017). *Mapa Digital de México*. Recuperado de: http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=

INEGI. (2020). *Mapa Digital de México*. [Marco Censal Agropecuario 2016]. Recuperado de: http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIxLjk1MTU0LGxvbjotMTAwLjg1Nzk1LHo6NCxsOmNhZ3Jv

INSP. (2020). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Recuperado de Presentación de resultados 2018: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf

INSP. (2020). *Enfermedad respiratoria en adultos*. Recuperado de: https://www.insp.mx/avisos/3827-enfermedad-respiratoria-adultos.html

INSST. (2008). *Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*. [Enfermedades profesionales de los agricultores]. Recuperado de: https://www.insst.es/documents/94886/568923/folleto+enfermedades.pdf/4590a503-c1d6-433c-bef3-89ec8c2fd0f8

Izquierdo-Vega, J., *et al*. (2006). Diabetogenic effects and pancreatic oxidative damage in rats subchronically exposed to arsenite. *Toxicol. Lett.*, 135-142.

Miranda M., (2011). Use of spatial analysis to support environmental health research and practice. *North Calorilna Medical Journal*, 132-135.

Miranda, M., y Edwards, S. (2011). Use the spatial analysis to support environmental health research and practice. *N C Med J*, 132-35.

OMENT. (2019). *Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles*. [Mortalidad por enfermedades no transmisibles en México]. Recuperado de: http://oment.salud.gob.mx/aumentan-en-mexico-muertes-relacionadas-con-enfermedades-no-transmisibles

OMS. (2020). *Enfermedades no transmisibles*. Recuperado de: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases

OMS. (2020). *Organización Mundial de la Salud*. [Notas descriptivas: Arsénico]. Recuperado de: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic#:~:text=Respuesta%20de%20la%20OMS&text=En%20estos%20momentos%2C%20el%20l%C3%ADmite,ars%C3%A9nico%20del%20agua%20de%20bebida

OMS. (2021). *Objetivos del Desarrollo Sostenible: Metas*. Recuperado de: https://www.who.int/topics/sustainable-development-goals/targets/es/

OPS. (2019). *Enfermedades no crónicas transmisibles en la Región de las Américas. Hechos y cifras.* Recuperado de: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51482/OPSNMH19016_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y

OPS. (2020). *Enfermedades no transmisibles: hechos y cifras*. Recuperado de: https://iris.paho.org/handle/10665.2/51482 [Consultado el 19 de octubre de 2020].

OPS/OMS. (2020). *La pandemia por COVID-19 golpeó las Américas en 2020*. Recuperado de: https://www.paho.org/es/noticias/30-12-2020-pandemia-por-covid-19-golpeo-americas-2020

Rodríguez-Wong, U. (2015). Nivel socioeconómico y mortalidad. *Revista del Hospital Juárez de México*, 122-125.

SatScan. (2005). *SatScanTM, Software for the spatial, temporal and space-temporal scan statistics*. Recuperado de: https://www.satscan.org/

Secretaría de Salud. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1994 "Salud Ambiental"*. [Agua para uso y consumo humano -Límites permisibles de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización]. Recuperado de: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html

Secretaría de Salud. (2017). *Diagnóstico Sectorial de Salud San Luis Potosí*. Recuperado de: http://www.slpsalud.gob.mx/transparenciaadmon/transparencia/2019/ene/DiagnosticoSalud/DIAGNOSTICO-SALUD.pdf

Secretaría de Salud. (Marzo de 2020). *Panorama epidemiológico de las enfermedades no transmisibles en México, 2019.* Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566083/Panorama_Epi_EnfNoTrans-2019_27jul2020.pdf

Segob. (2019). *Informa CONAPO sobre la esperanza de vida de la población mexicana*. Recuperado de: https://www.gob.mx/Segob/prensa/informa-conapo-sobre-la-esperanza-de-vida-de-la-poblacion-mexicana

Sonja A., *et al*. (2020). Precision public health as a key tool in the COVID-19 Response. *JAMA*, 933-934.

Vilboa-Arroniz, I. y Barroso, LA. (2013). *Memoria de ponrncias Think Green 2013; crecimiento verde, retos y oportunidades para México.* [Contaminación ambiental por quema de caña de azúcar: Un estudio exploratorio en la región central del estado de Veracruz]. Recuperado de: file:///C:/Users/Issel%20Lara/Downloads/358.pdf

SEGUNDA PARTE

DESAFÍOS URBANOS SUSTENTABLES

RECONSTRUIR EL CRECIMIENTO METROPOLITANO INSUSTENTABLE DE TOLUCA. DESAFÍO LOCAL DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA NUEVA AGENDA URBANA

Guadalupe Hoyos Castillo[*]
Salvador Adame Martínez[*]
Rosa María Sánchez Nájera[*]

Resumen

La expansión urbana de las ciudades mexicanas corresponde con el período de la política urbana neoliberal cuyas estrategias derivaron en impactos en el territorio. En las ciudades grandes y sus entornos funcionales se presentan en lo socioespacial organizativo, sobre los recursos en general y en capacidad de respuesta de autoridades locales estos problemas atrasan el desarrollo urbano sostenible. El objetivo es examinar los impactos del crecimiento metropolitano desordenado e insustentable de la ciudad de Toluca, a la luz de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Nueva Agenda Urbana para delinear criterios de reconstrucción del territorio.

En la Zona Metropolitana de Toluca, desde los años ochenta, el crecimiento demográfico, difusión de las economías de aglomeración, dispersión de la vivienda, localización externa de infraestructuras productivas y de comunicación propició el incremento en superficie artificial en el territorio (de 4.86 a 19.85% hectáreas con una tasa de incremento de 4.36% de 1984 a 2018). Todo ello redujo suelo agrícola, cuerpos de agua, coberturas de bosques y erosionó el suelo.

Dicho crecimiento insustentable transforma la relación urbano-rural mediante procesos de suburbanización y periurbanización que compromete capacidades productivas, recursos ambientales y ordenamientos.

Si bien el aprovechamiento del crecimiento metropolitano deja beneficios en las acciones de empresas, gobernantes locales y familias, en cambio los efectos negativos son el desorden, el déficit y la fragmentación que complejizan la gestión del

* Universidad Autónoma del Estado de México: gdhoyos@uaemex.mx | adame_ms@yahoo.com | snrm39@yahoo.com.mx

desarrollo sostenible. El contexto actual de crisis –ambiental, económica, amenazas y vulnerabilidad– es exacerbado por la prolongada pandemia del Covid-19 que, conduce a replantear la finalidad social y ambiental de la planeación urbana y ordenamiento ambiental a la luz de las metas de la Agenda 2030 y de la Nueva Agenda Urbana desde el nivel local. Se presenta una oportunidad para reconstruir comunidades y centros urbanos en interrelación con los recursos naturales.

Palabras clave: crecimiento metropolitano, planeación urbana, reconstrucción urbana, ODS-NAU, ciudad de Toluca.

Abstract

The urban expansion of Mexican cities corresponds to the period of neoliberal urban policy whose strategies resulted in impacts on the territory. In large cities and their functional environments, these are presented in the socio-spatial organization, on the resources in general, and in response capacity of local authorities, this problems delay sustainable urban development. The objective is to examine the impacts of the disorderly and unsustainable metropolitan growth of the city of Toluca, in the light of the Sustainable Development Goals and the New Urban Agenda to outline criteria for the reconstruction of the territory.

In the Metropolitan Area of Toluca, since the eighties, demographic growth, the spread of agglomeration economies, dispersion of housing, external location of productive and communication infrastructures led to an increase in the artificial surface in the territory (from 4.86 to 19.85% hectares with an increased rate of 4.36% from 1984 to 2018). All that reduced agricultural land, bodies of water, forest covered and eroded the soil.

The previous mentioned unsustainable growth, transforms the urban-rural relationship through suburbanization and periurbanization processes that compromise productive capacities, environmental resources, and regulations. Although taking advantage of metropolitan growth leaves benefits in the actions of companies, local governments, and families, the negative effects are disorder, deficit, and fragmentation that makes the management of sustainable development more complex. The current context of crisis -environmental, economic, threats and vulnerability- is exacerbated by the prolonged COVID-19 pandemic, which leads to rethinking the social and

environmental purpose of urban planning and environmental management according to the goals of the Agenda 2030 and the New Urban Agenda from the local level. An opportunity is presented to rebuild communities and urban centers in interrelation with natural resources.

Keywords: metropolitan growth, urban planning, urban reconstruction, SDG-NUA, City of Toluca.

Introducción

México es un país con predomino urbano, en 2018 residían 92.6 millones de personas en ciudades que representaba 74.2% de la población nacional (Conapo-Sedatu, 2018). En ese contexto, las principales zonas metropolitanas carecen de modelos ordenados de crecimiento en el territorio con una visión de futuro y gestión metropolitana.

En la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT conformada por 16 municipios) en 2015 residían 2´202,886 de habitantes en una superficie de 2´412 km^2 y densidad media urbana de 64.4 hab/ha (Sedatu *et al.*, 2018). En las últimas décadas, en su franja metropolitana confluyen intereses de aprovechamientos diversos con dinámicas económicas urbanas frente a dinámicas de las actividades rurales, con un mercado de trabajo urbano-rural en reestructuración constante, lo cual deriva en transformación socioterritorial e impactos ambientales, donde los gestores locales mediante instrumentos normativos son jugadores importantes. La superficie artificial del territorio (suelo con usos urbanos) de la ZMT creció de 4.86 a 19.85% hectáreas con una tasa de incremento de 4.36% de 1984 a 2018, ello redujo el suelo agrícola, cuerpos de agua, coberturas de bosques y erosionó el suelo por explotación de materiales para construcción (Adame *et al.,* 2020). Tales cambios en el uso del suelo entre los municipios metropolitanos son heterogéneos y tienen causas diferentes, en embargo, la expansión urbana incontrolada y desordenada es una causa directa generalizada.

Es probable que los cambios de usos de suelo sin desarrollo urbano sustentable sea la causa en la expansión física y funcional del crecimiento metropolitano nacional. Esto representa dispersión de uso habitacional, del comercio, construcción de infraestructuras en el entorno regional urbano donde se movilizan beneficios económicos. La expansión urbana de las ciudades mexicanas (mayores de 100 000 habitantes), de los años 1980 a 2010, muestra una disociación entre crecimiento de

población y superficie urbana. De manera general, la población en las zonas urbanas se ha duplicado en los treinta años, mientras que la extensión del área urbana ha crecido en promedio 7 veces (Sedesol, 2011).

Este tipo de crecimiento físico y funcional que representa disociación o desajuste de la expansión urbana se expresa en disparidad de desarrollo urbano e impactos ambientales por ser desorganizado, ineficiente e insustentable. Tal situación alcanza magnitudes importantes en el orden internacional que se encuentra presente en las agendas de los organismos multilaterales del sector urbano, ambiental y el de riesgo.

Según Molina (2014) en referencia al caso mexicano indica que:

> [...] un modelo de este tipo resulta sumamente ineficiente, profundiza la desigualdad social, desaprovecha el suelo (recurso natural limitado), genera niveles elevados de contaminación y pone en riesgo a la población al promover la ocupación de territorios vulnerables a fenómenos meteorológicos extremos incrementando el riesgo urbano ante los efectos del cambio climático. Asimismo, en términos económicos resulta improductivo, debido a que genera constantes aumentos en tiempos, distancias y costos de los traslados, lo que a su vez afecta la calidad del aire de las ciudades (Molina, 2014, p. 12).

Para Molina, este problema requiere de una reestructuración en favor de una planeación ordenada y sustentable, que deberá ser capaz de frenar las dinámicas negativas de un crecimiento urbano descontrolado, como el agotamiento de los recursos naturales y la pérdida de biodiversidad, la desertificación, la erosión y el inadecuado uso del suelo. De manera que la principal área de oportunidad empieza en la planeación misma de las ciudades y en aprovechar el suelo urbano de manera eficiente.

En el orden internacional, el patrón actual de urbanización tanto en países desarrollados como en desarrollo converge en un mismo modelo, el de suburbanización con baja densidad. En cuanto a los actores y agentes, según UN-Habitat (2012) una variedad de agentes económicos se encuentra detrás de esta tendencia que, incluye a promotores inmobiliarios, constructores de vivienda y de carreteras, tiendas de cadena nacional e internacional, entre otros, a menudo con el apoyo de los bancos y financiamiento de viviendas.

En cuanto a los impactos ambientales, ONU-Habitat (2016) dice que hoy en día es ampliamente aceptado que la urbanización ocasiona cambios fundamentales en los patrones de producción y consumo, que cuando se vinculan formas urbanas con

estructuras de las ciudades disfuncionales, contribuye a tener niveles más altos de consumo de energía y de emisión de gases de efecto invernadero. Recientemente en UN-Habitat (2020) insiste en que las ciudades están consumiendo tierras más rápido de lo que crecen en población, tal expansión urbana está ocurriendo en ciudades de todo el mundo. Ya sea mediante la difusión horizontal, la urbanización dispersa o la periurbanización, ello tiene profundas implicaciones para el consumo de energía, emisiones de gases de efecto invernadero, en el cambio climático y degradación del medio ambiente. Agrega que, después de décadas de ambivalencia por parte de los formuladores de políticas, la urbanización se ha convertido en una agenda clave para la política de desarrollo internacional.

Por su parte, el Reporte del Panorama Global de Riesgos-Foro Económico Mundial (*The Global Risks Report 2020,* WEF, 2020) destaca de la última década que entre las principales amenazas o probabilidad de riesgos que enfrenta la humanidad adquieren relevancia las ambientales por sobre las geopolíticas, económicas, sociales y tecnológicas. Entre los cinco primeros riesgos están las temperaturas extremas, fracasos en la acción climática, desastres naturales, pérdida de biodiversidad y desastres ambientales provocados por el hombre, cada uno de ellos provocan impactos importantes. En particular aquí destacamos la planeación urbana, si bien no se ubica entre los cinco primeros riesgos con significativos impactos, sin embargo, se encuentra en posiciones subsiguientes, se indica que el fracaso de esta contribuye a los impactos en la crisis del agua, de los alimentos, enfermedades infecciosas e incluso inestabilidad social, entre otros.

En suma, la actual característica de la urbanización es la transformación ambiental del territorio mediante la metropolización. En México, en las últimas cuatro décadas se han registrado cambios de estructura tanto en el sistema urbano nacional como la zona metropolitana. Aquí destacamos el de la segunda, según Hoyos (2019), el paso de aquella urbanización industrial principalmente centralizado con organización centro-periferia dependiente a la descentralización en el ámbito regional con transformación productiva urbano-rural, esto es, urbanización de áreas de influencia, por tanto, las ciudades son dispersas, desarticuladas y de baja densidad. La transformación en la estructura productiva derivada de la globalización económica organizó la sociedad en la región urbana con base en soportes económicos articulados a infraestructuras y logísticas regionales y, las economías de aglomeración se difunden en núcleos de empleo y centralidades en la expansión urbana. Ambos procesos, demográfico

y económico, descentralizan el crecimiento metropolitano en el territorio, donde domina la lógica económica por sobre la ambiental y el ordenamiento.

Dichas problemáticas del crecimiento metropolitano insustentable y desarticulado confluyen en pérdida de calidad de vida y pérdida de derechos fundamentales de la población. Para enfrentar tal situación son necesarios cambios en la concepción de los modelos de gestión y planeación urbana para transitar en la instrumentación de los postulados del desarrollo urbano sostenible.

México tiene compromisos internacionales, tales como la Agenda 2030 de 2015, la Nueva Agenda Urbana de 2016, el Marco Sendai de 2015, el Acuerdo de París de 2016, entre los principales en materia territorial y ambiental, los cuales están considerados en las leyes generales, por consiguiente, en los últimos años transcurrió la fase de alineación de estrategias nacionales de instrumentos e instituciones ahora corresponde ingresar a la fase de operación y evaluación de metas en los niveles regional y local. Siendo fundamental los logros en el nivel local.

El objetivo de este trabajo es examinar los impactos del crecimiento metropolitano desordenado e insustentable de la ciudad de Toluca, a la luz de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Nueva Agenda Urbana para delinear criterios de reconstrucción del territorio metropolitano.

El capítulo luego de la introducción, se integra por cuatro apartados más: el segundo, refleja los desafíos de implementación y operación de los compromisos de la Agenda 2030 en México y el Estado de México observados en los reportes oficiales respectivos; el tercero destaca la dimensión espacial de los ODS y grado de aterrizaje local de la Nueva Agenda Urbana en México y Estado de México con base en información publicada en cada orden geográfico; el cuarto describe los desafíos del crecimiento metropolitano fragmentado, desordenado e insustentable de un caso local, la Zona Metropolitana de Toluca teniendo de referencia resultados de investigación sobre características e impactos de urbanización; y el quinto, reflexiona en la oportunidad de (re)construcción urbana en el contexto imperante.

Implementación de la agenda 2030. Desafíos locales

La meta de desarrollo sostenible de "no dejar a nadie atrás" que propone la Agenda 2030 adquiere popularidad desde su lanzamiento en la Cumbre de las Naciones

Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, aprobada por los 193 Estados Miembros, en septiembre de 2015; México uno de ellos. Lo mismo que los postulados del desarrollo sostenible que consideran satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras es el camino para construir un presente y futuro inclusivo, sostenible y resiliente para las personas y el planeta, es un ideal también afianzado desde la década de 1990. En México, adherirse a tal utopía necesaria conlleva compromisos para garantizar participación de las comunidades de las oportunidades en sus regiones geofísicas, propiciar capacidades en las personas y favoreciendo acciones para un planeta perdurable.

En el presente siglo XXI, el paso de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) a la Agenda 2030 con sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tiene por finalidad terminar con la pobreza, atender la desigualdad y la injusticia y, reparar el cambio climático, ello indica que se deben profundizar y complementar acciones en el orden internacional y nacional.[1] Todo ello en medio de procesos políticos, sociales, económicos y ambientales cambiantes.

Junto al lanzamiento de la Agenda 2030, desde las Naciones Unidas se generaron instituciones y documentos marcos: se formularon lineamientos de instrumentación para conducir el avance de las metas de cada uno de los indicadores –localización de 17 ODS–; la Cumbre por los ODS –reuniones de seguimiento de avances mediante reportes voluntarios de los países–; y sistema de seguimiento con datos confiables, entre otros aspectos. En los países firmantes la instalación de la Agenda implica alineamiento nacional y subnacional: adaptación en las respectivas estrategias nacionales, en los marcos legales y de planeación, en el entramado institucional, garantía de financiamiento y generación de información. Por lo que el grado de evolución de instalación, operación y entrega de resultados de la Agenda es heterogéneo y todavía insuficiente a nivel internacional.

En México, el Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, inicia a finales de 2015 y principios de 2016, período en el que se instauran lineamientos de armonización; las instituciones para el proceso de implementación, seguimiento,

[1] La búsqueda del desarrollo humano tiene precedente, con el inicio del siglo XXI, en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas de septiembre de 2000, cuando la Declaración del Milenio planteó ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio con horizonte al 2015. México se comprometió con 51 de 70 indicadores para los que reportó cumplimiento en 37 y casi alcanzó 5 adicionales. (https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-de-desarrollo-del-milenio/)

monitoreo, revisión, financiamiento y difusión de resultados (Presidencia de la República de México y PNUD, 2016).

Para la instalación, México tomó en cuenta la envergadura de las nuevas exigencias.

> El nivel de ambición de la Agenda 2030 supera los compromisos asumidos con los ODM y contempla enfoques transversales para la integralidad de las políticas públicas respecto de las tres dimensiones del desarrollo sostenible (social, económica y ambiental) a lo largo de sus objetivos y metas … además considera el acceso a bienes públicos globales … por ejemplo, la promoción de la biodiversidad, el combate al cambio climático, el acceso a las nuevas tecnologías, datos, y el uso del Internet, entre otros (Presidencia de la República de México y PNUD, 2016, p. 36).

Por lo que opta por una corresponsabilidad amplia e incluyente para aprehender el compromiso con la Agenda.

México, con base en la experiencia adquirida de los ODM 2000-2015, en el nivel federal reajustó instituciones y mecanismos desde el gobierno nacional que significó conciliar y alinear instrumentos de planeación del desarrollo nacional y con el presupuesto de egresos de la federación. En consecuencia, se redistribuyeron responsabilidades en la administración pública por área de competencia en correspondencia con cada ODS y el INEGI realiza el sistema de información nacional de los ODS (SIODS). Así, las políticas de desarrollo nacional contemplan el enfoque y los postulados del desarrollo sostenible, de cuyos resultados dependen las mejoras en el desarrollo de la población y la salud del planeta.

Si bien a nivel del gobierno federal, la Agenda se instala y despega en los dos últimos años del sexenio 2012-2018, donde el *Plan Nacional de Desarrollo* (PND), se convierte en el elemento central a partir del cual analizar y realizar la alineación y coherencia entre la política pública y los ODS. En cambio, a nivel subnacional no hay concordancia entre los sexenios del gobierno nacional con el de las entidades, lo mismo sucede con los trienios del nivel municipal, este desfase de las políticas de desarrollo estatal y local es un importante aspecto para conseguir la armonización de entrega de resultados locales. Es decir, en México, por el momento, la instalación y armonización a nivel local enfrenta los desafíos iniciales de armonización.

En el nivel federal, para el reporte de avance de metas de los ODS se elabora un Informe Nacional Voluntario (INV) bianual, en el período que transcurre se publicaron

los del 2016 y 2018, y se cuenta con el Sistema de Información de indicadores (nacional, estatal y por municipio),[2] cada uno de los reportes presenta una etapa correspondiente al proceso. El INV 2016 se caracterizó por ser preparatorio, reporta el proceso de implementación, corresponsabilidad o concientización de sectores, agentes y gobierno (federal, estatal, local), reorganización normativa e instituciones para instrumentar la Agenda 2030 (Presidencia de la República de México y PNUD, 2016).

El INV 2018, entre otros aspectos informó que "a junio de 2018, 31 de las 32 entidades federativas habían establecido bases jurídicas de su Órgano de Seguimiento e Instrumentación (OSI) de la Agenda 2030 a nivel estatal, y 29 de ellas ya lo habían instalado formalmente". A nivel local, al presente existen 2 457 municipios, "más de 300 ayuntamientos cuentan con mecanismos similares a nivel municipal". El INV 2018 refiere que, para incorporar los ODS en el marco nacional y subnacional de planeación del desarrollo y presupuesto, se reformó la Ley de Planeación, en febrero de 2018. El Reporte informa que el "análisis de vinculación entre los Programas presupuestarios (Pp) de la Administración Pública Federal (APF) y las metas de los ODS, identificó que, en el Ejercicio Fiscal de 2018, 80.7% de los Pp atienden temas vinculados al cumplimiento de los ODS". Por su parte, el INEGI realizó el análisis de datos con los que cuenta México, e identificó 169 indicadores globales aplicables a nivel nacional, de ellos 83 se producen periódicamente, sin embargo, se da seguimiento a 58 indicadores del marco global en la plataforma oficial (Gobierno de la República, 2018). El Informe 2018, reporta que varias entidades de la República, además de los OSI estatal, cuentan con avances en la incorporación de la Agenda 2030 en el Plan Estatal de Desarrollo, entre ellos el Estado de México.

En el año 2020, desde el nivel federal, para ampliar el proceso de alineación de los ODS en la planeación estratégica en el país, la Oficina de la Presidencia (OPR) elaboró Guías para el nivel estatal y municipal, respectivamente. Asimismo, difundió el documento de la *Estrategia Nacional para la puesta en marcha de la Agenda 2030* desde 2019 con la finalidad de garantizar estrategias de desarrollo en el largo plazo (sexenio presente y subsiguiente hasta llegar al 2030). Por tanto, a nivel del gobierno federal está cubierta la institucionalidad requerida y garantizada la implementación transexenal de la Agenda.

[2] http://agenda2030.mx/#/home

A nivel subnacional, en el Estado de México, replicó en parte lo realizado a nivel federal. El compromiso de alineación implicó el diseño del marco de planeación estatal y creación del Consejo Estatal de la Agenda 2030, así el *Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023* desde el inicio fue alineado a la Agenda 2030, es decir, los ODS son parte del marco para el diseño estratégico desde los cuatro pilares (social, económico, territorial, seguridad) y tres ejes transversales (igualdad de género; gobierno capaz y responsables y; conectividad y tecnología para el buen gobierno). A partir de dicho enfoque el PDEM ha definido objetivos, estrategias y líneas de acción en correspondencia con la realidad y necesidades de la entidad. Desde ese nivel de planeación contribuye a las metas de los ODS en forma directa e indirecta (excepto el 14 que no aplica al no ser entidad costera) (GEM, 2017). A tres años del PDEM 2017-2023, en octubre de 2020 el gobierno reportó avances de acciones en las políticas establecidas, aunque no ofrece datos abiertos sobre la sistematización de indicadores estratégicos de la Agenda 2030 que permita identificar el grado de avance.

Sin embargo, con información de la plataforma de seguimiento de indicadores del ODS del INEGI que reporta 58 indicadores por entidad federativa, de ellos tienen sólo 11 tienen cobertura geográfica por municipio (referidos a población en pobreza extrema, con educación básica, áreas rurales comunicadas y población que habita viviendas precarias, correspondiente a los ODM). Si bien los 11 indicadores se reportan para el nivel estatal, en la misma plataforma, la información de los municipios es deficiente y baja representatividad (se verificó 22 municipios de la Región Toluca).

En el Estado de México, este hecho refleja que el compromiso con la Agenda 2030 se encuentra en el nivel estatal de gobierno. En marzo de 2020, los 125 municipios mexiquenses recibieron un comunicado en el que "… se extiende una atenta invitación a los gobiernos locales que aún no han instalado su Consejo Municipal de la Agenda 2030 a realizarlo…" ello derivado del lanzamiento de la "Estrategia Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en México" que, entre otros aspectos, pone énfasis en el orden municipal como ámbito prioritario para el cumplimiento de las metas de desarrollo sostenible.

Con base en lo anterior expuesto, el ciclo de las políticas públicas nacional, estatal y local, enfrenta trayectorias centralistas con respecto al nivel municipal. Por lo que garantizar "no dejar a nadie atrás" del desarrollo sostenible, debe considerar el nivel de gobierno local y la cobertura geográfica nacional. Es decir, pasar de reuniones

de comisiones locales a las acciones estratégicas del desarrollo acompañadas de financiamiento y capacidad de respuesta técnica. En suma, en el Estado de México en particular, la instalación, gestión y resultados de la Agenda 2030 ha desplegado importantes esfuerzos, ha conciliado voluntades de los sectores de la sociedad cuya institucionalidad garantiza atender el compromiso, sin embargo, corresponde afianzar la rendición de metas de los ODS en el orden municipal de gobierno.

Dimensión espacial de los ods. Retos de aterrizaje local de la Nueva Agenda Urbana

México está comprometido con el desarrollo sustentable de la población, mediante la planeación urbana desde cuatro frentes: con desarrollo sostenible de la Agenda 2030 y el ODS 11, referente a ciudades y asentamientos humanos con la Nueva Agenda Urbana (NAU) de Hábitat III de 2016, en materia de riesgos y amenazas con el Marco Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015 y, sobre cambio climático con el Acuerdo de París y COP21 2016. Por tanto, instrumentar "planeación del desarrollo urbano sostenible" en el nivel local es un compromiso concreto.

La NAU 2016-2036 propone compromisos interrelacionados con las dimensiones del desarrollo sostenible –social, económico y ambiental–: el desarrollo urbano sostenible para la inclusión social y el fin de la pobreza; la prosperidad urbana sostenible e inclusiva y oportunidades para todos; el desarrollo urbano ambientalmente sostenible y resiliente; así como gobernanza efectiva y democrática. Por ello la NAU es el medio no sólo para alcanzar el ODS 11 sino también para atender la dimensión urbana de los demás ODS (UN-Habitat, 2020). En consecuencia, el éxito de gran parte de los ODS estriba en la planeación y gestión urbana, aún más la NAU ofrece una visión global para las personas, el planeta y la prosperidad a largo plazo, en ello el modelo de urbanización y desarrollo territorial desempeñan un papel transversal sustantivo.

En el Reporte global de los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2018, "el ODS 11 hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles" se encontraba entre los seis de los 17 objetivos bajo examen. El Reporte reveló que los Estados Miembros han adoptado enfoques variados para lograr el objetivo en consonancia con los desafíos nacionales específicos. El Reporte delineo recomendaciones desde el nivel nacional al local para el logro del ODS 11, en

cuatro aspectos: r*evitalizar la gobernanza y participación de la sociedad civil; reforzar los mecanismos financieros; desarrollo de capacidades y; tecnología e información* (UN-Habitat, 2020, p. 5).

Además del ODS 11 que abarca explícitamente ciudades y comunidades sostenibles, casi todos los demás ODS requieren progresos significativos a nivel de la ciudad para cumplirse, por ello son relevantes los gobiernos locales. UN-Habitat (2020, p. 6) indica que 65% de las metas de los ODS están en riesgo en caso de que los actores locales urbanos no les asignen un papel claro en la aplicación del programa. Así, con el arribo al año 2020 "el mundo entró en la Década de Acción", en la necesidad de acelerar la atención al desafío de "no dejar a nadie atrás" en el desarrollo humano.

El primer informe cuatrienal sobre el avance de la NAU, en el orden internacional, UN-Habitat (2020) reporta que en algunos casos nacionales ha habido bajos niveles de conciencia sobre los beneficios potenciales de la urbanización y compromisos con los programas mundiales de desarrollo. Las autoridades nacionales están agobiadas por la baja capacidad institucional y fiscal, por la debilidad de las estructuras de gobernanza multinivel y la participación de múltiples partes interesadas. En los países la aplicación de la NAU exige acciones locales que requiere capacidad institucional, organizativa, política y financiera que a menudo carecen o está mal desarrollada en muchos países. La capacidad de fortalecer la devolución y la autonomía local en muchos países es baja, y muchas ciudades siguen careciendo de recursos financieros y de la capacidad técnica para gestionar los desafíos asociados con la urbanización.

Al ser la NAU la dimensión espacial de la gran mayoría de los ODS que a su vez son transversales en la ciudad y el territorio, por tanto, será desde la organización social en el espacio local donde deben atenderse los desafíos actuales, mediatos y de largo plazos. La urbanización y asentamientos humanos con desarrollo sostenible es la utopía, para ello deben estar bien planificadas y gestionadas las ciudades y comunidades desde el orden local.

Respecto al avance del ODS 11 en México, hasta 2018 informa las siguientes acciones del orden federal: incorporó el Derecho a la Ciudad en la legislación de ordenamiento territorial y desarrollo urbano; la Red de Ciudades Sustentables refuerza acciones institucionales y comunitarias a favor del cuidado ambiental y desarrollo social; la actualización de planes municipales incorpora una perspectiva de sustentabilidad urbana; la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano contempla una estrategia nacional de ordenamiento

espacial del país; la Red de Ciudades Sustentables es también una estrategia para el manejo de residuos sólidos, rescate de espacios públicos y construcción de vivienda con ecotecnologías; el Programa Hipoteca Verde del INFONAVIT otorga créditos para que viviendas cuenten con ecotecnologías y puedan ahorrar agua, luz y gas; la iniciativa Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) fortalece la corresponsabilidad de los sectores social y privado para proteger áreas naturales; el Programa de Apoyo a la Reducción de Riesgos de Desastres y la Guía de Resiliencia Urbana diseñada por la Sedatu, contribuyen a un desarrollo seguro y resiliente en zonas vulnerables del sureste mexicano, mediante el desarrollo de capacidades (Gobierno de la República, 2018).

En cuanto hace a la implementación y seguimiento de la NAU en México, en el orden federal, de momento no se ha divulgado el informe, no se conocen avances por entidad federativa. Por lo general los planes nacional y estatal de desarrollo urbano y territorial consideran el ODS 11 como único marco, todavía no se ha transitado a la instrumentación de la dimensión espacial de los ODS. Esto es, el compromiso adquirido con la NAU es menos explícito en la política nacional y local.

Transcurre el tercer año de la administración federal, al momento no se ha divulgado el tercer Informe Nacional Voluntario de la Agenda 2030. El *Programa Sectorial de la SEDATU 2020-2024* correspondiente al sexenio federal 2018-2024 delinea las problemáticas principales nacionales para las cuales define cuatro objetivos prioritarios tales como ocupación del territorio, tenencia de núcleos agrarios, urbanización irregular y, vivienda; dichos objetivos están alineados con los compromisos de las diversas agendas de orden internacional.

El modelo de ocupación del territorio con ciudades discontinuas, dispersas e insustentables refleja debilidades de gobiernos y administraciones, no se respetan las leyes principales y los compromisos contraídos. En concreto la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2016, que en el artículo 55 señala que las áreas consideradas como no urbanizables en los planes o programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, de conurbaciones o de zonas metropolitanas, sólo podrán utilizarse de acuerdo con su capacidad agropecuaria, forestal o ambiental, en los términos que determinan dicha Ley y otras aplicables. Y añade que las tierras agrícolas, pecuarias y forestales, las zonas de patrimonio natural y cultural, así como las destinadas a la preservación ecológica, deberán utilizarse en dichas actividades o fines de acuerdo con la legislación en la materia. Por parte, la

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente señalan que los planes y programas en asentamientos humanos deberán considerar ordenamientos ecológicos en el Artículo 23 y en normas oficiales mexicanas en materia ecológica.

Las oportunidades de transformación y cambio de las problemáticas urbanas están latentes a lo largo del territorio nacional, sin embargo, dada la trayectoria estructural del desorden urbano y falta de aplicación de la normativa vigente, vuelve a ser necesario plantear la reconstrucción del territorio desde la planeación urbana. Se ha dicho que la urbanización de las últimas décadas en México tiene predominio de crecimiento metropolitano, por tanto, la reconstrucción debe partir de la expansión metropolitana insustentable. Como se expone en el caso concreto de ciudad de Toluca.

En el Estado de México el *Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2019* (PEDU) fue actualizado en concordancia con el PDEM 2017-2023 el cual a su vez fue alineado a la Agenda 2030, asimismo el PEDU considera la Ley General de AHOT y DU 2016, los lineamientos de la Nueva Agenda Urbana 2016 y reformas en la legislación estatal 2018, los compromisos y mandatos son tomados en cuenta en la imagen objetivo al 2042 (GEM-SEDUyM, 2019). De manera que la implementación de las políticas y lineamientos que emanan del PEDU apenas da sus primeros pasos a nivel estatal y todavía falta instrumentarse desde la actualización de los instrumentos a nivel de municipios.

En el Estado de México, sólo en el nivel estatal de gobierno los instrumentos del desarrollo social, económico, territorial y ambiental se encuentran alineados y preparados para atender el compromiso con el desarrollo sostenible. En el nivel municipal de gobierno, los instrumentos tales como el plan de desarrollo, el de desarrollo urbano, el atlas de riesgo, el de movilidad urbana, el de resiliencia, entre otros sectoriales, el grado de alineación para garantizar los compromisos adquiridos con la NAU y los ODS es insuficiente. Los 125 municipios son diversos, muchos de los cuales no cuentan con mecanismos que garanticen la "planeación del desarrollo urbano sostenible", siente éste el obstáculo para avanzar a nivel local.

Desafíos del crecimiento metropolitano fragmentado, desordenado e insustentable. El caso de la Zona Metropolitana de Toluca

Así se reportan procesos del crecimiento metropolitano de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) en los últimos años, entre otros, la reestructuración de la economía y del espacio metropolitanos; ocupación y aprovechamiento del suelo por la función residencial; cambio de uso de suelo, cobertura vegetal y presión ambiental; planeación y gestión del territorio. Haciendo énfasis en consecuencias e impactos, ello se documenta con base en resultados de investigación. La ZMT en el sistema urbano nacional en 2018 ocupó el quinto lugar con 2.2 millones de habitantes y según el Censo de Población y Vivienda de 2020, contabiliza 2,3 millones de habitantes esto es una tasa de incremento del último decenio de 1.57% y tiene mayor ritmo de crecimiento de suelo que de población (Sedesol, 2011). La expansión urbana inicia en la década de 1970 cuando emerge la suburbanización posteriormente hacia el 2000 combina con periurbanización o descentralización metropolitana en el territorio (Hoyos 2016 y 2017).

En el siglo presente siglo el sistema de asentamientos metropolitanos pasa de una fase centralizada (centro-periferia o jerárquica) a complementarse con descentralización urbana (más horizontal mediante policentrismo). El crecimiento metropolitano es en el territorio, ello constituye periurbanización u ocupación del espacio rural abierto donde se despliegan intereses económicos de actores –gobiernos municipales, inversores privados y familias–. En términos espaciales, aunque persisten patrones continuos y radiales propios de la suburbanización surgen procesos discontinuos y desmembrados entre municipios. El conjunto configura interrelaciones extendidas complejas (Hoyos, 2017), se distinguen interrelaciones entre municipios del centro que interactúan con municipios de la franja rural externa con flujos dependientes y complementarios, a la vez que definen un funcionamiento de mayor envergadura (policentrismo intra metropolitano y cabeceras municipales externas con relativo dinamismo).

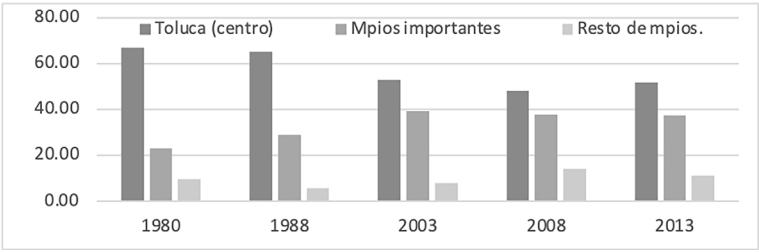
El crecimiento de la ZMT en el territorio deviene aprovechamiento del suelo y de recursos naturales desde múltiples intereses en juego que conforma varios procesos interrelacionados que impactan lo social, lo económico y lo ambiental. A continuación, se desarrollan.

Reestructuración de la economía y espacio metropolitano

En la ZMT (de 22 municipios), según Hoyos (2016 y 2017), la economía de 1980 a 2013, derivado de la reestructuración y ajuste comercial nacional, cambió el perfil de actividades. La base productiva se diversificó de ser principalmente industrial a terciaria o de economía servi-industrial tanto en la entidad mexiquense como en la ZMT, aunque el municipio de Toluca genera y concentra empleo urbano a la vez lo difunde; la localización del empleo transita de concentración espacial absoluta a desconcentración relativa, ello ocurre de la mano de la diversificación, descentralización y estrategias de las actividades del comercio y los servicios (ver gráfica 1).

La reestructuración espacial refiere la desconcentración relativa de la base productiva en seis municipios más allá del municipio de Toluca. El grupo de seis municipios importantes (ver gráfica 1, segunda barra) ha consolidado capacidad de generar economías de aglomeración y demanda de empleo local, cuya dinámica persistente en el tiempo presenta tasas de crecimiento superiores a sus referentes (Toluca y total de la entidad), tal desconcentración mejoró condiciones de ganancias por localización en el espacio continuo (Lerma, Metepec, Zinacantepec, San Mateo Atenco Atenco) e incluso en la parte externa (Tianguistenco y Ocoyoacac). Por tanto, la reestructuración sectorial trajo consigo la espacial con difusión de economías de aglomeración, aunque el resto de los municipios de la ZMT (15 municipios, ver gráfica 1, tercera barra) cuentan con escasa actividad significativa, los cuales dependen de mercados urbanos fuera de sus municipios de residencia (Hoyos, 2016). La reestructuración económica localizó la demanda del empleo urbano en siete municipios centrales y a la fuerza de trabajo en la periurbanización.

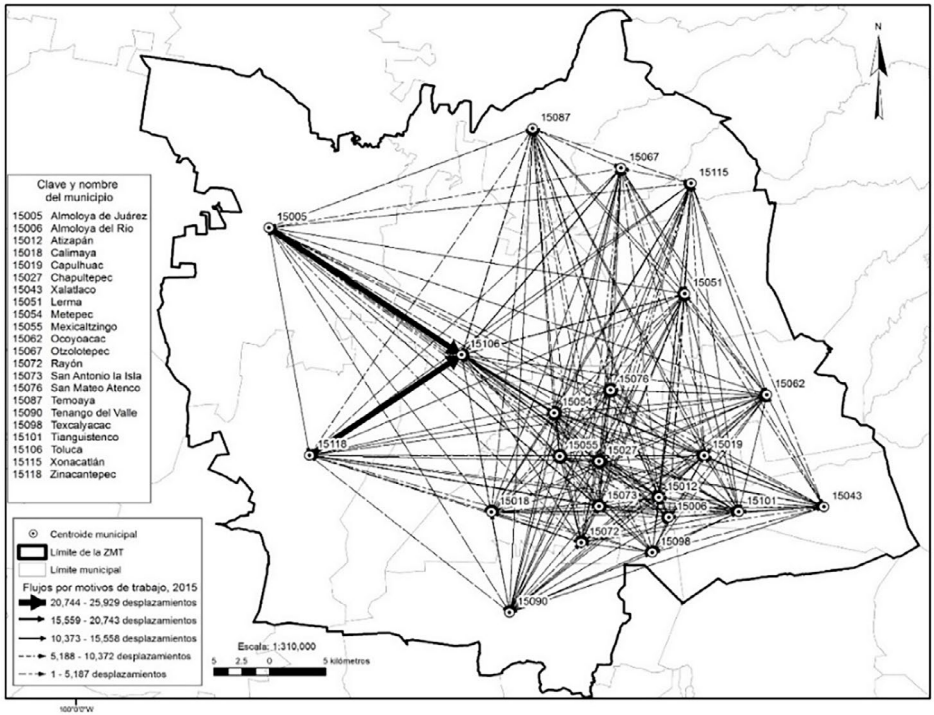
Gráfica 1. ZMT, distribución del empleo urbano por ámbito espacial



Fuente: Tomado de Hoyos (2016).

Según Hoyos, Rozga y Sánchez (2018) quienes observan la estructura espacial de la movilidad residencia–trabajo en la ZMT (22 municipios) para el período 2000 a 2015 constatan desajuste espacial entre localización de demanda de empleo intra metropolitano y localización regional de la oferta de trabajo. Ellos califican como descentralización espacial urbana incompleta, al hecho que las economías de aglomeración se ampliaron en núcleos intra metropolitano mientras la fuerza de trabajo está descentrada en municipios externos (ver gráfica 2). Es decir que, en los 15 años, la movilidad diaria laboral de la fuerza de trabajo refleja descentralización compleja: los traslados combinan movimientos periferia-centro (municipios del poniente) con movimientos externos (municipios del oriente), donde las interacciones no se circunscriben sólo al espacio central sino también en el regional.

Gráfica 2. ZMT, movilidad residencia-trabajo 2015
(Según flujos de entradas)



Fuente: Tomado de Hoyos, *et al.* (2018).

Los residentes metropolitanos descentralizados generan movimientos pendulares diarios. Los recorridos externos son extendidos y los internos congestionados y con oferta deficitaria de transporte público masivo con altos costos para la población. Tal desajuste entre localización de vivienda y empleo tiene alto costo social (tiempo, salud y dinero), costo de gestión urbana (servicios urbanos en general) y costo ambiental (consumo de energía y presión en recursos naturales).

Ocupación y aprovechamiento del suelo por la función habitacional

El tejido construido tanto en el centro urbano como en el ámbito regional de la ZMT ha sido inducido por los mercados vivienda, suelo y tierras. Si bien la especulación inmobiliaria residencial inició explícitamente en la fase de suburbanizacíon es más evidente con la periurbanización residencial del espacio rural.

La política nacional de vivienda, de los años 2000 a 2018, derivó en inversión financiera de vivienda cuya oferta, demanda y localización condujo la expansión urbana. Según Pedrotti (2016) en la ZMT de 1999 a 2016, entre otros tipos de viviendas construidas, se han consumado 89 conjuntos urbanos con 100 000 nuevas viviendas, principalmente de interés social localizadas en la periferia (hasta 4 km de su centro urbano de referencia o cabecera municipal). La vivienda nueva se localizó en el espacio rural, 82% de los conjuntos urbanos se asientan en suelos con aptitud para uso agrícola y pecuario, ubicados en zonas de escasa o nula urbanización. La autora indica que se presentó sobreoferta de vivienda.

Para ejemplificar la periurbanización por efecto de inversión en vivienda se describe el caso de San Antonio la Isla, municipio externo al suroriente metropolitano, el cual registró crecimiento urbano derivado de la autorización desde la administración urbana a los desarrolladores privados para que inviertan en demanda regional de vivienda. Según reporta Sánchez (2021), en dicho municipio se aprobaron dos conjuntos urbanos, ExRancho San Dimas en 2005 de tipo mixto de interés social (5 620 viviendas) ubicado al norte en el espacio rural disperso y, el conjunto urbano Villas del Sauce en 2011 de tipo interés social (1 027 viviendas) anexo a la cabecera, al sur. Al término de la venta y ocupación de ambos conjuntos se proyectó un total de 29 912 habitantes adicionales. Por consecuencia, el municipio registró aumento explosivo de población, en 1970 contaba con 4 252 habitantes y en 2020 con 31 962

habitantes, sus tasas de incremento no sólo fueron muy altas respecto a su tendencia local, sino que superiores a la ZMT.

El comportamiento demográfico del municipio externo ha sido impulsado por la inversión en vivienda y mercado de suelo-tierra para una demanda regional por sobre la demanda real local, en cuanto a la localización, el primer conjunto urbano generó tejido disperso en el espacio rural y ambos generaron división social diferenciada. De acuerdo con Sánchez (2021) con base en encuesta aplicada a los residentes de los conjuntos urbanos, ellos son propensos a una vida cotidiana segregada porque valoran los servicios internos y en menor medida las condiciones de la cabecera municipal. Son residentes con localización regional (son originarios de otros municipios mexiquenses e incluso de otras entidades), ellos eligen entorno rural cuidando comunicación con los mercados de trabajo urbano regional (cuenca de empleo y vías regionales). Los desplazamientos pendulares son de media a dos horas en días laborables (los integrantes de las familias demandan movilidad regional –automóvil particular, taxi colectivo y autobús–).

Dicho patrón de crecimiento metropolitano que deriva de la localización de inversión en vivienda detona diferentes transformaciones e impactos que también experimentan otros municipios de la ZMT, tales como Almoloya de Juárez, Zinacantepec, Chapultepec, Calimaya, todos ellos a partir del decenio de los años 2000, lo mismo que en Temoaya, Xonacatlán y Otzolotepec en la última década.

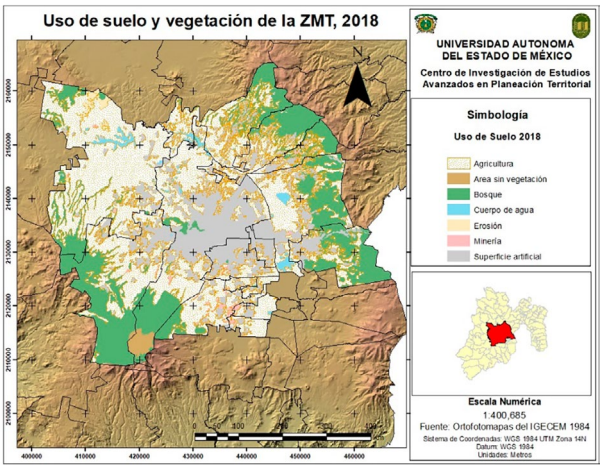
Son transformaciones metropolitanas que combinan proceso regional con locales. Por un lado, las acciones e intereses locales permiten la extensión de la cabecera, propician surgimiento de localidades rurales mediante el tejido construido disperso, difuminan lo rural-urbano y se acelera la transformación socio productiva rural además de que propician impactos ambientales y riesgos socio naturales. Por otro lado, las acciones de vivienda de municipios del espacio regional si bien resuelven necesidades y dan respuesta al comportamiento cultural de la población, a nivel local aumentan retos de envergadura metropolitana que los municipios no suelen atender. Lo más crítico de tal periurbanización es que se trata de una inducción en la planeación urbana, desde la autoridad local y estatal.

Cambio de uso de suelo, cobertura vegetal y presión ambiental

El actual funcionamiento metropolitano descentraliza funciones urbanas en el espacio rural con continuos cambios de usos del suelo y afectaciones de la producción, organización y estrategias económicas en el medio rural, en el uso de la tierra y cobertura natural; son cambios derivados de usos artificiales.

Adame *et al.* (2020) realizan para la ZMT (15 municipios) el cálculo del cambio de usos del suelo en el periodo de 1984 a 2018. Por un lado, los usos de suelo que pierden proporción de superficies son la agricultura, 35 303.84 hectáreas que representan 23.41% de ese uso, el área sin vegetación, 244.77 hectáreas que representan 11.78%, cuerpos de agua, 224.78 hectáreas que representa 7.03%. Por su parte, los que incrementan en proporción de superficie son el bosque que gana 2 682.56 ha que representa 5.36%, la superficie de minería (extracción de material para construcción), 399.45 ha que representa 46.18% y, la superficie artificial (asentamientos humanos) aumenta en 33 639.62 ha, que representa 308.56% y la erosión de suelos que disminuye en 1 102.31 ha, representa 45.95%. Destaca en los cambios de usos de suelo los incrementos de la superficie artificial (a una velocidad de 4.36% de tasa anual) a costa de las pérdidas del suelo productivo rural (a velocidad de 0.8% de tasa anual) y de otras coberturas (ver gráfica 3).

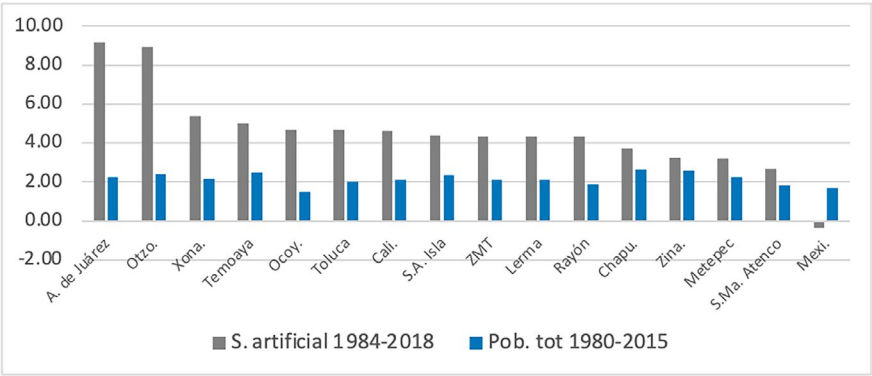
Gráfica 3. ZMT, uso de suelo y vegetación 2018



Fuente: Tomado de Adame, *et al.* (2020).

En la ZMT en las últimas décadas, el patrón de ocupación urbana del territorio ha sido significativo: la tasa de crecimiento anual del suelo artificial (4.36%) es superior a la tasa de la población total (2.57%), mientras que la densidad baja de 76.65 a 48.43 hab./ha (ver gráfica 4). Los municipios de la ZMT en general registran altas tasas de incremento de suelo artificial, destacan por arriba del total de la ZMT, los externos (Almoloya de Juárez, Otzolotepec, Xonacatlán, Temoaya, Ocoyoacac, Calimaya y San Antonio La Isla). Asimismo, las densidades de población son generalmente bajas y disminuye en el tiempo (oscila entre 27.22 a 65.42 habitantes por hectárea).

Gráfica 4. ZMT. Tasa de crecimiento de superficie urbana y población total



Fuente: Elaboración propia con base en Adame *et al.* (2020) y Sedesol, Conapo e INEGI, 2012 y 2018.

El decir, la metropolización del territorio se dispersa con alto consumo de suelo a costa del espacio rural, tal proceso refleja debilidad de aplicación de ordenamientos urbano y ambiental en los municipios.

Planeación y gestión del crecimiento metropolitano en el territorio

Los impactos sociales, económicos y ambientales del proceso de expansión metropolitana derivan de las deficiencias en el ordenamiento urbano y ambiental de los gobiernos municipales que integran la ZMT, en particular de una carente visión integrada de la gestión del suelo y los recursos.

Hernández (2019) realiza un diagnóstico del suelo en la ZMT, en los municipios conurbados considerados por el *Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca 2005* (Toluca, Metepec, Lerma, Zinacantepec, San Mateo Atenco, Almoloya de Juárez y Ocoyoacac). De varios aspectos tratados, aquí destacamos algunos indicadores: las densidades en general son bajas (población total, media urbana y vivienda); se registran 65 asentamientos humanos irregulares en una superficie aproximada de 8 068 hectáreas que representan 4.38% de la superficie construida; las reservas territoriales están localizadas en la parte más externa de las cabeceras; en clasificación del suelo, los nueve municipios reportan 20.75% de área urbana, 8.90% de área urbanizable y 70.35% de área no urbanizable; de esta clasificación, 4.5% se encuentra en el perímetro de contención U1, 9.2% en U2 y 12.7% en U3, es decir, las acciones están previstas principalmente para la expansión; la localización de la vivienda, sólo dos municipios tienen mayor proporción en el perímetro U1 (Lerma y Toluca), otros la mayor proporción en U2 (Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec), otros más en el perímetro U3 (Ocoyoacac y Xonacatlán) e incluso con localización de vivienda más externa (Otzolotepec, Almoloya de Juárez y Toluca); respecto al suelo baldío en superficie urbana, es información no reportada, sin embargo, alguno de ellos indican 25.8% de superficie con suelo baldío, otros oscilan entre 3 y 1.2 por ciento.

En cuanto a la gestión metropolitana del suelo, según Hernández (2019), el PRDUVT 2005 hacia mediados de 2018, cuando realizó trabajo de campo, todavía el Plan no se había renovado, los planes municipales de desarrollo urbano no entregaban evaluación del ordenamiento de municipios conurbados, no existe alineación de estrategias entre ordenamientos; solían realizar "mesas de trabajo metropolitano convocadas por la administración para la inter municipalidad"; sólo cuatro –Lerma, Toluca, Metepec, y Zinacantepec– contaban en la estructura administrativa un área para asuntos metropolitanos (comisión de límites territoriales, de crecimiento urbano, edilicia de asuntos metropolitanos), los demás reflejaron menor capacidad técnica y administrativa en la materia; respecto a la garantía de financiamiento para acciones metropolitanas refieren los Ramos 23 y 33 de origen federal, no refieren recursos propios; los municipios no realizan auditorías y generación de información para indicadores metropolitanos. Por tanto, la coordinación institucional metropolitana es baja, irregular, de corto plazo y sin práctica de acuerdos formales. Es muy sensible el hecho de que no existe agenda de suelo para el ámbito metropolitano, los municipios realizan acciones fragmentadas.

Según la información de gestión del suelo en los municipios metropolitanos centrales, se deduce que existe ingobernabilidad metropolitana: no existe consistencia de acciones en un mismo municipio menos entre ellos; el conjunto de acciones urbanas (localización de reservas, políticas de suelo, inversiones, re-uso de suelo urbano) confluye en desorden y desintegración del tejido construido; y las acciones para la consolidación del desarrollo urbano son bajas. Por lo que las medidas de control del crecimiento y consolidación urbana requieren ajustes desde una gestión metropolitana coordinada siguiendo un modelo territorial sustentable único.

Por su parte, el *Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2019* ratifica la situación de fragilidad de la planeación urbana y gestión de suelo para la entidad y la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Reporta que los instrumentos de planeación están desactualizados, "en 2019, en el Estado de México, 118 municipios de 125 cuentan con planes publicados y vigentes, de ellos 75% presentan una década o más de vigencia" (GEM-SEDUyM, 2019, p. 248). El desajuste de temporalidad entre nivel estatal y municipal afecta la observancia de áreas de conservación, mejoramiento, consolidación y crecimiento de los centros de población. Así, en la entidad de 2008 a 2018, el crecimiento urbano se dio en mayor proporción sobre el área no urbanizable (14 232 ha), mientras que en áreas urbanizables creció en menor medida (13 690 ha). En la entidad, existen áreas rurales (agrícolas con vivienda rural) que representan 245 017 hectáreas dispuestas en áreas urbanas (37 886 ha), en urbanizables (27 281 ha) y en no urbanizables (179 849 ha); se observa que las áreas rurales en áreas urbana y no urbanizable son casi iguales. En el Valle de Toluca en 2019 existen 17 644.8 hectáreas con asentamientos informales, donde viven 634 149 habitantes en 264 742 viviendas, mismas que están localizadas en áreas urbanas (16.1%) y el resto en áreas rurales (GEM-SEDUyM, 2019).

En suma, los procesos y acciones descritas arriba contribuyen con la vulnerabilidad e insustentabilidad ambiental y del desarrollo urbano en la Zona Metropolitano de Toluca. Tal crecimiento metropolitano deja saldos negativos con bajas condiciones de desarrollo sustentable, es un caso donde la dimensión espacial de los ODS y la NAU enfrentan varios desafíos locales:

- Inducción de tejido construido fragmentado y con división social que genera exclusión formal e informal;
- Desajuste espacial entre áreas centrales con lugar de trabajo mejor dotadas en

economías de aglomeración y lugar de residencia alejadas desprovistas de empleo, bienes y servicios;
- Municipios externos cuya baja capacidad de economía local propicia desigualdades;
- Movimientos pendulares regionales generan costos sociales y ambientales;
- Dispersión de infraestructuras, equipamientos e instalaciones especiales amplían huella urbana;
- Competencia de precios y beneficios entre aprovechamientos urbano-rural afectan la seguridad alimentaria;
- Presión sobre recursos naturales y coberturas del suelo compromete recursos ambientales mediatos y futuros;
- Generación de vulnerabilidades y riesgos sociales y ambientales;
- Incapacidad y deficiencias técnica, fiscal y administrativa local y;
- Ausencia de mecanismos de evaluación y sanción de impactos social y ambiental.

Enfrentar la insustentabilidad del crecimiento metropolitano de la ZMT se convierte en una oportunidad para atender el compromiso de "no dejar a nadie atrás", a ningún nivel de gobierno, a ninguna comunidad del desarrollo sostenible. Es un momento oportuno para hacer confluir esfuerzos y voluntades desde el nivel local.

Oportunidad de (re)construcción urbana

Durante la pandemia del Covid-19, las ciudades han registrado los mayores casos, es donde se encuentran los factores y vectores de contagio, por tanto:

> la COVID-19 brinda la oportunidad a las ciudades de reconstruirse mejor a largo plazo y desarrollar resiliencia contra futuras pandemias. La urbanización sostenible será esencial para el esfuerzo mundial para recuperar mejor los impactos de la pandemia COVID-19 y volver a poner al mundo en marcha para alcanzar los ODS y cumplir los ambiciosos objetivos del Acuerdo de París sobre el cambio climático (UN-Habitat, 2020).

La pandemia del Covid-19 se ha gestionada mediante el binomio salud pública-salud económica con impactos negativos mutuos; pérdida de salud de la población y pérdida de productividad. Sin embargo, son varias las problemáticas que confluyen en el

territorio (ver tabla 1). En América Latina y México la pandemia exacerba los problemas del desarrollo sostenible precedentes en ciudades y asentamientos humanos (ver tabla 1). El contexto actual congrega las crisis urbana, ambiental, económica y agrega la de salud pública, mismas que se convierten en las directrices o ejes transversales bajo las cuales delinear renovadas estrategias de planeación, ordenamiento y adaptación al cambio climático mediante mecanismos de gobernanza locales. También conduce al cambio de concepción de metodologías para renovar instrumentos de acción.

Tabla 1. Problemáticas transversales a los asentamientos humanos

Crisis urbana	*Crisis ambiental*
Urbanización del territorio insustentable, fragmentado, deficitario en planeación urbana y ordenamiento con alto consumo de tierras y recursos naturales sin aprovechamiento adecuado. Baja capacidad de gobiernos.	Acciones erráticas para contener y adaptarse al cambio climático. Alto consumo de energía y recursos que generan riesgos, amenazas y vulnerabilidad de sistemas –ecosistemas naturales, biodiversidad e hídricos–.
Crisis, recesión económica	*Crisis de salud pública*
Parón y oscilaciones, pérdida de producción –demanda, oferta, ingresos–, cierre de empresas, disminución de financiamiento e inseguridad de inversión, cambios en la globalización y organización de trabajo. Aumento de informalidad, pobreza y cambio en relaciones laborales.	Debilidad de sistemas de salud, baja capacidad de respuesta y reacción científica anticipada. Entornos de desigualdad, marginación y pobreza agravan vectores de propagación y control –densidad, interacción, hacinamiento e insalubridad–.

Fuente: Elaboración propia.

Para afrontar la situación post-pandemia debe aceptarse que se presenta una oportunidad de *reconstrucción necesaria* de ciudades y territorios. La *reconstrucción necesaria* enfrenta al menos dos enfoques, que según el razonamiento de Méndez (2020) puede plantearse de la siguiente forma: "volver a la vieja normalidad" que significa reforzar el modelo económico y político vigente que profundiza la racionalidad neoliberal en el territorio, que exacerba todo tipo de vulnerabilidades y reproduce el estado actual de las crisis (urbana, ambiental, económica y ahora de salud pública). O bien, avanzar en alternativas que transformen, para cambiar el estado anterior, y así replantear el modelo imperante (neoliberalismo), lo cual conlleva repensar y

revisar los saberes para una mejora social conjunta, ello para construir una resiliencia dinámica de adaptación activa en ciudades y territorios.

En la escala local de la reconstrucción del territorio metropolitano la pregunta sería: ¿Cuál modelo de respuesta, a corto y largo plazos debemos conducir? ¿Cómo integrar ejes necesarios?:

- Gestión de instrumentos (planeación urbana, ordenamientos ambientales y sanitarios) con reforzamiento de capacidades locales.
- En los sistemas (ambiental, social, político, económico y de salud) mejorar transversalidad e integración justa y sostenible.
- Sistema urbano-rural con interacción sostenible.
- Garantía de financiamiento y de economías locales.
- En las instituciones (mayor o menor Rectoría del Estado y fortalecimiento de la gobernanza regional y local).
- Participación/decisión colectiva y cohesión de personas, comunidades y sociedad.
- Mecanismo que garanticen evaluación, seguimiento y sanción de resultados e impactos.

Referencias

Adame, S., *et al.* (2020). Impactos territoriales y ambientales de la periurbanización en la zona metropolitana de Toluca. [Informe]. Cuerpo Académico Relaciones Metrópolis-Ambiente (CARMA), FAPUR-UAEM.

Conapo-Sedatu. (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018. México*: Conapo-Sedatu.

GEM. (2017). Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

GEM-SDUyM (2019). Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México 2019. *Gaceta de Gobierno* (23 de diciembre), 120.

Gobierno de la República (2018). Informe Nacional Voluntario para el Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible. Avance en el cumplimiento de la Agenda 2030. Ciudad de México.

Hernández, K. U. (2019). Agenda de gestión de suelo. Propuesta de gobernabilidad para la Zona Metropolitana de Toluca. [Tesis de maestría]. Toluca: UAEM.

Hoyos, G. (2016). Reestructuración productiva y crecimiento metropolitano. Los servicios y el comercio en la Zona Metropolitana de Toluca, 1980 -2013. En G. Canales, *et al.*

(coords.) *Desarrollo económico, regional y sustentable. Una perspectiva multidisciplinaria*. (pp. 70-98). Toluca: UAEM.

Hoyos, G. (2017). Reestructuración urbana y configuración policéntrica en América Latina. El caso de la ciudad de Toluca. En J. Gasca (coord.) *Espacios del consumo y el comercio en la ciudad contemporánea*. Ciudad de México: UNAM-IIEC.

Hoyos, G. (2019). Sistema urbano y rural desde lo regional en México. En J. Gasca (coord.). *Desarrollo regional en México. Actores, miradas y relatos*. Ciudad de México: Bonilla Artigas Editores.

Hoyos, G., *et al.* (2018). Estructuración espacial de las relaciones funcionales metropolitanas: el caso de Toluca, 2000-2015. En G. Hoyos, *et al.* (coords.). *Ciudad, género, cultura y educación en las regiones*. Ciudad de México: UNAM-IIEC-AMECIDER.

Méndez, R. (2020). *Sitiados por la pandemia. Del colapso a la reconstrucción: apuntes geográficos*. Madrid: Revives.

Molina, M. (2014). *Expansión urbana y cambio climático. Ciencia*, octubre-diciembre, pp. 9-13.

ONU-Hábitat (2016). *Urbanización y desarrollo: Futuros emergentes. Reporte ciudades del mundo, 2016*. Nairobi: ONU-Hábitat.

Pedrotti, C. (2016) *Calidad residencial y condiciones de producción en la vivienda social promovida por el sector privado. Zona Metropolitana de Toluca, 2001-2011*. México: UNAM.

Presidencia de la República y PNUD (2016). *Reporte Nacional para la Revisión Voluntaria de México en el marco del Foro Político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible*. México: Presidencia de la República y PNUD.

Sánchez, O. (2021). *Suburbanización y periurbanización. Conjuntos urbanos Ex Rancho San Dimas y Villas del Sauce, Municipio San Antonio la Isla, Estado de México*. [Tesis]. Toluca: UAEM.

Sedatu. (2020). *Programa Sectorial SEDATU 2020-2024.* DOF 26 junio 2020. Ciudad de México.

Sedatu, Conapo e INEGI (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015.* Ciudad de México: Sedatu/Conapo/INEGI.

Sedesol. (2011). *La expansión de las ciudades 1980 – 2010 México*. Ciudad de México: Sedesol.

UN-Habitat. (2012). *State of the World's Cities 2012/2013. Prosperity of Cities*. Nairobi: World Urban Edition.

UN-Habitat. (2020). *World Cities Report 2020. The Value of Sustainable Urbanization*. Nairobi: UN-Habitat.

World Economic Forum. (WEF) (2020). *The Global Risks Report 2020*. 15th Edition. Strategic Partners Marsh & McLennan Zurich Insurance Group.

CONFLICTOS URBANOS DE CHILPANCINGO, GUERRERO: PRINCIPALES DESAFÍOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA RESILIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD

Neftalí García Castro[*]
Pedro Vidal Tello Almaguer[*]
Floriberto González González[*]

Resumen

La ciudad de Chilpancingo es el segundo sitio más poblado del estado de Guerrero, México. Su área de influencia se extiende sobre la mayoría de los municipios guerrerenses debido a su función como capital estatal, así como por las actividades terciarias que concentra. Desde hace varios decenios, la ciudad ha sido un polo de atracción para la población que migran desde las áreas rurales; en particular desde la región Centro, La Montaña y la Costa Chica, lo que ha ocasionado una rápida y desordenada urbanización, así como una serie de problemáticas producto de esa drástica transición rural-urbana. Esto último fue el principal objeto de estudio de la presente investigación, la cual se estructuró de la manera siguiente: *1)* se hizo una revisión de la literatura sobre los conflictos urbanos a la luz de la vulnerabilidad-resiliencia y la sostenibilidad, categorías centrales en la Agenda 2030; *2)* con base en un análisis hemerográfico, se detectaron las principales problemáticas urbanas que han emergido en Chilpancingo; sobre todo, las dificultades derivadas de la falta de abasto de agua que aqueja a la mayoría de las colonias y barrios; *3)* se ponderó el impacto que esto ha tenido en la puesta en práctica de las medidas sanitarias durante la pandemia de Covid-19; y *4)* se establecen cuáles son los principales retos de carácter socio-territorial de la ciudad de Chilpancingo para sentar las bases de la resiliencia y la sostenibilidad en los próximos decenios.

Palabras clave: conflictos urbanos, vulnerabilidad-resiliencia, sustentabilidad.

* Universidad Autónoma de Guerrero: neftaligc@hotmail.com | pedroalmaquer@uagro.mx | florgogo2014@gmail.com

Abstract

The city of Chilpancingo is the most populated place in the state of Guerrero. Its area of influence extends over the majority of the Guerrero municipalities due to its function as state capital, as well as the tertiary activities that are concentrated there. For several decades, the city has been a pole of attraction for the population who migrate from rural areas; in particular from the region Centro, La Montaña and the Costa Chica, which has caused a rapid and disorderly urbanization, as well as a series of problems resulting from this drastic rural-urban transition. The latter was the main object of study of the present investigation, which was structured as follows: *1)* a review of the literature on urban conflicts was made in light of vulnerability-resilience and sustainability, central categories in the 2030 Agenda; *2)* based on a hemerographic analysis, the main urban problems that have emerged in Chilpancingo were detected; Above all, the difficulties derived from the lack of water supply that afflicts most of the neighborhoods and neighborhoods; *3)* the impact that this has had on the implementation of sanitary measures during the COVID-19 pandemic was weighed; and *4)* establish which are the main socio-territorial challenges of the city of Chilpancingo to lay the foundations for resilience and sustainability in the coming decades.

Keywords: urban conflicts, vulnerability-resilience, sustainability.

Introducción

La presente investigación explora un tema fundamental en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; los conflictos urbanos a la luz de categorías centrales para el análisis territorial presente tales como vulnerabilidad-resiliencia-sostenibilidad, desde donde ha sido escasamente tratado. En América Latina, el examen de la cuestión urbana es un campo fértil para las ciencias sociales; algunas obras esenciales para el entendimiento de lo que ocurre en las ciudades de la región son los aportes de: Herrera y Petch (1976), Schteingart (2000), Barcena (2001), Janoschka (2002), Da Cunha y Rodríguez (2009), Montero y García (2017), entre otros.

En México también se han hecho contribuciones notables en materia de análisis urbano, destacan las investigaciones de Unikel (1968), Aguilar y Vázquez (2000),

Gutiérrez (2003), Sobrino (2011) y Gallegos (2016). Sin embargo, el estado de Guerrero ha sido raramente examinado desde la perspectiva de la geografía urbana, entre los trabajos con rigor científico significativo están: "Estructura funcional de las localidades urbanas de municipios costeros de Guerrero" e "Historia de una acentuada desarticulación territorial: el estado de Guerrero", ambos elaborados hace más de un decenio por Padilla (1998) y Garza (2009), respectivamente.

De esta manera, la investigación urbana resulta indispensable en el quehacer de los estudios enfocados en esta entidad de la República mexicana. Lo que cobra aún más sentido, si se toma en cuenta que en Guerrero más de 60% de la población reside en asentamientos urbanos, principalmente en: Acapulco, Chilpancingo e Iguala (INEGI, 2015). Desafortunadamente, de acuerdo con el Índice básico de las ciudades prósperas 2018, la ciudad de Chilpancingo:

> enfrenta problemas graves derivados de una urbanización extraordinariamente desordenada, dispersa e insustentable que ha crecido en las laderas sin ningún control, devastando la biodiversidad y contaminando el suelo y los acuíferos; por ello, muchos asentamientos, sobre todo precarios y de vivienda social, se ubican en zonas con altas pendientes y con riesgos diversos, debido a la ausencia de una estrategia de ordenamiento territorial y ecológico (ONU-Habitat, 2018, pp. 34-35).

El objetivo de este trabajo fue identificar los principales retos de carácter socio-territorial que debe superar Chilpancingo para convertirse en una ciudad resiliente y sustentable, en los próximos decenios. Con tal finalidad, en el capítulo se hizo *1)* una revisión de la literatura sobre los conflictos urbanos a la luz de la vulnerabilidad-resiliencia-sostenibilidad, y *2)* se detectaron algunas de las principales problemáticas urbanas que podrían erigirse como detonantes de los conflictos en la ciudad en los próximos años.

Marco de referencia

De acuerdo con Sandoval *et al.* (2020), los conflictos[1] urbanos suelen entenderse como la manifestación pública de distintas dificultades que enfrentan, cotidianamente, los habitantes de las ciudades, las cuales suelen ser resultado de la evolución socio-territorial de esos asentamientos humanos. En ese contexto, emergen, por lo menos, dos sectores sociales con posiciones encontradas: *1)* quienes promueven el modelo de una ciudad que da prioridad a la competitividad y la ordenación de estos sitios para favorecer la rentabilidad inmobiliaria, y *2)* aquellos que se organizan y actúan con la finalidad de incentivar o reivindicar el bienestar urbano colectivo.[2]

En el mismo sentido, Pascual (2019) puntualiza que la ciudad, en sus múltiples aristas, es reflejo de la confrontación que existe entre las relaciones de poder de los principales actores sociales que inciden tanto en la construcción de los espacios urbanos como en el uso de estos, lo que da lugar a una ciudad vista como objeto de acumulación de capital y especulación y, con bastante frecuencia, ligada a procesos de exclusión y segregación; pero también, y cada vez de manera más necesaria, la ciudad como bien común para el uso y beneficio de sus habitantes.

La noción de justicia espacial tiene su origen en la Antigua Grecia; democracia y justicia fue un binomio tomado en cuenta para la organización de los espacios urbanos griegos. No obstante, es a partir del decenio de los setenta cuando investigaciones de corte territorial comienzan a abordar a la justicia espacial para aludir a la insatisfacción derivada de la distribución desigual de los beneficios del desarrollo económico acaecido en entornos urbanos.

---

1 En términos generales, se concibe un conflicto como "… la forma de aquellas fricciones cotidianas en las que también pueden estar presentes los intereses y afectos particulares, pero cuya motivación principal viene dada por valores genéricos y principalmente morales… El conflicto… implica ya en sí la posibilidad del cambio de la forma de vida, o bien va repitiéndose a niveles más elevados..." (Heller, 2002: 651).

2 En ese contexto, un movimiento social es una forma de acción colectiva derivada de la preexistencia de un conflicto que se busca resolver, al dotarlo de visibilidad y dimensión (Grau e Ibarra, 2000). Tal movilización emerge porque hay tensiones estructurales (laborales, familiares, urbanas) que originan transgresión de intereses concretos; existen carencias organizativas, pues las maneras precedentes de solucionar un conflicto no son efectivas (no pueden, no saben o no quieren llegar a él); un sector de la sociedad no está conforme con su situación actual y considera que se debe buscar una solución en forma participativa, igualitaria y cooperativa. Así, un movimiento social supone que un sector de la sociedad contempla vivir, conjuntamente, una forma distinta de ver, estar y actuar en el mundo; la intensidad de esa vivencia puede tener una expresión mínima, pero debe haberla para que exista un movimiento (Caballero, 2009).

Harvey (1968) se refiere a la justicia espacial como un fin normativo para los urbanistas debido a la distribución asimétrica de las inversiones y los servicios públicos en ese tipo de asentamientos humanos. En ese orden de ideas, su concepción se basa en un principio de igualdad proporcional para garantizar que exista equilibrio en la distribución geográfica de los recursos y el requerimiento de estos.

Por su parte, Lefebvre (1968) plantea la idea del derecho a la ciudad como el restablecimiento de la capacidad que deberían tener los habitantes de ésta para incidir en las decisiones relacionadas con la transformación de sus espacios. De acuerdo con Mathivet (2009), la propuesta de Lefebvre da pauta para concebir indispensable el empoderamiento de los habitantes de espacios urbanos frente a los impactos negativos del neoliberalismo; entre estos, destaca el uso preponderantemente mercantil de la ciudad y la consecuente privatización de múltiples áreas que la integran, mediante el despojo de estas a la gente que las solía habitar.

Asimismo, Harvey (1973) define a la justicia territorial como la búsqueda de una distribución equitativa de aquellos recursos sociales con los que se cuentan en asentamientos humanos; la cual puede ser posible por medio de formas de organización espacial que prioricen a las áreas menos favorecidas, asimismo de mecanismos institucionales, económicos y políticos, en materia de atención de las necesidades de la población local y la asignación de ciertos recursos que ayuden a sortear las dificultades de carácter socio-territorial que puedan existir allí.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en los dos últimos decenios aproximadamente 50% de la población mundial vive en ciudades; asimismo, este organismo estima que dicha cifra podría rebasar 60% en 2030.[3] Desafortunadamente, este proceso de urbanización ha tenido consecuencias socio-territoriales importantes; entre ellas, ha dado lugar a la proliferación de asentamientos humanos marginales, carentes de infraestructura y servicios básicos (manejo inadecuado de residuos sólidos, escasez de agua potable, sin drenaje, sin suministro eléctrico, entre otros) (ONU, 2018).

[3] Lo anterior cobra importancia para México si se toma en cuenta que en 2030, el país pasará de 384 ciudades a 961, las cuales reunirán 83.2% de la población nacional; en consecuencia, los asentamientos humanos irregulares tenderán a expandirse por la falta de oferta de suelo habitacional bien localizado; no obstante, aquellas áreas periurbanas con mejores condiciones para el establecimiento de vivienda serán acaparadas por el mercado formal inmobiliario, lo que puede generar conflictos urbanos entre los distintos actores sociales (ONU, 2017).

Cabe destacar que la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, en el objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, tiene como una de sus metas garantizar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, así como mejorar los barrios marginales; en ese contexto, también se pretende aumentar la urbanización inclusiva y sostenible así como la capacidad para la planificación y la gestión participativa, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países (ONU, 2015).

Al respecto, Sánchez y Gallegos (2018) en *Ciudades Sostenibles: la Agenda Urbana como acelerador de los objetivos de desarrollo sostenible*, destaca que en América Latina el principal desafío es solucionar las dificultades derivadas de la drástica transición rural-urbana, lo cual implica mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades de la región, en particular, reducir la brecha de desigualdad para incentivar la sostenibilidad social, económica y ambiental de las mismas.

En ese orden de ideas, el desarrollo sostenible demanda la colaboración armónica de los diferentes actores de la sociedad, en torno a la búsqueda de mecanismos para resolver las problemáticas de carácter social, económico y ambiental, con lo cual se dé pauta al surgimiento de condiciones de vida más justas para la población (Cantú, 2012, p. 88). De esta manera, en el binomio sostenibilidad-vulnerabilidad, esta última puede concebirse como el resultado de la interacción desequilibrada de múltiples actores sociales, lo que ha dificultado que las condiciones de vida mejoren y, en consecuencia, se ha retrasado el desarrollo sostenible (Ávila y Picazzo, 2018).

En términos generales, la vulnerabilidad[4] puede entenderse como la falta de capacidad de las personas, de manera individual o colectiva, para anticiparse, hacer frente y recuperarse de los efectos adversos ocasionados por un fenómeno natural o por la actividad antrópica. Wilches-Chaux (1993), uno de los principales estudiosos de la vulnerabilidad en América Latina, señala que esta categoría suele dividirse en "vulnerabilidades" para analizar dimensiones específicas de esta condición social; aunque, en el mundo real, las "vulnerabilidades" (física, económica, social, política, cultural, alimentaria, etc.) operan de manera articulada.

[4] Existen múltiples definiciones sobre lo que se entiende como vulnerabilidad; no obstante, la mayor parte de éstas coinciden en que esta condición humana, en esencia, hace alusión a la fragilidad de las personas, tanto a nivel físico como emocional, debido a la exposición a algún tipo de amenaza y, en lo sucesivo, la posibilidad de sufrir daño (Feíto, 2007).

Es importante destacar que la vulnerabilidad no es una condición social perpetua, pues las cualidades y las dimensiones de ésta dependen de factores que pueden transformarse a través de la intervención y la prevención (Díaz y Reséndiz, 2017). Incluso, podemos concebir a la vulnerabilidad como una operación aritmética que involucra dos partes; un minuendo, atribuible a las condiciones diversas que presenta el entorno (físico, social y económico) y un sustraendo, el cual se relaciona con la capacidad-voluntad (individual y colectiva) de contrarrestarlas, esto es la capacidad de resiliencia. De esta manera: vulnerabilidad = riesgo – capacidad de respuesta (Díaz, 2018).

Al respecto, vale la pena señalar que, de manera individual o colectiva, las personas suelen hacer frente de manera distinta a las situaciones de vulnerabilidad que tiene lugar en su entorno debido a la conciencia de prevención y a las acciones de adaptación que suelen desarrollar a lo largo de los años; lo cual incide en la posibilidad de prevenir y evitar los riesgos, y en la capacidad y los mecanismos para superar los efectos negativos de los mismos, es decir, la capacidad de resiliencia.

El término resiliencia no es sinónimo de resistir o de adaptarse en el sentido de someterse y naturalizar una situación que rompe el bienestar; el concepto va más allá, implica la capacidad de sobreponerse a la adversidad y reconstruirse, de afrontar más que aceptar la adversidad. Es decir, la resiliencia está relacionada con la posibilidad de lograr un desarrollo social y psicológico equilibrado, a pesar de enfrentar situaciones que vulneran el bienestar tanto individual como colectivo de las personas (Díaz y Reséndiz, 2017).

De acuerdo con Uriarte (2013), en América Latina es sustancial el peso de las relaciones que las personas tienen con su comunidad, lo que le lleva a una conciencia de solidaridad y resiliencia comunitaria para la superación de situaciones adversas relacionadas con distintos fenómenos naturales y/o sociales (ciclones, hambruna, guerras intestinas, pobreza extrema, represión, violencia).

El enfoque comunitario de la resiliencia rebasa el mero análisis de las respuestas individuales frente al estrés, las cuales suelen predominar en el enfoque anglosajón de análisis de la resiliencia, ya que en la región latinoamericana se ha identificado que las capacidades de la comunidad (solidaridad y ayuda mutua) son efectivas cuando se movilizan ante escenarios desfavorables y en ocasiones son más efectivas que los recursos externos que se pudieran recibir o que las mismas acciones de la autoridad (un ejemplo de ello es la cooperación entre ciudadanos tras el terremoto de la Ciudad de México en 1985).

Sin embargo, las comunidades tienen reacciones diversas; algunas combaten de manera proactiva las adversidades y otras muestran indefensión, abatimiento o pasividad. Por lo tanto, resulta fundamental tomar en cuenta los aspectos culturales, geopolíticos, ideológicos y económicos, los cuales deben ser interpretados en función del contexto e historicidad concreta de cada comunidad. Uriarte (2013) señala que la resiliencia social o comunitaria depende de: 1) la existencia de una estructura social cohesionada y aparición de eficacia colectiva; 2) la honestidad, legitimidad y liderazgo de las personas que ejercen la autoridad en la comunidad; 3) la identidad cultural que refuerza los lazos de solidaridad; 4) el aprecio genuino por su identidad comunitaria, y 5) la formación en una cultura de prevención, toma de conciencia de los riesgos y autoprotección (Díaz y Reséndiz, 2017).

Materiales y método

Esta investigación tiene carácter exploratorio debido a que se examina un tema poco estudiado en el estado de Guerrero. En ese sentido, los hallazgos darán pauta para robustecer los aportes conceptuales y metodológicos sobre conflictos urbanos, a la luz de categorías fundamentales como son: vulnerabilidad, resiliencia y sostenibilidad. Con tal finalidad, se procedió de la manera siguiente: 1) se detectaron los principales conflictos urbanos de Chilpancingo y 2) se dio seguimiento a las manifestaciones públicas derivadas del suministro irregular de agua potable, las cuales tuvieron lugar en el primer cuadro de la capital de la entidad.

En relación con el primer punto, se retomaron las pautas metodológicas sobre la matriz geo-histórica establecidas por Propin (2003). Este instrumento facilitó las tareas de sistematización, generalización y codificación de la información hemerográfica relacionada con los conflictos urbanos. Cabe destacar que en la confección de la matriz se consideró la dimensión temporal y la fenomenológica como variables que se registraron directamente mediante fechas y la descripción generalizada del tipo de sucesos señalados arriba. De esta manera, el contenido de la matriz permitió elaborar reflexiones escritas y material cartográfico sobre los escenarios socio-territoriales que caracterizan a la dinámica urbana de Chilpancingo.

En la segunda etapa, se dio seguimiento a las manifestaciones públicas por la falta de agua potable acaecidas en la ciudad a lo largo de 2020. Con tal finalidad,

se hizo un examen de la cobertura periodística hecha sobre este tema en los portales de noticias y periódicos locales, se tomaron en cuenta los aspectos siguientes: *1)* la ubicación espacial de la manifestación, *2)* la frecuencia con la que acontecen a la semana, *3)* la duración de cada manifestación, 4) el número de personas involucradas y su procedencia, y *5)* el tipo de acciones emprendidas por los participantes en las movilizaciones.

La ciudad de Chilpancingo

Este asentamiento humano se ubica en el municipio homónimo, en la región Centro del estado de Guerrero, México. Esta localidad cuenta con 225 728 habitantes, es la más poblada después de Acapulco (658 609) y por encima de Iguala (132 854) (INEGI, 2020) (ver figura 1). De acuerdo con Román (2017), a partir de la década de 1960 Chilpancingo comienza a expandirse, en la sección norte-sur. Las primeras colonias se formaron mediante el fraccionamiento de los patios antiguos o terrenos baldíos ubicados en la periferia de la ciudad.

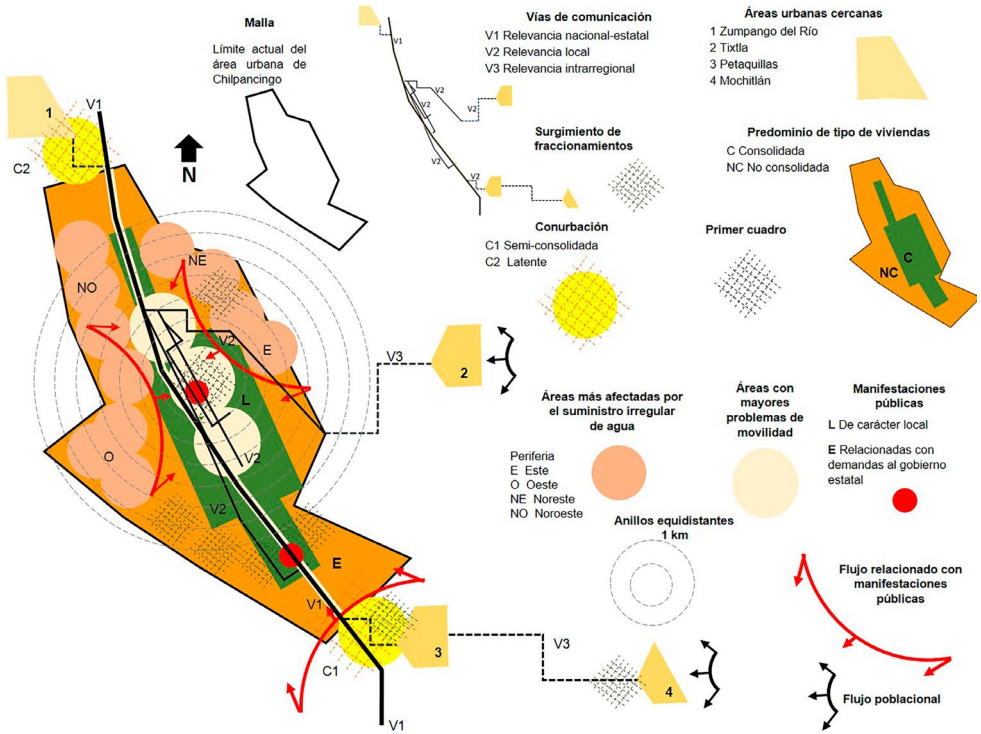
Figura 1. Guerrero: división político-administrativa



Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2020.

A la postre, el encausamiento del Río Huacapa, y la construcción de las vialidades laterales para ampliar el segmento de carretera federal México-Acapulco que atraviesa a la ciudad, detonó el crecimiento de la mancha urbana en sentido oriente-poniente; principalmente, mediante la ocupación irregular de terrenos en áreas con pendientes pronunciadas y sin vocación agrícola o ganadera, lo que dio pauta para que la población con escasos recursos económicos se asentara allí debido al menor valor comercial de estos terrenos[5] (Román, 2017) (ver figura 2).

Figura 2. Ciudad de Chilpancingo: contexto socio-territorial



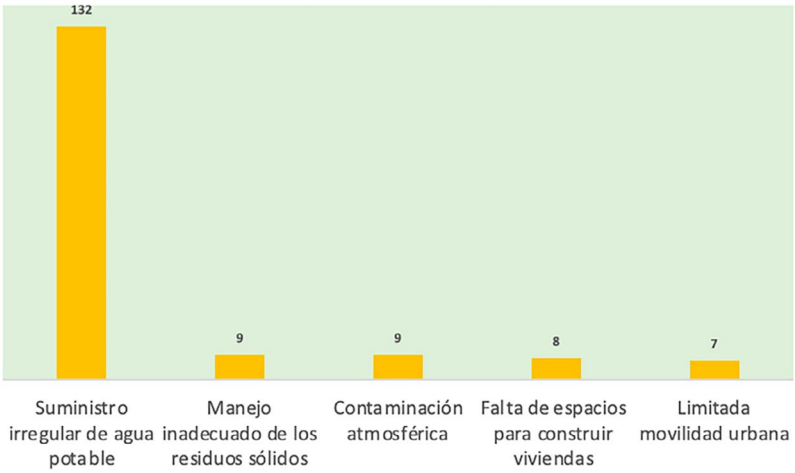
Fuente: Elaborado con base en la información recabada en campo.

[5] Según datos de la Coordinación de Protección Civil Municipal, se estima que más de 2 500 familias viven en zonas de barrancas. En la ciudad de Chilpancingo existen 37 barrancas, de las cuales 26 se han considerado de alto riesgo ante la posibilidad de que se presente alguna contingencia asociada con fenómenos hidrometeoreológicos o sísmicos. En particular existen 5 barrancas que presentan una problemática mayor, debido a su morfología y a la presencia de numerosos asentamientos humanos, éstas son: la Chuchululuya, Las Calaveras, Pezuapa, El Coro y Alpuyeca.

La demarcación cuenta con un número importante de localidades dispersas y pocos asentamientos con alta población relativa; tal es el caso de la ciudad de Chilpancingo (mayor a 4 500 habitantes/km^2). Esto es resultado del incremento demográfico acecido el siglo pasado; en 1900, la capital guerrerense tenía solamente 7 497 habitantes, en 1950; 12 673 habitantes, en 2000; 142 746 habitantes y, de acuerdo con el último conteo de población, en 2020 esta localidad reúne más de 200 000 personas (INEGI, 2015).

De acuerdo con la matriz geo-histórica construida, en la ciudad de Chilpancingo, las principales problemáticas que podrían erigirse como fuente de conflictos urbanos son: *1)* el suministro irregular de agua potable, *2)* el manejo inadecuado de los residuos sólidos, *3)* la contaminación atmosférica, *4)* la falta de espacios para construir viviendas y *5)* la limitada movilidad urbana. En ese orden de ideas, la base de datos, alimentada con información hemerográfica, mostró que de un total de 165 reportes encontrados entre febrero de 2020 y enero de 2021, 80% de las notas informativas estuvieron relacionadas con el primer aspecto (ver gráfica 1).

Gráfica 1. Número de notas periodísticas según problemática identificada

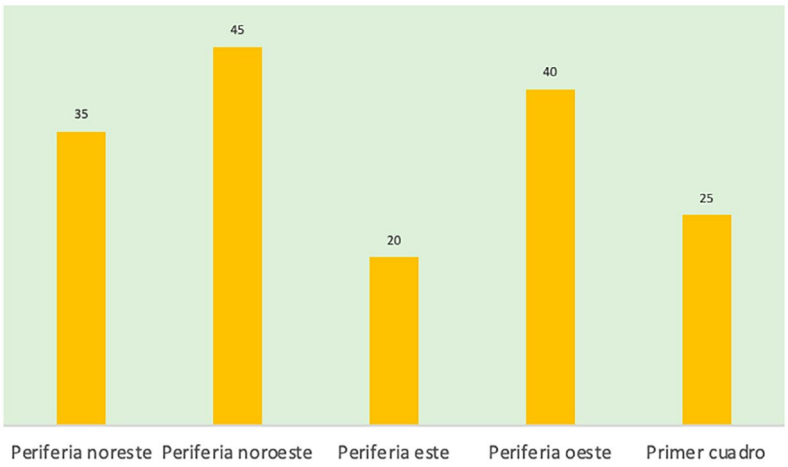


Fuente: Elaborado con base en la matriz de información hemerográfica.

En términos generales, más de 90% de las notas reportaron algún tipo de protesta pública asociada con estas problemáticas urbanas, las cuales advierten lo siguiente: *1)*

85% de los casos denotó el traslado de las personas desde su lugar de residencia para manifestarse en calles ubicadas en el Centro de la capital estatal (destacan las avenidas Juan N. Álvarez y Benito Juárez) y *2)* sólo 15% de las expresiones de descontento acontecieron en las colonias o barrios afectados por estas problemáticas (en un radio no mayor a 1.5 km del primer cuadro de la ciudad) (ver gráfica 2).

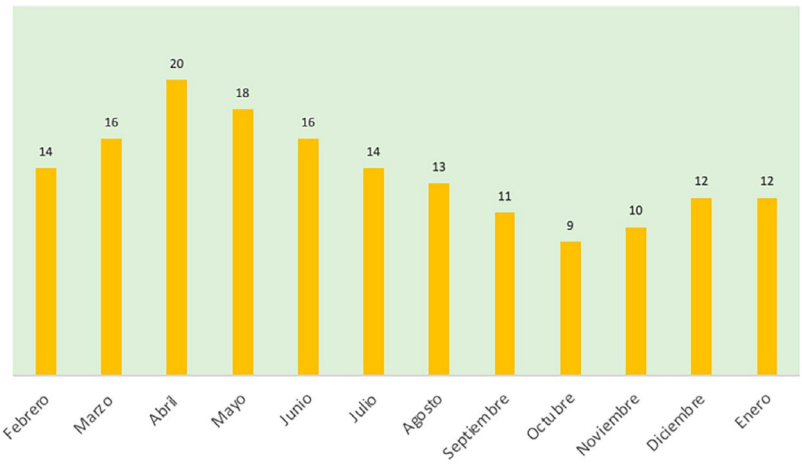
Gráfica 2. Número de notas periodísticas según zona de la ciudad reportada



Fuente: Elaborado con base en la matriz de información hemerográfica.

En el periodo comprendido entre febrero de 2020 y enero de 2021, se presentó un promedio de frecuencia de 4 manifestaciones por semana vinculadas con alguna de las problemáticas identificadas en Chilpancingo. Por lo que respecta a la distribución de las protestas en los meses analizados, abril destacó con el mayor número, con un total de 20, y mayo con 18. Cabe mencionar que ambos meses coinciden con la época del año en la que se registran las temperaturas más elevadas y por lo tanto se torna fundamental la disponibilidad de agua en las viviendas (ver gráfica 3).

Gráfico 3. Número de notas periodísticas 2020-2021

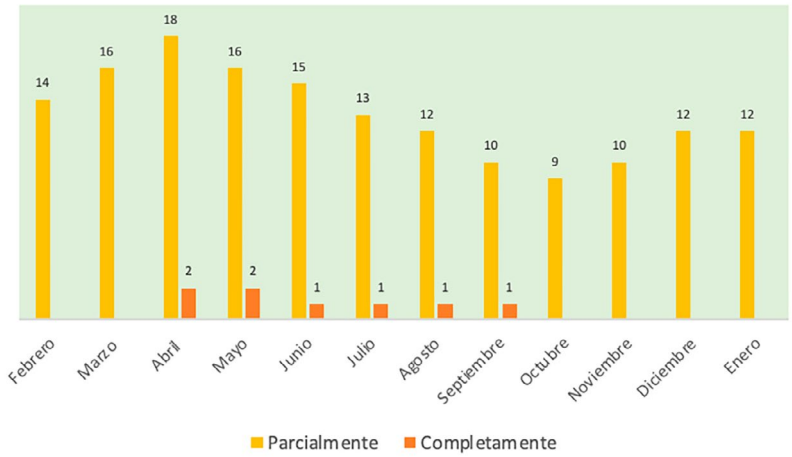


Fuente: Elaborado con base en la matriz de información hemerográfica.

Por otra parte, con base en la información recopilada, se detectó que: *1)* en 95% de los casos se obstruyó por completo la circulación vehicular para mostrar el descontento social; *2)* en sólo 5% de las ocasiones el cierre de las calles fue intermitente (ver gráfica 4); *3)* la duración de los trastornos al tránsito vehicular osciló entre 1 y 2 horas, en promedio; *4)* 96% de las bloqueos no estuvieron relacionados con actos de carácter violento; y *5)* en consecuencia, menos de 5% de las ocasiones intervino la fuerza pública para disuadir a los manifestantes.

El suministro irregular de agua es un problema recurrente que enfrenta la población de Chilpancingo (aproximadamente 70% de las viviendas de la ciudad), el cual impacta de manera notable sobre las condiciones de salud de la población. Es conveniente recordar que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua y el saneamiento son fundamentales para poner en práctica las medidas de higiene que evitan la propagación de enfermedades infecto-contagiosas. De esta manera, el acceso a ambos servicios, independientemente de las diferentes condiciones de vida de las personas, constituye un avance importante en materia de salud pública (OMS, 2004).

Gráfica 4. Número de notas periodísticas según tipo de cierre al tránsito vehicular



Fuente: Elaborado con base en la matriz de información hemerográfica.

En el marco de la contingencia sanitaria derivada del COVID-19, la OMS ha promovido cinco medidas preventivas de higiene; una de ellas, es el lavado de manos frecuente por 30 segundos, lo cual requiere tener agua de manera regular. Lo mismo ocurre con las medidas que deben tomarse cuando una persona es portadora de este virus; pues es elemental desinfectar sus utensilios, ropa y espacios, una tarea complicada para muchas familias de la ciudad debido a la falta de agua en la mayoría de los hogares. Algunos de los escenarios descritos por las personas que enfrentan esta situación son:

1. El incremento en la compra de agua a particulares que la distribuyen mediante pipas (camiones tanques); en promedio, gastan tres salarios mínimos para adquirir 3 500 litros de este líquido por semana. Con bastante frecuencia, este monto es reunido entre varios vecinos debido a que los ingresos económicos de las familias no les permite pagar este monto de manera individual; además, la mayoría no cuenta con cisternas en las que puedan almacenar este volumen de agua, por lo que lo hacen en contenedores con poca capacidad.

2. Por otra parte, si bien las autoridades del Ayuntamiento de Chilpancingo establecieron campañas para la distribución gratuita de agua mediante pipas, las colonias abastecidas de esta manera son pocas y no son beneficiadas con estas campañas de manera regular. En ese sentido, esta forma de suministro de agua a las

colonias afectadas por la escasez de ésta se ha convertido en una forma de respuesta inmediata a las manifestaciones públicas que se generan en las calles de la ciudad; en consecuencia, el cierre a la circulación vehicular relacionado con la protesta de los vecinos y, a la postre, el envío de camiones-tanques a las colonias y barrios en los que tienen sus lugares de residencia, opera a lo largo del año, pero es más frecuente en los meses con las temperaturas más elevadas.

De acuerdo con la matriz elaborada, el suministro irregular de agua potable es la principal problemática que ha dado lugar a manifestaciones públicas recurrentes en la ciudad de Chilpancingo. El contenido de esta base de datos dio pauta para identificar divergencias entre los habitantes de distintas colonias, barrios de la ciudad y las autoridades del Ayuntamiento. Estas últimas son identificadas como las responsables de las situaciones adversas relacionadas con la falta de agua en los hogares de los habitantes de la ciudad.

En ese contexto, tras varias semanas sin servicio de agua potable (con frecuencia, entre seis y ocho), las personas recurren al cierre de calles para manifestarse, en los términos descritos en los párrafos precedentes. Si bien en la mayoría de los casos no existe un liderazgo claramente definido en estas movilizaciones y su articulación –entre ellas es mínima–, estas acciones comienzan a robustecerse como el origen del empoderamiento de los habitantes; en particular de aquellos espacios menos favorecidos y expuestos constantemente a los efectos negativos de la falta de agua potable; y, por lo tanto, altamente vulnerables.

Groso modo, se trata de colonias y barrios que están distribuidas de manera heterogénea en la ciudad de Chilpancingo. No obstante, alrededor de 60% de estos espacios se concentran en las zonas de laderas situadas en la parte oriental y occidental de este centro urbano. De acuerdo con lo expuesto por Harvey (1973), estos espacios son prioritarios en la búsqueda de justicia territorial, pues requieren de mecanismos institucionales, económicos y políticos, en materia de atención de las necesidades de la población y la asignación de recursos que den pauta para sortear las dificultades de carácter socio-territorial que existen allí, de las cuales el suministro irregular de agua potable es el síntoma más notorio.

Estas áreas son el resultado de la expansión física de la ciudad, la cual ha sido de manera vertiginosa en los últimos decenios. En ese sentido, como señala Sánchez y Gallegos (2018), al igual que otros espacios de Latinoamérica, unos de los principales desafíos para alcanzar el desarrollo sostenible es solucionar las dificultades derivadas de la

rápida evolución rural-urbana, lo cual implica mejorar la calidad de vida de los habitantes de este asentamiento guerrerense, en particular, reducir la brecha de desigualdad para incentivar la sostenibilidad social, económica y ambiental de las mismas.

En el estado de Guerrero, según el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, uno de los objetivos es impulsar el ordenamiento territorial urbano. Con tal finalidad, se han planteado estrategias diversas, por ejemplo: *1)* promover programas de suministro de agua, saneamiento, alcantarillado y manejo de desechos sólidos, bajo un enfoque de sustentabilidad, 2) regularizar la mancha urbana existente, 3) propiciar la oferta de reservas territoriales a empresas y desarrolladores inmobiliarios para la construcción de viviendas de interés social, y 4) orientar el crecimiento de las ciudades en áreas no riesgosas o con suelos productivos.

Por su parte, el municipio de Chilpancingo, en su plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, señala que enfrenta grandes retos en materia de desarrollo urbano, movilidad y sustentabilidad. De acuerdo con el documento antes mencionado, se concibe prioritaria la gestión de un crecimiento y desarrollo urbano ordenado y sustentable que impulse la densificación inteligente de la capital guerrerense y optimice la infraestructura que existe en la actualidad. Asimismo, se contempla el crecimiento vertical de la ciudad.

Las problemáticas urbanas que tienen lugar en el estado de Guerrero, y concretamente en Chilpancingo, si bien están contempladas dentro de los instrumentos relacionados con la planeación a nivel estatal y local, en los hechos, su manejo es poco holístico, por lo que las acciones emprendidas no han sido fructíferas. La mayoría de ellas tienen un carácter paliativo para superar cierta coyuntura social; en la capital guerrerense, un caso emblemático es la respuesta institucional dada a la falta de suministro irregular de agua en las colonias y barrios. No obstante, entre algunos de los habitantes de estos espacios comienza a gestarse la solidaridad y resiliencia para superar las situaciones adversas que les afectan como comunidad.

A manera de conclusión

Con base en el marco de referencia y los lineamientos metodológicos utilizados en la presente investigación, en la ciudad de Chilpancingo se identificaron varias problemáticas urbanas que en el corto plazo requieren ser resueltas para evitar que

se conviertan en el detonante de conflictos entre distintos sectores sociales que interactúan cotidianamente en la capital guerrerense. Se requiere especial atención en: *1)* el suministro irregular de agua potable, *2)* el manejo inadecuado de los residuos sólidos, *3)* la contaminación atmosférica, 4) la falta de espacios para construir viviendas, y *5)* la limitada movilidad urbana.

En ese orden de ideas, el desarrollo sostenible demanda la colaboración armónica de los diferentes actores de la sociedad, en torno a la búsqueda de mecanismos para resolver la problemática de carácter social, económico y ambiental, los cuales den pauta al surgimiento de condiciones de vida más justas para la población. Por lo tanto, desde la óptica sostenibilidad-vulnerabilidad, esta última es el resultado de la interacción desequilibrada de múltiples actores sociales, lo que ha dificultado que las condiciones de vida mejoren y, en consecuencia, se retrase el desarrollo sostenible.

En la ciudad de Chilpancingo, las manifestaciones públicas comienzan a forjarse como un mecanismo para dotar de visibilidad a las problemáticas que les afectan de manera recurrente. Estas movilizaciones están relacionadas con tensiones estructurales (urbanas) que han ocasionado escenarios socio-territoriales adversos; y denotan la presencia de carencias organizativas, pues la atención a estas problemáticas ha sido mínima (los tomadores de decisiones no pueden, no saben o no quieren tomarlas en cuenta); en consecuencia, un sector significativo de la sociedad no está conforme con su situación actual y considera que debe buscarse una solución en forma participativa, igualitaria y cooperativa.

En esencia, estas movilizaciones advierten la presencia de un sector de la población que contempla vivir, conjuntamente, una forma distinta de ver, estar y actuar en su ciudad; hasta ahora, la intensidad de esa vivencia ha tenido una expresión mínima, pero ha logrado materializarse en la manifestación pública de distintas demandas urbano-sociales, la cual podría sentar las bases para la participación horizontal de los habitantes en los instrumentos que orienten la planeación en materia ambiental, económica y social de la ciudad de Chilpancingo.

Referencias

Aguilar. A. y Vázquez, M. (2000). Crecimiento urbano y especialización económica en México. Una caracterización regional de las funciones dominantes. *Investigaciones geográficas,* 42 (1), pp. 87-108.

Ávila, M. y Picazzo, E. (2018). Vulnerabilidad Social y Desarrollo Sustentable en México. Recuperado de: https://www.comecso.com/ciencias-sociales-agenda-nacional/cs/article/download/897/483/ [Consultado el 12 de noviembre de 2020].

Barcena, A. (2001). Evolución de la urbanización en América Latina y el Caribe en la década de los noventa. *ICE: Revista de economía*, 790 (1), pp. 51-61.

Caballero, V. (2009) Los conflictos sociales y socio-ambientales en el sector rural y su relación con el desarrollo rural. Notas para un balance de investigaciones. *XIII Seminario permanente de investigación agraria.* Cusco, Perú.

Cantú, P. (2012). El axioma del desarrollo sustentable. *Revista de Ciencias Sociales*, 137 (3), pp. 83-91.

Da Cunha, J. y Rodríguez, J. (2009). Crecimiento urbano y movilidad en América Latina. *Revista Latinoamericana de Población*, 4-5, enero-diciembre, pp. 27-64.

Díaz, F. y Reséndiz, A. (2017). Factores de resiliencia y vulnerabilidad en jóvenes afectados por la violencia en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Argumentos*, 30 (84), mayo-agosto, pp. 147-168.

Díaz, R. (2018). Vulnerabilidad y riesgo como conceptos indisociables para el estudio del impacto del cambio climático en la salud. *Región y sociedad*, *30* (73), pp. 1-33.

Feíto, L. (2007). Vulnerabilidad. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, *30* (Supl. 3). Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000600002&lng=es&tlng=es [Consultado el 15 de octubre de 2020].

Gallegos, J. (2016). *Caracterización del desarrollo urbano en México (1950-2010).* Recuperado de: http://ru.iiec.unam.mx/3461/1/282-Gallegos.pdf [Consultado el 22 de noviembre de 2020].

Garza, G. (2009). Historia de una acentuada desarticulación territorial: el estado de Guerrero. *Investigaciones Geográficas. Boletín 68*, pp. 116-130.

Grau, E. y Ibarra, P. (2000). *Anuario de Movimientos sociales. Una mirada sobre la red.* Barcelona: Icaria Editorial y Getiko Fundazioa.

Gutiérrez, M. (2003). Desarrollo y distribución de la población urbana en México. *Investigaciones geográficas*, 50 (1), pp. 77-91.

Harvey, D. (1973). *Social Justice and the City*. Londres: Edward Arnold.

Heller, Á. (2002). *Sociología de la vida cotidiana.* Barcelona: Ediciones Península.

Herrera, L. y Pecht, W. (1976). *Crecimiento urbano de América Latina,* [en línea]. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7415/S301361H565V1_es.pdf?sequence=1 [Consultado el 01 de enero de 2021].

INEGI (2020). Censo de población y vivienda 2020 Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/ [Consultado el 10 de abril de 2021].

Janoschka, M. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización. *Revista EURE,* 28 (85), pp. 11-29.

Lefebvre, H. (1968). *Le Droit a la Ville*, París: Anthropos.

Mathivet, Ch. (2009). El derecho a la ciudad: claves para entender la propuesta de crear "Otra ciudad possible. Recuperado de: http://base.d-p-h.info/es/fiches/dph/fiche-dph-8034.html [Consultado el 20 de octubre de 2020].

Montero, L. y García, J. (2017). *Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

OMS. (2004). *Agua, saneamiento y salud (ASS).* Recuperado de: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/ [Consultado el 20 de octubre de 2020].

ONU. (2015). Objetivo de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/ [Consultado el 13 de diciembre de 2020].

ONU. (2017). *Tendencias del desarrollo urbano en México.* Recuperado de: http://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico?fb_comment_id=1370236266363167_1657227314330726 [Consultado el 13 de diciembre de 2020].

ONU. (2018). *Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo.* Recuperado de: https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html [Consultado el 22 de diciembre de 2020].

ONU-Habitat (2018). Índice básico de las ciudades prósperas. Recuperado de: http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/cpi/2015/12029_Chilpancingo_de_los_Bravo.pdf [Consultado el 22 de noviembre de 2020].

Padilla, L. (1998). Estructura funcional de las localidades urbanas de municipios costeros de Guerrero. *Investigaciones geográficas*, (37), pp. 99-109.

Pascual, I. (2019). *El conflicto urbano. Resistencias y Propuestas.* Recuperado de: https://criticaurbana.com/el-conflicto-urbano-resistencias-y-propuestas [Consultado el 13 de octubre de 2020].

Propin, E. (2003). *Teorías y Métodos en Geografía Económica.* Ciudad de México: UNAM.

Román, D. (2017). *Estudio de resiliencia en la colonia San Rafael Norte en Chilpancingo Guerrero.* Recuperado de: http://madu.uagro.mx/inicio/images/PDF/TESISDAVIDYASSER.pdf [Consultado el 12 de enero de 2021].

Sánchez, C. y Gallegos, M. (2018). Ciudades Sostenibles: la Agenda Urbana como acelerador de los objetivos de desarrollo sostenible. Recuperado de: https://issuu.com/segibpdf/docs/06-cs?e=18375375/65873666 [Consultado el 22 de enero de 2021].

Sandoval, A., *et al.* (2020). *Mapa de los conflictos urbanos en Santiago.* Recuperado de: http://mapadeconflictos.sitiosur.cl/?page_id=856 [Consultado el 15 de noviembre de 2020].

Schteingart, M. (2000). La investigación urbana en América Latina. *Papeles de población,* 23 (6), pp. 9-25.

Sobrino, J. (2011). *La urbanización en el México contemporáneo.* Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Unikel, L. (1968). El proceso de urbanización en México: distribución y crecimiento de la población urbana. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 2 (2), pp. 139-184.

Uriarte, J. D. (2013). La perspectiva comunitaria de la resiliencia. *Psicología Política*, 47 (1), pp. 7-18.

Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En Andrew Maskrey (comp.) *Los desastres no son naturales* (pp.9-50). Bogotá: LA RED-Tercer Mundo Editores.

MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS A TRAVÉS DE BASURA CERO EN LA ZONA METROPOLITANA DE TOLUCA

Moisés Gómez Cruz[*]
Salvador Adame Martínez[*]
Rosa María Sánchez Nájera[*]

Resumen

El estudio de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en las ciudades es de gran trascendencia, ya que su deficiente manejo integral ha generado problemas de contaminación ambiental y de salud. Una respuesta a esta problemática es la Agenda 2030 que, junto con los Objetivos del Desarrollo Sostenible, tienen el propósito de solucionar las dificultades relacionadas con los RSU en las ciudades, a través de su reducción, reciclaje y reutilización, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas y su medio ambiente.

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar un diagnóstico para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos a través del análisis de los planes de desarrollo municipal y de desarrollo urbano de los municipios que conforman la ZMT, con un enfoque de los principios de basura cero y economía circular.

Por lo tanto, para lograr dicho objetivo fue necesario elaborar un marco teórico-conceptual y un marco de referencia a nivel internacional y nacional, relacionado con los residuos sólidos urbanos con enfoque de basura cero.

La metodología consistió en hacer un diagnóstico por medio de las etapas del manejo de los RSU, por lo que se realizó un análisis de los Planes de Desarrollo Municipal (PDM) y de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU) de los municipios de la ZMT y con ello formular una matriz de indicadores para su evaluación con la técnica del semáforo.

Los resultados muestran que seis municipios tienen una condición positiva (color verde), ocho municipios condición regular (color amarillo), y dos municipios

* Universidad Autónoma del Estado de México: moises_gcruz@hotmail.com | adame_ms@yahoo.com | snrm39@yahoo.com.mx

condición negativa (color rojo). Posteriormente se emitieron lineamientos generales referentes a los residuos sólidos urbanos para la zona de estudio.

Se concluyó con una serie de lineamientos generales, guiados a través de acciones para mejorar el actual manejo de los RSU de la ZMT, gracias al diagnóstico del manejo de los RSU y a la evaluación por técnica de semáforo que arrojaron los resultados, mejorando la calidad de vida de las personas y el ambiente.

Palabras clave: Desarrollo sostenible, basura cero, economía circular.

Abstract

The study of municipal solid waste (MSW) in cities is of great importance, since its deficient integral management has generated environmental pollution and health problems. One response to this problem is the 2030 Agenda, which, together with the Sustainable Development Goals, seeks to solve the difficulties related to MSW in cities, through its reduction, recycling and reuse, thereby seeking to improve the quality of life of people and their environment.

The objective of this work is to prepare a diagnosis of the integrated management of urban solid waste through the analysis of municipal development plans and municipal urban development plans of the municipalities that make up the ZMT, with a focus on the principles of zero waste and circular economy.

Therefore, in order to achieve this objective, it was necessary to develop a theoretical and conceptual framework and a reference framework at the international and national level, related to urban solid waste with a zero waste approach.

The methodology consisted of making a diagnosis, by means of stages, of MSW management, for which an analysis of the Municipal Development Plans (PDM) and the Municipal Urban Development Plans (PMDU) of the municipalities of the ZMT was carried out, and thus formulating a matrix of indicators for their evaluation with the traffic light technique. The results show that six municipalities have a positive condition (green color), eight municipalities have a regular condition (yellow color), and two municipalities have a negative condition (red color). Subsequently, general guidelines were issued regarding urban solid waste for the study area.

We concluded with a series of general guidelines, guided by actions to improve the current management of MSW in the ZMT, thanks to the diagnosis of MSW management

and the evaluation by traffic light technique that yielded the results, improving the quality of life of people and the environment.

Keywords: Sustainable development, zero waste, circular economy.

Introducción

La generación de los RSU constituye una de las mayores preocupaciones y un desafío mundial de las sociedades contemporáneas (AIDIS, 2006, citado por Sáez y Urdaneta, 2014), ya que el manejo es un problema común en la mayoría de las ciudades. Este problema es el resultado de diversos factores tales como el crecimiento demográfico, la cantidad cada vez mayor de residuos que genera la población, la deficiente educación de la población, escasa participación comunitaria, los procesos productivos que no han logrado cumplir con la normatividad ambiental y un modelo económico que tiene efectos negativos en los hábitos de consumo de la población (De Valle, 2005 citado por Inga, 2015).

A nivel internacional una de las formas de abordar los RSU ha sido a través de "Basura Cero" (los residuos vistos como un recurso), tal como lo refiere Ghinea y Gavrilesc (citado por Franco y Carpio, 2019), la recolección de los residuos considerando su separación (plásticos, cartón, vidrio, etc.), es el factor clave para promover e implementar su manejo y gestión.

El término de cero residuos o basura cero es promovido por *Zero Waste International Alliance (*ZWIA), la junta de ZWIA adoptó una definición actualizada de *Zero Waste* (ZW) (basura cero o cero residuos) en diciembre del 2018. Esta reestructuración de la definición alinea la definición con los principios rectores de la jerarquía de basura cero para crear una declaración de significado accesible a nivel mundial (ZWIA, 2020).

> Cero residuos: Es la conservación de todos los recursos mediante la producción, consumo, reutilización y recuperación responsable de productos, embalajes y materiales sin quemar y sin vertidos al suelo, agua o aire que amenacen el medio ambiente o la salud humana (ZWIA, 2020).

Según el informe del Banco Mundial titulado *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, se estimó que la generación global de residuos en 2016

alcanzó los 2 010 millones de toneladas en total. La distribución por grandes regiones fue Asía Oriental y el Pacífico que ocuparon la 1ª región a nivel mundial en generación de residuos sólidos con 468 millones de toneladas al año aproximadamente; Europa y Asia Central ocuparon el 2° lugar con 392 millones de toneladas: Asía del Sur ocupó el 3° lugar con 334 millones de toneladas; el 4° lugar lo ocupó Norteamérica con 298 millones de toneladas; América Latina y el Caribe el 5° lugar con 231 millones de toneladas; el 6° lugar África Subsahariana con 174 millones de toneladas; y el 7° lugar Oriente Medio y África del Norte generando 129 millones de toneladas (Kaza *et al.*, 2018).

La región de América Latina y el Caribe ocupó el 5º lugar para el 2016 en producción total de residuos proyectados y el 3º lugar en rendimiento de basura per cápita, generando al día aproximadamente 0.99 kg de residuos (Kaza *et al.*, 2018).

En las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha representado un problema debido, entre otras cosas, a los altos volúmenes de residuos sólidos generados por los ciudadanos; cuando el manejo de éstos no es el adecuado, puede afectar la salud de los ciudadanos y al medio ambiente (Sáez y Urdaneta, 2014).

En México, la generación de RSU para el 2015, alcanzó 53.1 millones de toneladas lo que representó un aumento de 61.2% con respecto a 2003 (10.24 millones de toneladas más generadas en ese período). Esta generación por habitante alcanzó 1.2 kilogramos en promedio diariamente en el mismo año; el aumento en la generación de los RSU puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población y para el caso del Estado de México ocupó el primer lugar con 6.7 millones de toneladas, representando 16.1% del total nacional (Semarnat, 2016).

Los residuos se definen formalmente como los materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que se contienen en recipientes o depósitos, y que necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (DOF, 2021).

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (Semarnat, 2016), estos pueden ser sólidos (ya sea de naturaleza orgánica o inorgánica), líquidos (que incluyen a los que se vierten disueltos como parte de las aguas residuales) y los que escapan en forma de gases. Los residuos se clasifican de acuerdo con sus

características y orígenes en tres grupos: Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP).

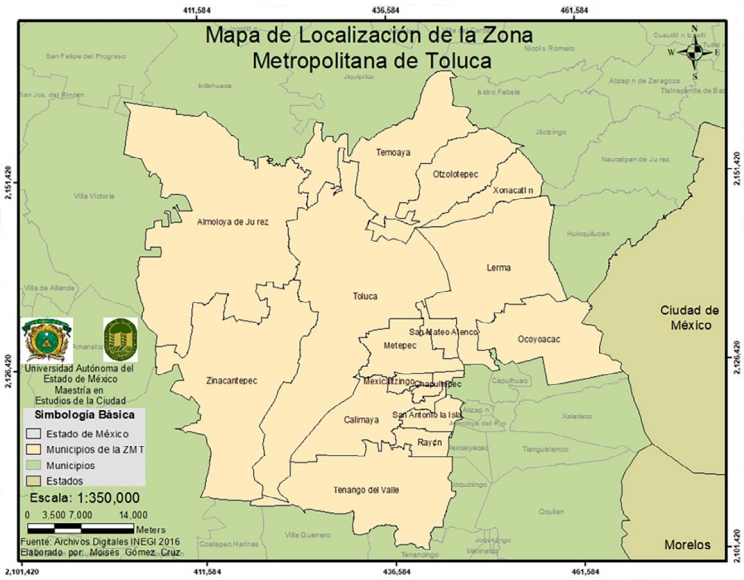
En este estudio se abordaron los RSU y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos los define como:

> Aquellos que se producen en las casas habitación como consecuencia de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (por ejemplo, residuos de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques, o residuos orgánicos); o que provienen también de cualquier otra actividad que se realiza en establecimientos y los resultantes de lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole.

Esta investigación se centró en el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU), porque corresponde a los patrones de generación y consumo de la población derivadas de las actividades en la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) (ver mapa 1).

Finalmente, el objetivo del presente trabajo de investigación es elaborar un diagnóstico del manejo integral de los residuos sólidos urbanos a través del análisis de los planes de desarrollo municipal y de desarrollo urbano de los municipios que conforman la ZMT, con los principios de basura cero y economía circular.

Mapa 1. Localización de la Zona Metropolitana de Toluca



Fuente: Elaboración propia, 2020 en el software ArcMap®.

Antecedentes

En este apartado se hace una revisión de literatura relacionada con estudios sobre los RSU.

La Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (Ihobe, 2018) reporta que en Europa se tiene un registro y control de los RSU, sobre todo de lo que se recicla y se reúsa de los materiales, además de que la EU influye en las decisiones para mejorar los modelos económicos de producción y consumo, así contribuyen al desarrollo sustentable.

Por su parte, Panarisi (2015) analiza la gestión de RSU en San Francisco, Estados Unidos, y dice que es la ciudad líder en basura cero. Ya que desde 1989 se estableció la ley AB939, donde se impuso desviar de rellenos sanitarios o incineradores, 25% de residuos que eran reciclables o aprovechables, al 2010, poder desviar 75% de sus residuos a rellenos sanitarios o incineradores, y al 2020 conseguir la meta de cero residuos.

En Nueva Zelanda, con el apoyo de la sociedad y de las políticas públicas, se logró crear una institución que opera el programa de manejo de residuos y trabaja con los

consejos locales, la industria, los grupos ciudadanos, el gobierno central y el público en general, para lograr la sustentabilidad (Cabrera, 2014).

De acuerdo con Snyman y Vorster (2010), en la ciudad de Tshwane, Sudáfrica (país en desarrollo), se evaluaron grupos de tecnología de procesamiento del manejo integral de los RSU, ya que éstos se estaban depositando en rellenos sanitarios. Con esta práctica pronosticaron un rápido agotamiento de la vida útil de estos rellenos, por lo que presentaron propuestas para implementar el modelo de ceros residuos.

En el caso de Taiwán, se empezó a aplicar la política de cero residuos desde 2003, con estrategias educativas, incentivos financieros, participación ciudadana, entre otros aspectos. Se llegó a la meta de reducir los residuos en 25% de lo establecido en 2007 (Young *et al.,* 2009).

En el caso de México, se tiene un modelo que tiende hacia la economía circular en Cuautlancingo, Puebla (Díaz y Tinoco, 2019). Se identificó la deficiencia de algunas etapas de basura cero, pero también algunos aspectos positivos como la participación de la sociedad y de empresas junto con el gobierno, que pueden lograr la eficacia de basura cero. El municipio de Cuautlancingo trabaja en la concientización y educación de la población, y a partir de 2015 se impartieron talleres. Además, la industria participa en el reciclaje de sus residuos, y a la vez apoya con acciones de cuidado del medio ambiente.

En la Ciudad de México, Plasencia *et al.* (2019) reportan la existencia de un modelo circular de compostaje residencial e indican que los residuos orgánicos representan entre 45 y 55% del total de los RSU. La planta de compostaje se encuentra en el municipio de Atizapán de Zaragoza y 43 zonas residenciales participan al proveer de residuos orgánicos a esta planta. Cabe aclarar que la composta no está a la venta, sino que se regala para usarla en parques y jardines.

A manera de resumen esta revisión de literatura muestra la forma de abordar los RSU en diferentes ciudades. Es de resaltar que cada vez tiene mayor relevancia el enfoque de basura cero, reduciendo con ello los residuos generados y los depositados en los sitios de disposición final. Igualmente, esta revisión permitió apoyar los lineamientos generales sobre el manejo de los residuos sólidos en la zona de estudio.

Consideraciones teóricas

Antecedentes y concepto del desarrollo sustentable

La idea de desarrollo sustentable surgió de la necesidad de introducir cambios en el sistema económico existente basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica. Desde la década de 1960, distintos foros internacionales se han ocupado de estudiar estos temas, planteando los problemas ecológicos derivados del medio de desarrollo económico en el que estamos inmersos con la intención de integrar las necesidades del medio ambiente con dicho modelo de crecimiento (Larrouyet, 2015).

En 1972, el informe Meadows del Club de Roma sobre "Los límites del crecimiento" supuso la voz de alarma y el inicio del proceso de concienciación al plantear límites al crecimiento económico y cambio en el manejo de los ecosistemas con efectos catastróficos para los sistemas económicos y ecológicos (Larrouyet, 2015).

La Conferencia Científica de las Naciones Unidas también conocida como la Primera Cumbre para la Tierra, celebrada en Estocolmo (Suecia) en 1972, adoptó una declaración que enunciaba los principios para la conservación y mejora del medio humano y un plan de acción que contenía recomendaciones para la acción medioambiental internacional (Jackson, 2020).

Ya en 1987, el informe de Brundtland "Nuestro futuro común" de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo definió por primera vez el concepto de "desarrollo sustentable" como aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (Larrouyet, 2015).

En 1992, en la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas realizada en Río de Janeiro, se elaboró la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que asume por primera vez, y a nivel mundial, el desarrollo sostenible como guía para la formulación de políticas de desarrollo racional y regional, es decir, la integración entre desarrollo y medio ambiente. Ese mismo año, la Unión Europea elabora el V Programa de acción de la Comunidad en materia de medio ambiente que se titulaba "Hacia un desarrollo sostenible". Este Programa reconoce que el camino hacia el desarrollo sostenible será largo y que el medio ambiente depende de las acciones colectivas que se tomen en la actualidad (Larrouyet, 2015).

> La piedra angular de la acción sobre cambio climático, en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, resultó ser la adopción del Protocolo de Kyoto en Japón en diciembre de 1997, que constituye la acción más influyente en materia de cambio climático que se haya emprendido hasta la fecha. Su objetivo era reducir las emisiones totales de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de los países industrializados en al menos un 5% respecto de los niveles de 1990 (Jackson, 2020).

La Cumbre de Johannesburgo (Sudáfrica) en 2002 fue la mayor reunión internacional que se haya celebrado sobre la sostenibilidad y reunirá a miles de participantes, entre ellos jefes de Estado y de Gobierno, dirigentes de empresas y representantes de la sociedad civil, para promover el desarrollo sostenible adoptado hace diez años en la Cumbre de Río (DIPNU, 2002).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012, conocida también como "Río +20". El propósito fue crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta nuestro mundo (PNUD, 2020).

Enfoques del desarrollo sustentable

Ramírez *et al.* (2004) citan que el doctor Bifani P., en su obra *Medio ambiente y desarrollo sostenible* (1999), señala que las múltiples definiciones de sustentabilidad por lo general aíslan algunos elementos del cuerpo orgánico conceptual del cual son parte integral, de esta manera distingue y describe cuatro enfoques:

> *a)* Enfoque ecologista, este enfoque reduce el concepto a la mera sustentabilidad ecológica, preocupándose solamente de las condiciones necesarias para mantener la vida humana a lo largo de las generaciones futuras y desentendiéndose del aspecto distributivo; *b)* El enfoque intergeneracional, se centra en la responsabilidad de la actual generación respecto de las futuras. El desarrollo sustentable consiste en ser justo con el futuro; *c)* Enfoque económico, señala que el desarrollo sustentable debe combinarse con el crecimiento económico, con el fortalecimiento de la competitividad, con una mejor

gestión de la naturaleza y con la biodiversidad, así como con un descenso de las emisiones peligrosas para el medio ambiente; *d)* Enfoque sectorial, describe que la sustentabilidad es en esta perspectiva sólo una de las propiedades o criterios para medir el desempeño de una actividad productiva en concreto (Ramírez *et al.*, 2004).

Desarrollo urbano

Es importante entender el aspecto urbano, porque el trabajo está enfocado en un área urbana, y analiza la relación con los residuos sólidos urbanos (RSU). Por ejemplo, Graizbord (2006), citado por Escobar y Jiménez (2009), señala que la urbanización está asociada a la industrialización o, más bien, al desarrollo tecnológico derivado del uso intensivo de recursos naturales y, en particular, de recursos no renovables como los energéticos de origen fósil, lo cual se obtienen como resultado algunos efectos causados al medio ambiente que impactan de manera negativa en áreas urbanas y de cierta manera también en las rurales, ya que todo ser humano siempre genera algún tipo de residuo.

> El desarrollo urbano es el proceso de adecuación y ordenamiento a través del ejercicio de la planeación territorial de los aspectos físicos, económicos y ambientales. Alude a una intervención orientada a la transformación no sólo cuantitativa sino también cualitativa de las condiciones de vida de la población, la conservación, uso adecuado de los recursos naturales, así como el mejoramiento en la economía (Sedesol, Segob y Conapo, 2012).

Desarrollo urbano sustentable

Mientras que:

> [El] desarrollo urbano sustentable se enfoca a la satisfacción de necesidades de la población en diversos tipos de asentamientos, sin agotar el capital natural e incluyendo la minimización de costos ambientales hacia el futuro. Esta propuesta conlleva un reto para los gobiernos encargados de la planeación urbana, ya que deben incluir los criterios ambientales a sus planes, para controlar los patrones de desarrollo espacial, el uso del

> suelo, la contaminación ambiental, la provisión de servicios básicos públicos como el agua, drenaje y energía (Del Valle, 2007 y AEMA, 2005 citados por Miranda, Jiménez, 2011).

Manejo integral de los residuos sólidos urbanos

> La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos define como manejo integral a las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (DOF, 2021).

También se entiende por manejo integral de los RSU, a la parte técnica de la gestión integral e incluye la generación, almacenamiento, barrido, recolección, traslado, tratamiento, aprovechamiento de materiales y disposición final (Semarnat y GTZ, 2006).

Economía circular

Una economía circular (EC) es una alternativa a la economía lineal tradicional en la cual se desechan los productos como residuos o para su reciclaje. Los tres principios fundamentales para una EC incluyen: *a)* diseñar formas de minimizar los residuos y la contaminación, *b)* continuar utilizando los materiales, y *c)* regenerar los sistemas naturales (Kowszyk y Maher, 2011). Por lo tanto, la EC es una guía a la sociedad civil, pública y sectores privados hacia prácticas de cero residuos o basura cero (Franco y Carpio, 2019).

Metodología

Se elaboró un diagnóstico a través de las etapas del manejo de los RSU. Para ello, se realizó un análisis de los Planes de Desarrollo Municipal (PDM) y Planes Municipales de Desarrollo

Urbano (PMDU) de cada uno de los municipios que conforman la ZMT, lo que derivó en formular una matriz de indicadores y una base de datos propia de la investigación.

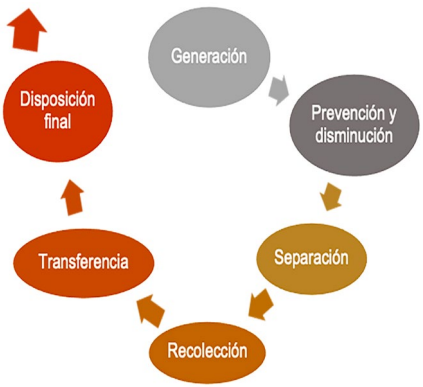
Esta matriz metodológica se construyó con las variables e indicadores que se retomaron de las etapas del manejo de residuos sólidos urbanos y basura cero (ver figura 1 y 2), también de las metodologías que se analizaron en los casos de estudio abordando similitudes y aplicables para la zona de estudio.

Figura 1. Economía circular aplicada a los residuos sólidos urbana orientada a basura cero



Fuente: Elaboración propia, 2020 con base en Ellen MacArthur Foundation, 2013.

Figura 2. Manejo de los residuos sólidos urbanos



Fuente: Elaboración propia, 2020 con base en el DOF, 2021, SEMARNAT y GTZ, 2006.

La fecha de elaboración de cada uno de los PDM y PMDU municipales no es del mismo año, por lo que se consideraron los planes más recientemente como se reportan en la tabla 1. Cabe señalar que algunos municipios no han actualizado sus planes o no los han publicado.

Tabla 1. PDM y PMDU de los municipios de la ZMT con año de consulta

Municipio	Planes de Desarrollo Municipal (PDM)	Planes Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU)
Almoloya de Juárez	2019-2021	2008
Calimaya	2019-2021	2003
Chapultepec	2019-2021	2004
Lerma	2019-2021	2010
Metepec	2019-2021	2018
Mexicaltzingo	2016-2018	2005
Ocoyoacac	2019-2021	2004
Otzolotepec	2019-2021	2015
Rayón	2013-2015	2011
San Antonio la Isla	2019-2021	2003
San Mateo Atenco	2019-2021	2011
Temoaya	2016-2018	2015
Tenango del Valle	2019-2021	2011
Toluca	2016-2018	2018
Xonacatlán	2016-2018	2004
Zinacantepec	2019-2021	2015

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 2. Matriz metodológica para el diagnóstico del manejo de los RSU en la ZMT

Variable	Indicador	Impacto	Unidad de medida	Fuente
Generación	Generación de Residuos Sólidos Urbanos por municipio	(-)	ton/día	INEGI / PDM y PMDU
	Generación per cápita de residuos sólidos urbanos	(-)	kg/hab/día	INEGI / PDM y PMDU
Recolección	Recolección a la semana en el municipio	(+)	Número	INEGI / PDM y PMDU
	Cobertura de la recolección municipal	(+)	%	INEGI / PDM y PMDU
	Unidades de recolección	(+)	Número	INEGI / PDM y PMDU
	Personas empleadas en la recolección	(+)	Número	INEGI / PDM y PMDU
Transferencia	Centros o subcentros de transferencia o clasificación	(+)	(Si, No, No reporta)	INEGI / PDM y PMDU
Disposición final	Sitios de disposición final	(-)	(Lugar)	INEGI / PDM y PMDU

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se elaboró la matriz metodológica como base de análisis del diagnóstico sobre del manejo de los RSU y por consiguiente su evaluación. Las variables e indicadores considerados en la matriz se recopilaron de la información reportada en los PDM y los PMDU (ver tabla 2).

En cuanto a la evaluación, se realizó a través de una clasificación del color de semáforo (ver tabla 3), asignando valores positivos (color verde), medios o regulares (color amarillo) y negativos (color rojo) dependiendo del indicador.

Tabla 3. Valores para clasificación en el ejercicio de semáforo para los indicadores del manejo de los RSU en la ZMT

Indicador	Valores de Referencia		
Generación de Residuos Sólidos Urbanos por municipio	< 30 ton/día	31 ton/día-50 ton/día	> 51 ton/día
Generación per cápita de residuos sólidos urbanos	< 0.65 kg	0.66 kg - 0.85 kg	> 0.86 kg
Recolección a la semana en el municipio	7 - 5	4 - 3	2 - 1
Cobertura de la recolección municipal	100 % - 91 %	90 % - 81 %	< 80 %
Unidades de recolección	> 21	20 - 8	7 - 0
Personas empleadas en la recolección	> 51	50 - 21	20 - 0
Centros o subcentros de transferencia o clasificación	Si	No reporta	No
Sitios de disposición final	Relleno	Tiradero	2 ó más de ambos

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En el procedimiento para obtener los valores de referencia de la evaluación se optó por adquirir la mediana, ya que había que tener tres rangos para el procedimiento empleado de la técnica del semáforo. El análisis se realizó en Excel para la facilidad del dato en cuanto a su análisis, por ejemplo, para el *indicador de generación por municipio*, lo que se obtuvo entonces fue: el valor de la mediana en el indicador de generación de 40.5, con esta cifra se aumentan 10 unidades más para obtener el rango superior y para que quedara equitativo lo más posible, dando un valor de 50, quitando el 0.5, y se restaron 10 unidades para el rango inferior, dando un valor de 30, de igual manera quitando el 0.5; por lo tanto, quedó de 30 a 50 toneladas el rango medio, que corresponde al valor regular (color amarillo), de 0 a 30 con un valor bajo – positivo (color verde) y con un valor mayor a 51 es un valor alto –negativo (color rojo).

En el indicador de la *generación per cápita de RSU* en los municipios, para la obtención de los valores, se elaboró de la misma manera que el indicador anterior, se calculó la mediana del rango de valores por municipio, de igual forma en Excel, el

resultado de la mediana fue de 0.74, a ese valor se le aumentaron 11 decimales para el dato superior, quedando en 0.85 y se restaron 9 decimales para el dato inferior, con valor de 0.65; por lo tanto, el rango quedó de 0.66 a 0.85, representando el valor medio – regular (color amarillo), el rango de 0.0 a 0.65 con valor bajo – positivo (color verde) y el rango mayor – negativo de 0.86 es un valor alto (color rojo).

En cuanto a la *frecuencia de la recolección* a la semana en el municipio, son sólo 7 valores, por lo que se trató de desglosar en 3 rangos, el 1 y 2 son valores negativos (color rojo), el valor 3 y 4 son valores regulares (color amarillo) y el 5, 6 y 7 son valores positivos (color verde).

Para obtener los valores de la *cobertura de la recolección municipal* se consideró una calificación estricta, primero con un valor positivo de 90 y 100% (color verde), el siguiente rango de 80 a 90% con un valor regular (color amarillo) y el rango de 0% a 80% con un valor negativo (color rojo).

Con el indicador de *número de unidades de recolección*, la obtención de los valores para la evaluación consistió en considerar el municipio con menor número de unidades, recolectadas hasta el que tiene más, se desglosó de la siguiente manera los valores, entre de 0 a 7 unidades es valor negativo (color rojo), de 8 a 20 unidades es valor regular (color amarillo) y mayor a 21 unidades el valor es positivo (color verde).

En el indicador de *personas empleadas en la recolección*, los valores se obtuvieron de manera similar al indicador anterior (número de unidades recolectoras), evaluando el municipio que tiene menor número de trabajadores hasta el municipio con mayor número de trabajadores, resultando el rango de 0 a 20 personas como valor negativo (color rojo), de 21 a 50 personas es valor regular (color amarillo) y mayor a 51 personas es un valor positivo (color verde).

En el siguiente indicador que es de *centros o subcentros de transferencia o clasificación*, aquí para obtener los valores para la evaluación son valores nominales, "Sí" para el color verde (valor positivo), el "No reporta" que se le asigna el color amarillo (valor regular) y el "No" se le asignó el color rojo (valor negativo).

Por último, el indicador de los *sitios de disposición final* se planteó que para el valor positivo fuera depositado en un relleno sanitario, para el caso del valor regular le correspondió a depositar en tiraderos a cielo abierto y el valor negativo, los sitios que son dos o más, ya sea en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto.

Resultados

En la tabla 4 se reporta el diagnóstico del manejo de los RSU en la ZMT. En la etapa de generación, el indicador de generación por municipio indica que Toluca produce 48% del total de residuos sólidos en la ZMT, Metepec 12%, seguido de Mexicaltzingo con 11%, Zinacantepec 6% y Lerma 5% de residuos sólidos urbanos, mientras que 11 municipios restantes generan entre 1 y 4 por ciento.

En la etapa de Recolección, en el indicador de frecuencia de recolección de RSU, se registraron tres condiciones: 50% de municipios (8) no la reportan, 31.3% reportan entre 5 y 7 veces (5 municipios) a la semana y 18.7% de los municipios (3) de 1 y 4 veces por semana.

En el indicador del porcentaje de la cobertura municipal, Almoloya de Juárez presentó 33.3% de cobertura de la recolección de los RSU, mientras que los municipios de Chapultepec, Metepec, Otzolotepec, Tenango del Valle y Toluca su cobertura varía entre 70 a 90%; y los municipios que presentaron una recolección de 100% son: Calimaya, Lerma, Ocoyoacac, Rayón, San Mateo Atenco y Xonacatlán.

Respecto a la etapa de transferencia, los municipios que cuentan con centros de transferencia son Chapultepec, San Mateo Atenco (está en construcción) y Toluca; mientras que los municipios que reportan centros de acopio y de recuperación de material de privados son Temoaya y Zinacantepec; los 11 municipios restantes del área de estudio no señalan si cuentan son centros de transferencia.

Tabla 4. Diagnóstico por etapas del manejo de los RSU de la ZMT

Etapas	Generación		Recolección				Trans-ferencia	Disposición final
Municipio	Cantidad de Toneladas de RSU / día	Kg / hab / día	Frecuencia de la recolección a la semana	Porcentaje de cobertura municipal	Número de Unidades	No. De trabajadores	Centro de Transferencia	Tiradero a cielo abierto / relleno sanitario
Almoloya de Juárez	35 a 40	0.81	3	70	9	85	No indica	Tiradero
Calimaya	14.0	0.80	7	90	4	29	No indica	Tiradero
Chapultepec	7.0	1.20	7	95	2	5	Si cuenta	Dos rellenos
Lerma	100.0	0.68	1	95	15	62	No indica	Relleno
Metepec	230.0	1.50	3	98	23	121	No indica	Relleno
Mexicaltzingo	123.0	1.05	No indica	100	4	7	No indica	Tiradero y relleno
Ocoyoacac	45 – 50	0.41	No indica	90	8	53	No indica	Relleno
Otzolotepec	40.0	0.47	6	90	7	45	No indica	Relleno
Rayón	2.2	0.17	No indica	100	2	10	No indica	Relleno
San Antonio la Isla	12.0	0.44	7	100	4	16	No indica	Relleno
San Mateo Atenco	70.0	0.92	7	90	16	50	En construcción	Relleno
Temoaya	71.0	0.10	No indica	No indica	10	41	22 subcentros	Tiradero y relleno

Continúa

Tenango del Valle	80.0	0.92	No indica	90	11	50	No disponible	Tiradero
Toluca	901.5	1.00	No indica	96	164	429	18 subcentros	Tres rellenos
Xonacatlán	22.20	0.42	6	100	7	18	No indica	Relleno
Zinacantepec	110.0	0.39	7	90	19	57	Recu-peración	Relleno

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Los municipios de la ZMT que cuentan con sitios de disposición final son: Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec (también deposita sus RSU en San Antonio la Isla), Mexicaltzingo, Rayón, San Antonio la Isla (aunque no lo mencione el Plan Municipal, otros municipios depositan sus residuos en el relleno del municipio), Xonacatlán y Zinacantepec; los municipios que no cuentan con sitio propio de disposición final son los municipios de Lerma, Ocoyoacac y Otzolotepec, mismos que depositan en Xonacatlán. San Mateo Atenco deposita en Zinacantepec, Temoaya lo hace en Xonacatlán, Toluca almacena en los rellenos sanitarios de San Antonio la Isla, Xonacatlán y Zinacantepec, y Tenango del Valle no reporta en su plan dónde deposita sus RSU.

En relación con la evaluación del manejo de residuos sólidos urbanos con la técnica del semáforo, en la tabla 5 se presentan los resultados por municipio, tomando el total, como la condición ya sea positiva, regular o negativa que más veces se repite dentro del municipio, sin dejar a un lado la visualización que se tiene de la condición de los municipios en cada indicador en las etapas de su manejo de los residuos sólidos urbanos.

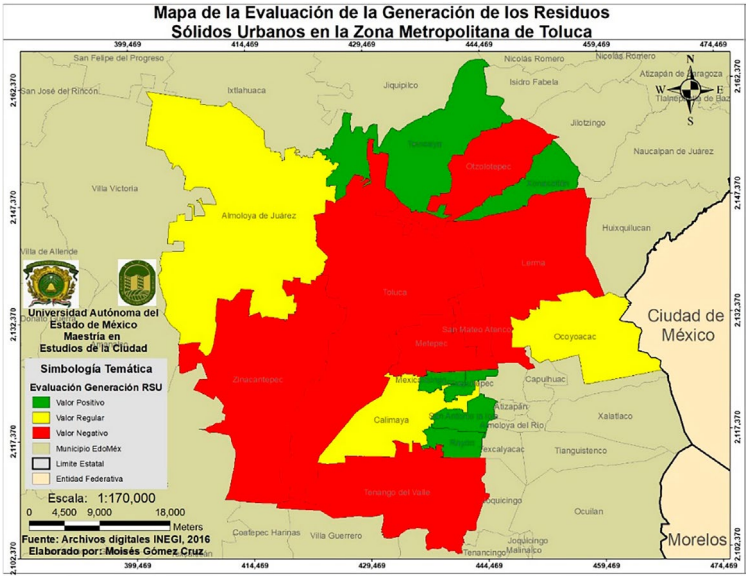
Tabla 5. Evaluación del manejo de los RSU por clasificación de semáforos en la ZMT

Etapas	Generación		Recolección				Trans-ferencia	Disposi-ción final	Total
Municipio	Cantidad de Toneladas de RSU / día	Kg / hab / día	Frecuencia de la recolección a la semana	Porcentaje de cobertura municipal	Número de Unidades	No. de trabajadores	Centro de Transferencia	Tiradero a cielo abierto / relleno sanitario	Condiciones del municipio
Almoloya de Juárez	38	0.81	3	70	9	85	No indica	Tiradero	
Calimaya	14	0.80	7	90	4	29	No indica	Tiradero	
Chapultepec	7	1.20	7	95	2	5	Si cuenta	Dos rellenos	
Lerma	100	0.68	1	95	15	62	No indica	Relleno	
Metepec	230	1.50	3	98	23	121	No indica	Relleno	
Mexicaltzingo	123	1.05	No indica	100	4	7	No indica	Tiradero y relleno	
Ocoyoacac	48	0.41	No indica	90	8	53	No indica	Relleno	
Otzolotepec	40	0.47	6	90	7	45	No indica	Relleno	
Rayón	2.2	0.17	No indica	100	2	10	No indica	Relleno	
San Antonio la Isla	12	0.44	7	100	4	16	No indica	Relleno	
San Mateo Atenco	70	0.92	7	90	16	50	En construcción	Relleno	
Temoaya	71	0.10	No indica	No indica	10	41	22 subcentros	Tiradero y relleno	
Tenango del Valle	80	0.92	No indica	90	11	50	No disponible	Tiradero	
Toluca	901.5	1.00	No indica	96	164	429	18 subcentros	Tres rellenos	
Xonacatlán	22.20	0.42	6	100	7	18	No indica	Relleno	
Zinacantepec	110	0.39	7	90	19	57	Recu-peración	Relleno	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Los datos de la evaluación de la etapa de generación se representan espacialmente en el mapa 2 y el mapa 3; se reporta la evaluación general del manejo de los RSU en la ZMT.

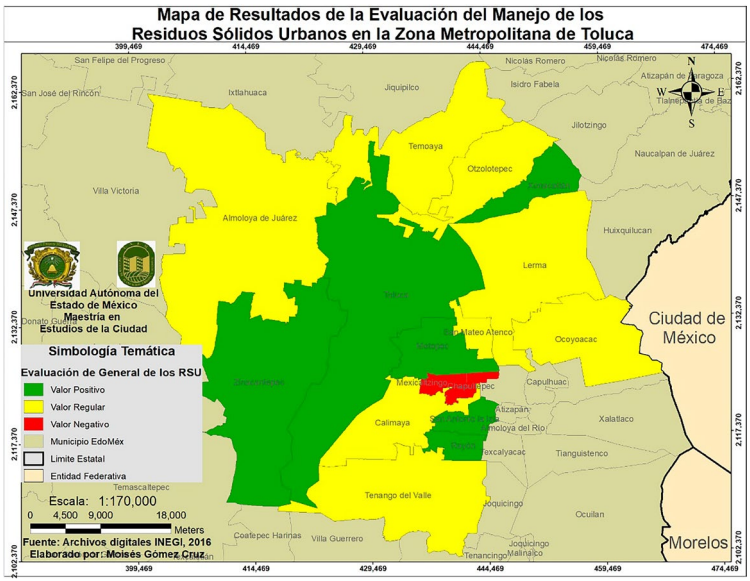
Mapa 2. Mapa de la evaluación de la generación de los RSU en la ZMT



Fuente: Elaboración propia, 2020 en el software ArcMap®.

Como se observa en el mapa 3, esta evaluación general del manejo de los RSU en la ZMT representa con 37% de la zona metropolitana un valor positivo en su manejo (seis municipios en color verde), 50% de la zona metropolitana un valor regular (ocho municipios en color amarillo) y 23% de la zona metropolitana un valor negativo (2 municipios en color rojo), lo que equivale que más de la mitad de los municipios en la zona cuentan con un regular a un mal manejo de sus residuos.

Mapa 3. Mapa de resultados de la evaluación del manejo de los RSU en la ZMT



Fuente: Elaboración propia, 2020 en el software ArcMap®.

Tabla 6. Lineamientos generales para el manejo de los RSU en la ZMT

Lineamientos	Acciones
1. Elaborar bases de datos de cada una de las variables del manejo integral de los RSU en cada municipio por parte del sector público y privado para medir los RSU y tener un control.	1. Creación de un plan de desarrollo urbano metropolitano de la ZMT.
2. Tener mayor comunicación entre la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México junto con los gobiernos municipales para tratar temas relacionados al manejo de los RSU.	2. Reformar la educación básica e integrar temas de medio ambiente y el manejo de los RSU.
3. Incorporar al manejo integral de los RSU de cada municipio existente, los objetivos de desarrollo sostenible, junto con otras estrategias del gobierno federal, para tratar de reducir la generación de RSU.	3. Crear y reformar el marco normativo sobre los RSU del país.
4. Integrar la educación y la capacitación de prácticas que aporten a la generación consciente de RSU, y al reciclaje como a la reutilización.	4. Desarrollar talleres, programas locales y municipales.

Continúa

5. Mejorar las bases normativas y de planeación en materia de los RSU, siendo más rigurosas y formulando ciertos aspectos sobre el monitoreo, control y condiciones para mejorar el manejo integral.	5. Crear objetivos o metas que orienten a generar menos y aprovechar los RSU.
6. Vincular y reforzar la participación ciudadana junto con la participación del gobierno además de la transparencia, para mejorar las prácticas y hacer que se cumpla y respete la ley, para hacer efectiva la educación y capacitación sobre un mejor manejo de RSU.	
7. Anexar en los marcos de planeación y de programas, metas que contemplen la reducción de la generación de RSU y el fortalecimiento para el reciclaje y la reutilización.	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por lo tanto, ya representadas las condiciones del manejo de los RSU en la ZMT a través de basura cero, se busca incidir en el desarrollo urbano sustentable, para ello se propusieron los lineamientos generales en la tabla 6. También se presentan las acciones a considerar, con mayor atención hacia los municipios con manejo negativo y medio, sin dejar a un lado los municipios con valores positivos.

Conclusiones

La evaluación del manejo de los residuos sólidos urbanos de los municipios de la ZMT se llevó a cabo con la técnica de semáforo. Posteriormente se emitieron lineamientos y acciones que podrían mejorar el manejo de los residuos con los principios de basura cero, y con ello coadyuvar en el desarrollo urbano sustentable.

El caso de esta investigación se trató de acercar los enfoques del manejo de los RSU y de basura cero, de esta manera se da pauta a ir buscando una orientación de reducción de residuos y de promover su gestión.

Cabe mencionar que el diagnóstico fue elaborado con los datos principalmente de los PDM y PMDU de cada municipio que conforman la ZMT, y en cada plan se observó la ausencia de cierta información relacionada con el manejo de los residuos sólidos urbanos. Por lo anterior, las variables e indicadores no fueron los esperados para un diagnóstico que lleve al lector a tener más claridad al analizar los aspectos de cero residuos.

Es de notar que en México parece que existe falta de compromiso por parte del sector público y privado para contar con una base de datos sólida de residuos, de aquí la importancia de tener un volumen de información suficiente para conocer si existe una tendencia a la disminución o aumento en cuanto a la generación y procesamiento de los RSU, además de monitorear prácticas de reducción de la generación de los residuos, como lo son el reciclaje, el reuso, la reutilización, entre otros.

Por su parte, el gobierno federal ha impulsado basura cero, pero falta aterrizarlo en el caso de los gobiernos estatales y municipales, si bien en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, título quinto, Artículo 115, se hace mención que los municipios están a cargo de las funciones del manejo de los RSU, pero en ocasiones éstos se ven rebasados por otros problemas ambientales y dejan en un segundo plano la cuestión de los residuos.

México está adoptando basura cero, pero falta compromiso, hay que reestructurar los marcos jurídicos y de planeación, pero también hay que fortalecer el compromiso con la sociedad de reducir la generación de residuos y cambiar hábitos, principalmente en la forma producir y consumir.

Referencias

Bifani, P. (1999). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Madrid: Instituto de Estudios Políticos para América Latina y África (IEPALA).

Cabrera, C. (2014). *Propuesta para una gestión sustentable de residuos sólidos urbanos en el municipio de Metepec, Estado de México*. [Tesis]. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32717/Tesis_AdrianaCabreraG.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consultado el 10 de marzo de 2020].

Departamento de Información Pública de las Naciones Unidas (DIPNU). (2002). La Cumbre de Johannesburgo: panorama general. *Síntesis, ONU*. Recuperado de: https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/cumbre_ni.htm [Consultado el 19 de junio de 2020].

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf [Consultado el 16 de octubre de 2018].

Díaz, L. y Tinoco, M. (2019). The Urban Solid Wastes Management in Cuautlancingo, Puebla, Towards a Circular Economy: Social and Economic Impacts of CE to the Region–Innovative Business Models. En M. Franco y J. Carpio, *Towards Zero Waste Circular Economy Boost, Waste to Resources* (pp. 105-120). Cham, Suiza: Springer Nature Switzerland AG. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6 [Consultado el 22 de enero de 2020].

Escobar, J. y. Jiménez, J. (2009). Urbanismo y sustentabilidad: estado actual del desarrollo urbano de la ZMVM. *Revista Digital Universitaria*. 10 (7). Recuperado de: http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art40/art40.pdf [Consultado el 10 de noviembre de 2019].

Franco, M. y Carpio, J. (2019). Towards Zero Waste Circular Economy Boost, Waste to Resources. *Springer Nature Switzerland AG, Greening of Industry Networks Studies*. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6 [Consultado el 22 de enero de 2020].

Ihobe (2018). Indicadores de economía circular Euskadi 2018. Marco de seguimiento Europeo. *Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.* Bilbao. Recuperado de: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/economia_circular/eu_def/adjuntos/Indicadores_economia_circular_pais_vasco_2018.pdf [Consultado el 15 de noviembre de 2019].

Inga, Y. (2015). Caracterización de residuos sólidos municipales de la zona urbana del Distrito de la Llata, Provincia de Huamalies. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Perú. Recuperado de: https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/FINALLL.pdf [Consultado el 30 de junio de 2019].

Jackson, P. (2020). De Estocolmo a Kyoto: Breve historia del cambio climático. *ONU*. Crónica ONU. Recuperado de: https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico [Consultado el 20 de junio de 2020].

Kaza, S., *et al.* (2018). What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *World Bank Group*. International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC. Recuperado de: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317 [Consultado el 25 de mayo de 2019].

Larrouyet, C. (2015). Desarrollo sustentable. Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta. *RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes*. Argentina. Recuperado de: http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154 [Consultado el 15 de noviembre de 2019].

Miranda V. y Jiménez, P. (2011).“Sustentabilidad urbana planteamientos teóricos y conceptuales. *Quivera.* 2011-1. Recuperado de: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/39108/40118420011.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consultado el 6 de marzo de 2019].

Panarisi, E. (2015). *Basura Cero, una política pública para el siglo XXI. El caso de la ciudad de Rosario.* [Tesina]. Facultad de Ciencia Política y RRII Escuela de Ciencia Política. Recuperado de: https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/5986/Tesis%20Edgardo%20Panarisi.pdf?sequence=3 [Consultado el 14 de noviembre de 2019].

Plasencia, V., *et al.* (2019). A Circular Model of Residential Composting in Mexico City. En M. Franco y J. Carpio, *Towards Zero Waste Circular Economy Boost, Waste to Resources*, (239-264), Cham, Suiza: Springer Nature Switzerland AG. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6 [Consultado el 22 de enero de 2020].

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Antecedentes. Recuperado de: https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background.html [Consultado el 12 de junio de 2020].

Ramírez, A., *et al.* (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación.* 6 (21). Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/342/34202107.pdf [Consultado el 30 de julio de 2019].

Sáez, A. y Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*. 20 (3). Recuperado de: http://www.redalyc.org/html/737/73737091009/ [Consultado el 20 de mayo de 2019].

Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Gobernación y Consejo Nacional de Población (Sedesol, Segob y Conapo) (2012). Catálogo. Sistema Urbano Nacional 2012. México. Recuperado de: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1539/1/images/PartesIaV.pdf [Consultado el 5 de octubre de 2019].

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2016), Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Edición 2015. México. Recuperado de: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/cap7.html#tema1 [Consultado el 16 de octubre de 2019].

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). (2006). Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbano. México. Recuperado de: https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/wp-content/uploads/

sites/59/2016/02/Gu%C3%ADa_PMPGIRSU.pdf [Consultado el 11 de noviembre de 2019].

Snyman, J. y Vorster, K. (2010). Towards zero waste: A case study in the City of Tshwane. *Waste Management & Research.* 29 (5). Recuperado de: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X10382947 [Consultado el 18 de septiembre de 2020].

Young, C., *et al.* (2009). Working towards a zero waste environment in Taiwan. *Waste Management & Research.* 28 (3). Recuperado de: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242X09337659 [Consultado el 8 de octubre de 2020].

ZWIA. (2020). *Zero Waste International Alliance*. Recuperado de: http://zwia.org/aboutus/ [Consultado el 20 de julio de 2019].

LA NUEVA NORMALIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE TOLUCA ANTE LA PANDEMIA DE COVID-19

Carlos Jan Avila Reyes[*]
Juan Roberto Calderón Maya
Héctor Campos Alanís

Resumen

El transporte público es el segundo sitio en donde más contagios de COVID-19 se contabilizan, de acuerdo con datos del Gobierno Federal. Ante el regreso a la "nueva normalidad" y la reactivación económica, las concesionarias de transporte público deben considerar acciones encaminadas a cuidar la salud de sus colaboradores/as e inhibir el riesgo de contagio por COVID-19 entre los usuarios. El objetivo del presente trabajo de investigación fue analizar de manera general la nueva estrategia para el transporte público del Estado de México, en particular, en la Ciudad de Toluca, a partir de los efectos de la pandemia por COVID-19. En este contexto, la Secretaría de Salud del Gobierno Federal dio a conocer el 17 de mayo de 2020 los lineamientos para la reapertura gradual, ordenada y cauta de las actividades, entre ellas, el transporte público. Entre las medidas para la reactivación del transporte público se definieron: establecer rutas de las zonas habitacionales hacia las zonas industriales, extremar las medidas de sanitización permanente de unidades, aplicación de pruebas aleatorias, diarias y permanentes para la detección de COVID-19 a los usuarios del transporte público. No obstante, las medidas no han sido efectivas dado que tan sólo hasta el 31 de agosto de 2020, 478 choferes, trabajadores administrativos y líderes de las rutas de transporte público en el Estado de México, se contagiaron de este virus. Dicha investigación permite el desarrollo de recomendaciones que contribuyan a minimizar el riesgo de aumentar los contagios por COVID-19.

Palabras clave: transporte público, COVID-19, nueva normalidad.

* Universidad Autónoma del Estado de México: cavilar702@alumno.uaemex.mx | jrcarderonm@uaemex.mx | hcampos@uaemex.mx

Abstract

Public transport is the second place where more Covid-19 infections are recorded, according to data from the Federal Government. Faced with the return to the "new normal" and the economic reactivation, public transport concessionaires must consider that they must carry out various actions aimed at taking care of the health of their collaborators and inhibiting the risk of contagion by COVID-19 among the users. The objective of this research work was to analyze in a general way the new strategy for public transport in the State of Mexico in the City of Toluca, based on the effects of the COVID-19 pandemic. In this context, the Federal Government Health Secretariat released on May 17, 2020, the guidelines for the gradual, orderly and cautious reopening of activities, including public transport. Among the measures for the reactivation of public transport, the following were defined: Establish routes from residential areas to industrial areas, extreme measures of permanent sanitation of units, application of random, daily, and permanent tests for the detection of COVID-19 to the users of public transport. However, the measures have not been effective since only until August 31, 2020, 478 drivers, administrative workers, and leaders of public transport routes in the State of Mexico were infected with this virus. Therefore, the analysis shown will allow us to conclude with some recommendations to minimize this situation.

Keywords: public transportation, COVID-19, new normal.

Introducción

El crecimiento acelerado de la población, las grandes ciudades y el uso constante de medios de transporte motorizados ha provocado grandes conflictos de movilidad en las zonas urbanas, entre ellos los niveles de congestión, accidentes de tráfico, contaminación y hoy en día los contagios de COVID-19.

Es importante mencionar que el crecimiento urbano sin planificación y el alto número de personas han propiciado que la población de escasos recursos viva en viviendas informales en la periferia de las grandes ciudades, en donde es complicado dotar de transporte público tradicional o formal (Cervo, 2000).

Como consecuencia, las personas de escasos recursos de las ciudades optan por no salir de sus viviendas, o en su caso, deben soportar tiempos de viajes largos y caros

para ir al trabajo o para llevar a cabo otras actividades, hecho que agrava las diferencias sociales (Ardila-Gómez 2012). Esto aumenta el riesgo de contagio por COVID-19 y en la presente investigación expone las respuestas que tanto gobierno estatal y federal han aplicado para mitigar estos contagios.

Como respuesta a los problemas urbanos ocasionados por el transporte público, los gobiernos han hecho nacer un nuevo criterio en las especulaciones del transporte público y un aumento importante de las inversiones destinadas a mejorar los sistemas de transporte a lo largo de las últimas dos décadas (Infralatam, 2018). Sin embargo, para la hoy llamada nueva normalidad existen pocas respuestas y es en la presente investigación que tratamos de analizar esas respuestas de manera general para demostrar las carencias o fortalezas que los tomadores de decisiones están implementando.

En la presente investigación se considera un apartado de antecedentes en el que se dota de una ida sobre el tema en el ámbito internacional y nacional, posteriormente se describen los aspectos teóricos de la movilidad urbana para tener fundamento sobre la nueva normalidad y en específico el caso de estudio de la presente investigación; por último se da una discusión sobre los resultados de la investigación para tratar de dar recomendaciones a manera de conclusión.

Antecedentes

Ámbito Internacional

América Latina ha experimentado una urbanización explosiva en las últimas cuatro décadas, con su población urbana aumentando de 50% en 1970 a 80% en 2013 (ONU, 2011). Además, el fuerte crecimiento de los ingresos y la rápida expansión de la clase media han provocado un rápido aumento de la propiedad de automóviles y motocicletas. En promedio, ALC posee alrededor de 90 automóviles por cada 1 000 habitantes y su tasa de motorización supera la de África, Asia y Oriente Medio (De la Torre *et al.*, 2009). Sin embargo, existe heterogeneidad entre países. Por ejemplo, de 1990 a 2010, la propiedad de automóviles per cápita en México se duplicó con creces, de aproximadamente 75 a 175 por cada 1 000 habitantes (Fay *et al.*, 2017). Además, el aumento de la propiedad de motos ha superado al de los

vehículos en numerosas ciudades de ALC, donde las motos representan hasta 49% de la flota vehicular (UN-Habitat, 2012).

Aunque la inversión en infraestructura de transporte de pasajeros ha aumentado recientemente, la oferta de transporte público de alta calidad e infraestructura vial no se ha mantenido a la par del crecimiento de la demanda de transporte. La supervisión institucional y pública inadecuada también ha exacerbado la ineficiencia e informalidad del sistema de transporte urbano (Pazos, 2016), lo que ha generado confusión e inseguridad entre las personas de ingresos bajos y medios en América Latina, así como un aumento de la congestión y la contaminación en ciudades de América Latina (BID, 2013). En 2010, la región de América Latina reportó una tasa promedio de 25.3 víctimas por cada 100.000 habitantes asociadas con accidentes de tráfico, en comparación con 16.1 víctimas por cada 100.000 habitantes en Estados Unidos y Canadá (BID, 2013). Además, en algunas ciudades, el tiempo medio de viaje de ida es de hasta dos horas, lo que requiere mucho tiempo y dinero para transportar mercancías y pasajeros (ONU-Habitat, 2010). Según un informe del Clean Air Institute, los niveles de contaminación del aire en muchas ciudades de América Latina superan las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para los principales contaminantes, lo que genera importantes costos adversos para la salud humana, la esperanza de vida y la productividad (Green y Sánchez, 2013).

En promedio, 68% de los viajes en América Latina se realiza en transporte colectivo o público (Estupiñan *et al.*, 2018). El departamento de transporte público domina estas rutas. El sector de autobuses en la región fue inicialmente de propiedad pública, pero experimentó una amplia desregulación y privatización en las décadas de 1980 y 1990, lo que resultó en un exceso de oferta de operadores de microbuses, rutas a menudo superpuestas y una feroz competencia por los pasajeros en toda la región. Conocida como la "Guerra del centavo", crea caos, inseguridad y congestión en el tráfico de vehículos. Los usuarios del transporte público gastan entre 50 y 100% más de tiempo de viaje que los usuarios de automóviles y motocicletas, y su seguridad y comodidad son menores (Vasconcellos y Mendoça, 2016). Dadas las bajas tasas de propiedad de vehículos entre los segmentos más pobres de la población, la asequibilidad y la eficiencia de los servicios públicos de autobuses también son de particular importancia. En la mayoría de las ciudades de América Latina y el Caribe, las tarifas mensuales superan 6% del salario mínimo requerido. En las áreas

urbanas de Brasil, por ejemplo, el gasto mensual en transporte público es 25% del salario mínimo.

Durante las últimas dos décadas, los gobiernos de la región de América Latina han comenzado a invertir en sistemas de transporte urbano modernos, y la mayor parte del financiamiento se proporcionó entre 2002 y 2013. Como resultado de estas inversiones, la región ha experimentado un aumento en el sistema de autobuses de tránsito rápido. Actualmente, estos sistemas operan en 54 ciudades de América Latina y 167 ciudades de todo el mundo (WRI Brazil Ross Center for Sustainable Cities, 2018).

A medida que estos sistemas maduraron y, en muchos casos, alcanzaron la saturación de pasajeros, las ciudades más grandes de los países de altos ingresos de ALC comenzaron a invertir en sistemas de metro y tranvía. En 2014, 157 ciudades de todo el mundo tenían metro en funcionamiento. Hay 54 redes en Asia, 46 en Europa y 18 en América Latina, siendo la Ciudad de México la más activa (UITP, 2015). Otras ciudades, debido a las características geográficas, las ventajas en los costos de construcción y la reducción del movimiento de personas han desplegado sistemas de teleférico. El primer teleférico diseñado como sistema de transporte dentro del ALC se inauguró en Medellín, Colombia, en 2004. Desde entonces, Caracas (Venezuela), Cali (Colombia), Ciudad de México (México), Río de Janeiro (Brasil) y La Paz (Bolivia) han establecido sistemas similares. Actualmente, el sistema de La Paz, Mi Teleférico, es el más largo del mundo (UITP, 2015).

Ámbito nacional

Las ciudades en México son una de las primeras preocupaciones debido a que en éstas se concentra el grueso de la población y una gran parte de la actividad económica. El 77% de la población del país es urbana (86 millones de personas). En la última década se ha incrementado el número y el tamaño de las ciudades del país. Las estimaciones del Consejo Nacional de Población (2007) señalan que para 2030, 81% de la población vivirá en ciudades (ITDP, 2012).

Para fines de este apartado se tomarán las características y condiciones de transporte y movilidad en León, expuestas por Espinoza (2016), quien menciona que en 2005 se contaba con un registro de cerca 250 000 vehículos automotores,

de los cuales 98% son de transporte particular y carga, y sólo 2% está compuesto por taxis y autobuses, en los que se moviliza 55% de los viajes diarios motorizados. La tasa de motorización aumenta al pasar de 7.5 habitantes/vehículo en 1995, a 5.1 habitantes/vehículo en 2005, y se estima en 4 habitantes/vehículo en 2008 (BDAL, 2011).

El transporte público en Toluca representa 32% de los viajes diarios en el área. El uso de transporte personal (automóviles, motocicletas, taxis y bicicletas) corresponde 35% de los viajes y 33% de los viajes a pie. Se utilizan varios tipos de vehículos para el transporte público en neumáticos, tren, metro y tranvía. De los viajes motorizados, sólo 48% se realiza en transporte público, y el tiempo promedio de viaje en la región es de 32 minutos para automóviles y taxis. El tiempo medio de viaje en transporte público es de 52 minutos (autobús) (BDAL, 2011).

En el caso de León, encontramos que los desplazamientos son equilibrados en relación con el transporte, aunque utilizar el transporte público representa la mejor opción para desplazarse en esta ciudad, las personas prefieren viajar en coche en el menor tiempo posible, sin embargo, caminar también es una buena elección (Espinosa, 2016).

Zona Metropolitana de Toluca (ZMT)

Se considera que la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) pertenece al Sistema Urbano Intermunicipal del Valle de Toluca-Lerma (Toluca, Metepec, Zinacantepec y Lerma), y establece que el centro de población está integrado por un área urbana continua: Toluca, Metepec y Zinacantepec –los cuales se encuentran unidos, están conectados a través del circuito vial paseo Tollocan, los asentamientos fueron representados por poblados, barrios y fraccionamientos que se unieron físicamente con el paso de los años– (GEM, 2013).

Imagen 1: Zona Metropolitana de Toluca (MTZ)



Fuente: https://cutt.ly/0zBys6e

Por su parte, los municipios de Metepec y Zinacantepec se integraron a Toluca principalmente por la demanda de suelo habitacional, lo que indica que se integran por medio de una función de municipios dormitorio, en el que la población iba y venía del municipio principal (Toluca) por actividades, especialmente por las laborales; otro elemento que orilló a esta dispersión fue la presencia de vialidades primarias dado que son los principales ejes conectores entre los tres municipios (GEM, 2013).

La infraestructura vial tuvo que crecer a la par que la población, además del circuito Tollocan, se necesitó conectar los accesos carreteros a la ciudad provenientes de México, D.F., Atlacomulco, Morelia y Tenango, que en su momento daba movilidad al interior del área urbana, y el libramiento Lázaro Cárdenas que distribuía el tráfico en sentido oriente-poniente (GEM, 2013).

Las tendencias de crecimiento en la ZMT se presentan principalmente sobre algunas de las vialidades más importantes que en estos momentos estructuran la ciudad: al oeste, sobre el boulevard Lic. Adolfo López Mateos (municipio de Zinacantepec y Almoloya de Juárez); al norte, sobre la carretera Toluca-Atlacomulco; al noreste sobre la vialidad José López Portillo, rumbo a Xonacatlán y Otzolotepec; al este sobre la vialidad Paseo Tollocan, que conecta a los municipios de Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Lerma; al suroeste sobre la vialidad Pino Suárez que incorpora a los municipios de Mexicaltzingo, Calimaya, Chapultepec, Rayón, Metepec y San Antonio la Isla; finalmente, al sur sobre la vialidad Calzada al Pacífico (GEM, 2013).

Hoy en día, las principales redes viales que cruzan la ciudad están presentando problemas de congestionamiento del tráfico, principalmente en los entronques con vialidades primarias y secundarias. Al mismo tiempo, los primeros cuadros de las

cabeceras municipales encontramos esta problemática que hace que los desplazamientos sean cada vez más lentos y largos en determinadas horas del día.

Entre éstas destacan las siguientes: Paseo Tollocan, es una de las principales avenidas, tiene conexiones con las salidas a la Ciudad de México, Atlacomulco; además, se conecta a los municipios de Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Lerma; Paseo Matlazincas, es un circuito que rodea la ciudad de Toluca, en su parte elevada nos permite tener una vista panorámica del centro de la ciudad y de otros lugares de interés. Además, este circuito conecta con otras avenidas y carreteras que comunican con los estados de Michoacán, Guanajuato, Querétaro y Jalisco; el boulevard Lic. Adolfo López Mateos es una vialidad que tiene conexiones con las salidas a Valle de Bravo y Zitácuaro, conocida también como carretera Morelia-Toluca, da acceso a los municipios de Zinacantepec y Almoloya de Juárez (GEM, 2013).

La carretera Toluca-Atlacomulco es un eje importante para el desarrollo; además, da acceso a los municipios de Temoaya y Almoloya de Juárez, incorpora las autopistas México-Guadalajara y Toluca-Zitácuaro; la vialidad José López Portillo, también conocida como carretera Toluca-Naucalpan, conecta a los municipios de Xonacatlán y Otzolotepec; la avenida Solidaridad las Torres es una de las vialidades principales del valle de Toluca, comunicando en toda su extensión a los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Lerma; la avenida Morelos atraviesa la ciudad de oriente a poniente y se une al Paseo Tollocan para convertirse en la carretera México-Toluca; el boulevard Isidro Fabela atraviesa la ciudad de norte a sur. Inicia en la central de autobuses foráneos (GEM, 2013).

La avenida Pino Suárez atraviesa la ciudad de Toluca de norte a sur, conocida como boulevard Toluca-Metepec-Tenango, da acceso al sur de la ZMT, incorporando a los municipios de Metepec, Mexicaltzingo, Calimaya, Chapultepec, Rayón y San Antonio la Isla; la calzada al Pacífico inicia en Paseo Colón de este a oeste, es una salida a Valle de Bravo, además de dar acceso a localidades de los municipios de Toluca y Zinacantepec; Alfredo del Mazo inicia en Tollocan hasta encontrarse con Isidro Fabela para convertirse en la carretera Toluca-Ixtlahuaca; otras vías importantes que dan acceso en Toluca y Metepec son: Av. Tecnológico, Av. Comonfort, Av. Salvador Días Mirón, Av. Heriberto Enríquez, Av. 5 de Mayo y Av. Manuel J. Clouthier (Pilares) (GEM, 2013).

Los principales problemas de movilidad urbana en la ciudad de Toluca antes de la pandemia eran:

- Traslape de ruta por parte de diferentes líneas de transporte público.
- Inseguridad (reflejado en el incremento de los números de asaltos a usuarios).
- Falta de mantenimiento y unidades de transporte obsoletas.
- Falta de mobiliario urbano que defina ascenso y descenso de pasajeros.
- Los operadores no tienen capacitación en cuanto a su manejo y trato hacia los usuarios (GEM, 2013).

Aspectos teóricos sobre la movilidad urbana

La elaboración de un marco teórico es fundamental en todo proceso de investigación, debido a que orienta y guía dicho proceso porque nos permite reunir, depurar y explicar los elementos conceptuales, así como las teorías existentes sobre el tema a estudiar, en este caso en temática de movilidad urbana.

Movilidad Urbana

Según Nijkamp y Reichmann (1987), el concepto de movilidad no es hablar de un simple desplazamiento, ya que incluye las causalidades y las consecuencias conjuntas al propio desplazamiento. Dicho de otra manera, el acto del desplazamiento no se separa artificialmente del resto del comportamiento, sino que se enlaza con las demás actividades determinadas por las motivaciones del individuo.

"Se considera, por tanto, que la última razón del desplazamiento es la decisión. No obstante lo anterior, de los estudios consultados se deduce la ambigüedad del concepto de movilidad, equiparado frecuentemente al de 'demanda' o al de 'tráfico'". Pero en cualquier caso el análisis de la demanda de movilidad es una buena aproximación al estudio de los sistemas de desplazamientos; además, confirma la calidad de los estudios sobre transporte para la explicación el territorio y de sus tendencias (Banister, 1985).

En un contexto en el que:

> [La] atención de los poderes públicos ha pasado de las redes a los tráficos que las soportan, el primer objetivo de los estudios de movilidad es el de explicar por qué las personas se

> desplazan, mediante la identificación de los factores que intervienen en las decisiones de desplazamiento (Fisher, 1987). En esta orientación de las investigaciones, se sigue destacando la importancia de una fuerte base teorética como fundamento del uso de modelos y métodos analíticos. Ahora bien, ¿qué métodos son los más adecuados o los que mejor se corresponden con tales fines? A este respecto la literatura existente es unánime al recomendar la sustitución de las habituales técnicas estadísticas de carácter descriptivo, por métodos basados en las ciencias sociales, debido a su capacidad para indagar en las preferencias y motivos personales (Pickup y Town, 1980; Lenntorp, 1981).

Es así como para el estudio de la movilidad a otras escalas, fundamentalmente a escala regional, se utilizan otros modelos derivados de la aplicación al transporte del análisis de sistemas. Un caso especial lo constituye el medio rural donde todavía la capacidad de desplazamiento puede verse limitada por la calidad de la oferta de transporte y también, dada la importancia del transporte público, por las imperfecciones del mercado. Por ello el análisis y, en su caso, la previsión de la demanda tiene como base las características, actuales y previstas, de la oferta de transporte (Anon, 1979; Banister, 1983 y 1985; Nutley, 1984).

Conceptualización de la Movilidad Urbana

Un sistema de transporte es considerado dentro de los espacios urbanos un elemento fundamental para su funcionamiento. En efecto, el crecimiento en extensión, paralelo al de la población, así como la segregación zona justifican sin necesidad de insistir más la importancia del transporte en la "escena urbana". Es también este medio el idóneo para estudiar la movilidad de la población como factor básico de la demanda de transporte, ya que en la ciudad es donde mejor se comprende, y donde mejor se puede verificar la influencia de hechos como la renta, el empleo, la disponibilidad de vehículo privado (sin olvidar los relacionados con el género o la edad), etc., en la capacidad de desplazamiento (Taylor, 1983).

La hipótesis que subyace en la mayoría de las contribuciones es la de que el estudio de la movilidad, o de la demanda de desplazamiento, en el espacio urbano exige la consideración de los individuos –y no de las zonas– como unidad de análisis. Hay por tanto un rechazo del denominado enfoque "agregado" en el que son las diferentes

zonas urbanas las generadoras de desplazamientos o las destinatarias de estos. Dicho enfoque ha dado lugar en las pasadas décadas a la proliferación de un gran número de modelos que nutren numerosas obras de síntesis (White y Senior, 1983; Bruton, 1985; Blunden y Black, 1984, etc.). Tales modelos siguen siendo muy utilizados en la práctica a pesar de que se les atribuyen numerosas insuficiencias. En efecto, el enfoque agregado proporciona una imagen del funcionamiento del sistema de transporte urbano como un todo, pero "no nos ayuda a conocer algunas respuestas" relativas a las personas, a su capacidad efectiva para desplazarse y a las consecuencias de dicha capacidad (Hanson, 1986).

El enfoque desagregado, en cambio, proporciona abundante información sobre los desplazamientos de los individuos a lo largo del día en el espacio urbano. De sus datos deduce información detallada sobre las pautas de desplazamiento, sobre los propios individuos que se desplazan y sobre el contexto urbano en el que se toman las decisiones de desplazamiento. Se pueden además inferir y comprender las relaciones entre los flujos observados y los usos de suelo urbanos. No obstante, tales métodos también tienen inconvenientes y el menor de ellos no es su dificultad de aplicación.

La forma más frecuente (Lenntorp, 1981; Ellergard, 1977) es la distribución entre un número variable de ciudadanos, escogidos al azar, de una especie de "diario de viaje" en el que deben de anotar todos sus desplazamientos, así como sus características (objeto, longitud del recorrido, destino, modo de transporte utilizado, etcétera). Se comprende fácilmente por ello que su aplicación no haya sido muy frecuente en los círculos relacionados con la administración pública (servicios municipales de transportes, entre otros); y que sus partidarios más incondicionales pertenecían a los ámbitos académicos (Hartgen, 1981).

Gestión de la movilidad Urbana

La complejidad de los estudios dirigidos al ámbito urbano necesita de una adecuada gestión para su ejecución, el tema de la movilidad urbana, asentada dentro del campo de análisis de los sistemas de transporte, tiene sus principios en los debates acerca de la ciudad, sobre la base de la planificación y ordenación urbanística. Los usuarios que se desplazan son ante todos actores sociales, por lo tanto, la movilidad no se reduce a un hábito, sino que se aprende, se prepara y se construye (Velásquez, 2015).

Ante dicho principio, se puede afirmar que la adopción de medidas que garanticen la movilidad es una forma de mejorar su calidad de vida, lo que implica el disfrute del espacio urbano por todos los ciudadanos o el acceso a los servicios, todo esto lleva a suponer que para garantizar esa movilidad cotidiana, la ciudad debe contemplar un acondicionamiento de su sistema viario, dirigido principalmente a los peatones, que debe ser accesible para todos los ciudadanos y contar con un sistema de transporte público integrado y flexible (Miralles, 2002).

Es entonces que la accesibilidad debe ser tanto en oportunidades existentes que proporcionen la seguridad y disminuyan los factores generadores de accidentes y muertes, a su vez, que actúen directamente en la mejoría de las condiciones ambientales (reduciendo la contaminación y el uso de combustibles no renovables), que favorezca el desenvolvimiento económico (reduciendo los costos y el tiempo empleado) y que promueva la articulación entre los diferentes segmentos sociales minimizando la formación de zonas marginadas (Velasquez, 2015).

ANTP (2006), Daniels y Warne (1983) y Miralles (2002) coinciden en que el mayor desafío de la movilidad urbana es incrementar el transporte público, la intermodalidad, en conjunto con un sistema como puede ser el de ciclovías y reducir el uso del automóvil. A este respecto, Montezuma (2003) señala que la infraestructura del transporte dentro de la ciudad es la base del funcionamiento de la movilidad, por eso la importancia de conocer sus características particulares de las cuales dependen, además de conocer en qué medida son utilizados los distintos tipos de transporte.

Velázquez (2015) menciona que no se intenta hacer un análisis eminentemente técnico, sino valorar los distintos modos de transporte empleados por la población tanto en ciudades en desarrollo como las ciudades ricas, cuyas ofertas de transportes estarán marcados por: las formas urbanas existentes, el gobierno local que la administre, la extensión de las redes de transporte, pero también por los modos de vida de la población.

Tipos de trasporte público

Illich (1973) menciona que el transporte público es un sistema de medios (infraestructuras y vehículos) para llevar personas de un lugar a otro de la ciudad. Este sistema está caracterizado por la motorización (transporte) y por la colectividad

(público). Por su parte, para complementar el argumento González (2007), en su libro *Los medios de transporte en la ciudad*, habla de dos tipos de transporte que, a su vez, se subdividen en otras categorías; para fines de la presente investigación se toma en cuenta la categoría de transporte público, la cual se subdivide en las siguientes:

- Autobuses: son sistemas de transporte en superficie, bajo conducción manual. Utilizan motores de combustión y con energía fósil (gasolina).
- Taxis: son automóviles de carácter público. Son una buena opción para viajes que requieran de una mayor velocidad o aproximación.
- Tranvía: es un ferrocarril de superficie, de carácter urbano y metropolitano, más pequeño que el ferrocarril interurbano. Cuando los tranvías tienen tramos en superficie, en viaducto o en subterráneo, se les puede llamar metro ligero.
- Metro: es un ferrocarril subterráneo de carácter urbano y metropolitano, con infraestructura de soporte exclusiva; posee una mayor capacidad de transporte que el tranvía y menor que el tren de cercanías. Constituye el modo de transporte de mayor utilización en muchas ciudades grandes.
- Trolebús: es un sistema de transporte guiado o parcialmente guiado sobre neumáticos sin infraestructura de soporte propia.

CASO DE ESTUDIO

Área de estudio

La presente investigación está enfocada en el municipio de Toluca, que colinda al norte con los municipios de Temoaya y Otzolotepec, al sur con los municipios de Coatepec Harinas y Villa Guerrero, al este con los municipios de Lerma, San Mateo Atenco, Metepec, Calimaya y Tenango del Valle, y al oeste con los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec.

El municipio de Toluca es el centro metropolitano donde confluye parte importante de los flujos origen-destino en el funcionamiento diario. En particular los viajes obligados al trabajo.

Con base en el Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (Ayuntamiento de Toluca, 2016), dentro de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT), hay un aproximado de 4 000 autobuses; de los cuales, 3 700 se encuentran autorizados

por la Secretaría de Movilidad del Estado. Además, hay 147 rutas de transporte, entre camiones urbanos, suburbanos y foráneos en toda la zona metropolitana; las rutas urbanas son 135, de las cuales sólo 29 empresas ofertan el transporte público urbano (SENERMEX, 2013).

La línea ATR cuenta con alrededor de 121 unidades con una antigüedad promedio de 12 años; oferta cinco rutas diferentes: Toluca (centro)-Metepec (San Miguel Totocuitlapilco), Toluca (centro)-San Lorenzo Coacalco (Metepec), Toluca (centro)-San Bartolo (Metepec), Toluca (centro)-Capultitlán y Toluca (centro)-San Felipe Tlalmimilolpan-San Juan Tilapa.

Nueva normalidad del transporte público

La pandemia de COVID-19 y las restricciones al movimiento han cambiado la relación de los ciudadanos con sus calles, espacios e instalaciones públicos, pero, sobre todo, la forma de desplazarse de un lugar a otro, sin importar el motivo del viaje. Claramente los espacios públicos deben ser parte de la respuesta a la pandemia, tanto para limitar la propagación del virus como para proporcionar formas en que las personas continúen su vida en la nueva normalidad. La crisis derivada de la pandemia por el coronavirus y las medidas sanitarias para prevenir más contagios han transformado la manera en que diseñamos y vivimos en las grandes ciudades. El distanciamiento social obliga a diseñar áreas urbanas más seguras para cuidar la salud pública y se ponen de manifiesto la desigualdad socioeconómica entre quienes pueden hacer cuarentena desde sus casas y quienes deben ganarse la vida cruzando la ciudad y, principalmente, modificar los estilos de transporte público.

Pero para el caso del Estado de México, particularmente en el valle de Toluca, no existe un plan para el transporte público concesionado, plan del que sólo se habla en entrevistas, pero que no ha sido presentado formalmente.

Sólo hay ideas sesgadas, por ejemplo, una entrevista de junio de 2020 se menciona que el entonces titular de la SEMOV, el doctor Raymundo Carbajal indicó que la reincorporación del servicio de transporte público fue paulatina, sin embargo, recalcó que los protocolos de sanitización, sana distancia y el uso del cubrebocas sean medidas obligatorias para los conductores y usuarios.

En la misma nota destacan las instrucciones del gobernador mexiquense Alfredo del Mazo Maza, relacionado a que la salud de los usuarios sea prioridad al momento de brindar el servicio de transporte, por lo que, en coordinación con los transportistas, se pondrá en marcha medidas para cuidar a los mexiquenses. En semáforo rojo, las unidades de transporte público de mayor capacidad operan al 50% con sana distancia, por lo que un asiento se encuentra vacío en cada uno de los usuarios. En las unidades de menor tamaño, como las vagonetas, operan al 80%, mientras que los taxis colectivos sólo pueden llevar a tres pasajeros al mismo tiempo.

Periódicos como *El Sol de Toluca*, *El Universal*, *La Jornada*, entre otros, analizan prácticamente lo mismo; por su parte, en la página de la Secretaría de Movilidad sólo existen publicaciones de folletos con las medidas de prevención que, de alguna u otra forma, todos ya conocemos.

Además de esto, se cuenta con una estrategia de la Secretaría de Movilidad que es la única estrategia más clara que se conoce hasta el momento; ésta consiste en el transporte público por sectores, es decir, que exista transporte público para trabajadores de la industria, para estudiantes y sobre todo para el sector salud, uno de los focos importantes de contagio; aunado a esto se tienen prediseñadas rutas de transporte de acuerdo a las necesidades de movilización de la mayoría de personas que están involucradas en estos tres sectores.

Por último, es importante mencionar que también se habla del teletrabajo que sin duda alguna contribuirá a disminuir el aforo vehicular y el uso del transporte público, ya que un número importante de personas podría trabajar desde casa; sobre esta estrategia se está trabajando y se pretende que esté dentro del marco legal para poder ofertar trabajos de este tipo y disminuir la cantidad de viajes que se realizan dentro del valle de Toluca y, por ende, contribuir a la disminución de contagios por COVID-19 (Secretaría de Movilidad, 2021).

Metodología

La metodología del trabajo de investigación comprende una estrategia mixta; considerando que debido a la contingencia por la COVID-19, la información es limitada y no se pudo complementar con trabajo de campo. Se optó por técnicas de carácter cualitativas como un proceso que parte de la experiencia para interpretar su

contexto bajo diferentes puntos de vista; posteriormente se integra la investigación cuantitativa y cualitativa de medios digitales como periódicos, planes de desarrollo y portales del gobierno federal, estatal y municipal. La elección de estos métodos ha considerado la elaboración de un diseño de investigación flexible.

La presente investigación es tema de interés, sin embargo, por el momento debido a que el presente tema ha sido poco estudiado o más bien podríamos decir que no ha sido abordado antes por las condiciones en las que ha dejado la pandemia, no sólo al país sino al mundo entero.

Cabe mencionar que, debido a las limitaciones para la búsqueda de información, dando por hecho que nosotros como investigadores estamos involucrados directamente con dicho fenómeno y con la población que sufre las consecuencias de este problema, en el caso de la presente fue imposible obtener la opinión de la gente de forma directa. Sin embargo, con el hecho de saber el número de contagios diarios podemos decir que es una investigación con acción participativa.

Debido a la contingencia y restricción de salida en el momento de realizar la investigación, la mayoría de la información se obtuvo de Internet. Dentro de las fuentes consultadas en Internet (periódicos, planes de desarrollo y portales del gobierno federal, estatal y municipal, entre otros) se encontraron varias notas periodísticas, libros, artículos, capítulos de libro y tesis que sirvieron de punto de referencia para el desarrollo de la investigación.

Con todo y las limitaciones se integró la problemática y se desarrolló el análisis de las medidas para el uso de transporte público de pasajeros en la ciudad de Toluca.

Discusión de resultados

Como se comentó al inicio de la investigación, el transporte público es el segundo sitio en donde más contagios de COVID-19 se contabilizan, de acuerdo con datos del Gobierno Federal.

Ante el regreso a la "nueva normalidad" y la reactivación económica en función del color del semáforo epidemiológico, los concesionarios del transporte público de pasajeros debieron considerar realizar diversas acciones encaminadas a cuidar la salud de sus colaboradores/as e inhibir el riesgo de contagio por la COVID-19 entre los usuarios y población en general.

Como se estableció en el resumen del documento, el objetivo del presente trabajo de investigación fue analizar de manera general la nueva estrategia para el transporte público del Estado de México, en particular, a partir de los efectos de la pandemia por la COVID-19.

En este contexto, la Secretaría de Salud del Gobierno Federal dio a conocer el 17 de mayo de 2020 a través de gaceta de gobierno, los lineamientos para la reapertura gradual, ordenada y cauta de las actividades, entre ellas, el transporte público. Entre las medidas para la reactivación del transporte público se definieron:

1. Aplicación de pruebas aleatorias, diarias y permanentes para la detección de la COVID-19 a los usuarios del transporte público.
2. Equipar a las unidades de transporte público con medidas sanitarias, como gel, termómetro para la toma de temperatura de los pasajeros, tapete sanitizante, separadores de acrílico para promover la sana distancia entre asientos (1.5 metros entre cada pasajero).
3. Sanitización constante de las unidades de transporte público.
4. Verificación sanitaria permanente a los operadores del transporte público para dar seguimiento a su estado de salud.

No obstante, las medidas no han sido efectivas dado que tan sólo hasta el 31 de agosto de 2020, 478 choferes, trabajadores administrativos y líderes de las rutas de transporte público en el Estado de México, se contagiaron de este virus (Secretaría de Salud del Gobierno Federal, 2020).

El presente análisis general muestra que estas medidas no han sido ni efectivas por parte de los concesionarios y operadores del transporte público, aunado a que aún existe desconocimiento o falta de credibilidad por parte de la población, sobre la existencia de la COVID-19.

Conclusiones

El transporte público es una de las problemáticas más representativas en el ámbito urbano. El caso del problema de la movilidad urbana que enfrenta el Estado de México y en particular, la ciudad de Toluca como su capital, hace necesario replantear las nuevas estrategias que se deben implementar en el transporte público bajo esta nueva normalidad generada por la pandemia de la COVID-19, retos que la ciudad deberá enfrentar en el mediano y largo plazo.

También es cierto que todo está en constante cambio y con problemas como la pandemia son cambios más radicales a los cuales la población debe estar preparada para ser resiliente y adaptarse a los cambios que vengan, ya sea en las formas de trabajo o en la forma de desarrollar e implementar estrategias que mucha falta hacen a las ciudades.

La pandemia de la COVID-19 ha provocado factores que alteran el cambio de patrones y estilos de vida al momento de hacer uso del transporte público. Si bien se analizaron algunas de las estrategias que implementó el gobierno federal a través de la Secretaría de Salud, en mayo de 2020 no han sido efectivas, al menos para el caso del Estado de México, por lo que se requieren implementar.

Se realizó el análisis de las medidas sanitarias que se debieron haber implementado a partir de los efectos de la pandemia de COVID-19, por lo que el objetivo del trabajo se cumplió porque el análisis permitió destacar los principales aspectos del trabajo y la importancia de este tipo de investigación es que generan interés por tomar en cuenta las recomendaciones del gobierno, pero además preguntarnos si en realidad detrás de eso existe un plan con estrategias fundamentadas en un objetivo alcanzable dejando de lado los intereses propios y velar por el bienestar de la sociedad.

Algunas recomendaciones para hacer más efectiva la estrategia para el uso de transporte público en el mediano y largo plazo para el uso del transporte público en la ciudad de Toluca bajo esta nueva normalidad sería, en primer lugar, buscar capacitación para los choferes del transporte público en la que se les demuestre el valor del trabajo que están realizando, además de la responsabilidad que tienen al mantener sus unidades de transporte en buen estado, sanitizadas y sobre todo ser tajantes con el uso de cubrebocas tanto de choferes como de usuarios (tomando en cuenta que los gastos que esto implica deben ser absorbidos por los concesionarios y choferes del transporte público); en segundo lugar, la creación de un plan en el que se incluya exclusivamente el transporte público y usuarios para la generación de una serie de estrategias que permita cuidar el número de contagios de la COVID-19 dentro de las unidades de transporte público.

Referencias

Ardila-Gomez, A. (2012). Public transport in Latin America: View from the World Bank. Recuperado de: http://www.brt.cl/wp-content/uploads/2012/06/AAG-Public-Transportin-Latin-America-a-view-from-the-World-Bank.pdf [Consultado el 25 enero de 2021].

Ayuntamiento de Toluca. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal de Toluca–2016-2018*. Recuperado de: http://187.174.218.158/sitios/transparencia/datos/fraccion%20IX/actividades/Plan%20de%20Desarrollo%20Municipal%20de%20Toluca%202016-2018.pdf?iframe=true&width=100%&height=900

Banister, D. (1985). Rural transport and planning: a bibliography with abstract. Mansell, 345.

Banco de Desarrollo de América Latina (BDAL). (2011). *Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina.* Ciudad de Panamá.

CAF. (2010). *Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina. Corporación Andina de Fomento.* Recuperado de: http://publicaciones.caf.com/media/1130/0.pdf [Consultado el 25 de enero de 2021].

Cervero, R., Kang, C. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. Transport Policy 18 (1), pp. 102-116.

Cruz, J. (2018). Diagnóstico del transporte público de pasajeros en la ruta Toluca-Metepec línea ATR. Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de: https://www.redalyc.org/jatsRepo/401/40156035008/html/index.html#redalyc_40156035008_ref24

De la Torre, A. *et al.* (2009). Low carbon, high growth: Latin American responses to climate change. An overview. World Bank: Washington, DC.

Espinosa, E. (2016). *La planeación en los sistemas de transporte público como base de la movilidad urbana: caso de estudio del municipio de Zinacantepec*. Estado de México. Toluca: UAEMéx.

Estupiñan, N. *et al.* (2018). Transporte y desarrollo en América Latina. 1 (1). Banco de Desarrollo de América Latina.

Fay, M. *et al.* (2017). *Rethinking infrastructure in Latin America and the Caribbean: Spending better to achieve more*. World Bank: Washington, DC.

Fisher, M. (1987). Travel-demand modelling: A State of the Art Review. *European Science Foundation*, 171-186.

González, M. (2007). *Los medios de transporte en la ciudad. Un análisis comparativo. Ecologistas en acción*. Recuperado de: https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_Cuaderno_2_Comparativa_medios.pdf

Illich, I. (1973). Energy and Equity. *Ciudades para un Futuro más Sostenible*. Recuperado de: http://habitat.aq.upm.es/boletin/n28/aiill.html

Infralatam. (2018). Transport. Recuperado de: http://en.infralatam.info/data-views/227373/transport/

ITDP y Centro EURE. (2012). *Planes Integrales de Movilidad: lineamientos para una movilidad urbana sustentable*. México: ITDP.

Nijkamp, P. y Reichmann, S. (1987). Transportation planning in an achanging world. *European Science*, 292.

ONU. (2011). World urbanization prospects: The 2011 revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs.

Pazos, E. (2016). The importance of public transport in Latin America. *Intelligent Transport*. Recuperado de: https://www.intelligenttransport.com/transportarticles/19098/importance-public-transport-latin-america/ [Consultado el 25 enero de 2021].

Pozueta, J. (2005). Situación y perspectivas de la movilidad en las ciudades. Visión general y el caso de Madrid. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 0 (45). Recuperado de: http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/260/255

SENERMEX. (2013). Análisis Costo-Beneficio: Proyecto: Construir el tren interurbano México-Toluca 1era etapa. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Recuperado de: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTFM/Proyectos_Pasajeros/Mex-Tca/ACB_Mex-Tca.pdf

UITP. (2015). World metro figures, statistics brief. International Association of Public Transport.

UN-Habitat. (2012). The state of Latin American and Caribbean sities 2012: Towards a new urban transition. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

Vasconcellos, E. y Mendonça, A. (2016). CAF Observatorio de Movilidad Urbana: Informe 2015-2016. Banco de Desarrollo para América Latina. Recuperado de: http://scioteca.caf.com/

Velasquez, C. (2015). *Espacio Público y Movilidad Urbana*. Universidad de Barcelona.

Yañez-Pagans, P., *et al.* (2018). Sistemas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: Lecciones y retos. Argentina: INVEST.

WRI, Brazil Ross Center for Sustainable Cities. (2018). Global BRT Data. World Resources Institute BRT, Data Project. Recuperado de: https://brtdata.org/

TERCERA PARTE

DESAFÍOS FRENTE A LA PRESIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

TRANSFORMACIONES POR CAMBIOS DE USOS DEL SUELO EN EL PARQUE OTOMÍ MEXICA DEL ESTADO DE MÉXICO Y SU EFECTO SOBRE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo[*]
Luis Miguel Espinosa Rodríguez[*]
Daniel Villegas Martínez[*]
Brenda Yazmín Reza Curiel[*]

Resumen

El objetivo de este estudio es identificar y caracterizar las transformaciones que se han presentado en el territorio del Parque Otomí Mexica, derivadas de los cambios de uso del suelo en esta área natural protegida del Estado de México, la cual debido a su ubicación entre dos grandes zonas metropolitanas, la de la Ciudad de México y la de la ciudad de Toluca, se encuentra sometida a intensas presiones demográficas, económica y sociales, lo que disminuye su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos como captura de carbono, liberación de oxígeno y un sano entorno ante la pandemia de COVID-19.

La identificación, ubicación y análisis espacial de los cambios de uso del suelo y vegetación, se realizó mediante el uso y análisis de los mapas de cambios de uso del suelo y vegetación, imágenes de satélite y recorridos sistematizados de campo. Las áreas del territorio que presentaron cambios durante el período de análisis fueron examinadas mediante una imagen de satélite SENTINEL 2 de 2018; a partir de la aplicación de técnicas fotointerpretación se realizó una clasificación de los principales procesos de transformación (conversión, modificación y fragmentación), que permitieron determinar la extensión territorial que ocupan los procesos de transformación en el área natural protegida.

Posteriormente, se realizaron recorridos de campo por las áreas clasificadas con procesos de transformación, con observación directa y el uso de cartografía con información sobre los procesos de transformación, se logró realizar una segunda clasificación que consistió en identificar y ubicar espacialmente las principales

* Universidad Autónoma del Estado de México: jggc1321@yahoo.com.mx | geo_luismiguel@hotmail.com | geo¬morf@hotmail.com | brenda_reza@hotmail.com

actividades que se realizan dentro de las áreas identificadas. Mediante el *software ArcGis 10.5*™ se realizó una reclasificación y cuantificación de las áreas que presentan procesos de transformación y las actividades que los detonan y propician los cambios de uso del suelo y vegetación en el área administrativa del parque.

Palabras clave: área natural protegida, cambios de uso del suelo, Parque Otomí Mexica, servicios ecosistémicos, transformaciones.

Abstract

The study aims to identify and describe the transformations at the territory of the Otomi Mexica Park a reserved natural area of the State of Mexico. Such preserved area has experienced land use changes; mostly explained due to the closeness to two large Metropolitan areas: Mexico City and Toluca City. The demographic, economic and social pressures cause forest and consequently alter the capacity to offer eco-systemic services such as carbon capture, oxygen release and healthy environment in the face of the Covid-19 pandemic.

The identification, location and spatial analysis of changes in land use and vegetation was carried combining satellite images and systematized field trips. The areas of the territory that presented changes during the analysis period were examined using a SENTINEL 2 satellite image from the year 2018, based on the application of photointerpretation techniques for the generation of thematic cartography of land use. With the thematic maps an analysis of changes in land use and vegetation, and the classification of the main transformation processes (conversion, modification and fragmentation), the territorial extension occupied by the transformation processes in the protected natural area was calculated.

Subsequently, field trips were carried out through the areas classified with transformation processes, with direct observation and the use of cartography with information about the transformation processes, a second classification was made that consisted of identifying and spatially locating the main activities that were carried out performed within identified areas. Using the ArcGis 10.5TM software, a reclassification and quantification of the areas that present transformation processes and the activities that trigger them and lead to changes in land use and vegetation in the administrative area of the park were performed.

Keywords: changes in land use, eco-systemic services, Otomi Mexica Park, protected natural area, transformations.

Introducción

Los más de 27 millones de personas que habitan las metrópolis de la Ciudad de México y la ciudad de Toluca están ocasionando la demanda de nuevos espacios para satisfacer las necesidades de vivienda, establecimientos industriales, centros comerciales, espacios recreativos, así como la apertura de zonas agrícolas y de pastoreo para la producción de alimentos, destinados a los asentamientos humanos que convergen con el territorio administrativo del Parque Otomí Mexica. Su ubicación estratégica está generando procesos de cambio de usos del suelo, los cuales impactan de forma negativa sobre los componentes y funciones del parque, trayendo consigo, pérdida de biodiversidad de flora y fauna, contaminación hidrológica y de suelos; todos ellos servicios ecosistémicos vitales para el desarrollo local y regional de los asentamientos humanos.

Los estudios realizados en el contexto geográfico de esta Área Natural Protegida (ANP) no han incorporado dentro de sus objetivos de estudio fundamentos teóricos y jurídicos que permitan el diseño e instrumentación de actividades vinculadas con el desarrollo sustentable, que pudiesen contrarrestar los problemas ambientales y socioculturales, que se manifiestan al interior del área administrativa del parque. Algunos de los estudios realizados sobre el parque son los programas de conservación y manejo; y el análisis funcional del sistema de áreas naturales protegidas del Estado de México. En ellos se hace referencia del parque como un sistema complejo, sin embargo, no existen antecedentes que promuevan la sistematización teórica y jurídica para el estudio integral de esta ANP, que lo encaminen hacia la sustentabilidad. Y al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en particular el Objetivo 15 que postula: "Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad" (Naciones Unidas, 2018).

Antecedentes

La preservación del ambiente en México ha tenido varias etapas, producto de las dinámicas socioculturales y políticas internas, así como debidas a la influencia de las tendencias de protección al ambiente desde proyectos internacionales (CMAP, 2000).

Actualmente en México existen 182 ANP de carácter federal que cubren más de 90 millones de hectáreas, y que constituye 10.78% del territorio nacional terrestre y 22.05% del territorio marítimo nacional. Las ANP están administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y están agrupadas en siete categorías: *a)* Reservas de la Biosfera, *b)* Parques Nacionales, *c)* Monumentos Nacionales, *d)* Áreas de Protección de Recursos Naturales, *e)* Áreas de Protección de Fauna y Flora, *f)* Santuarios, y *g)* Parques y Reservas Estatales (Conanp, 2016).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que en México no sólo existen ANP administradas por la federación, también existen áreas naturales protegidas estatales, áreas comunitarias protegidas y áreas protegidas privadas, administradas por gobiernos estatales, grupos sociales y propietarios (Castañeda, 2006). No obstante, de estas dos últimas no se tiene una cuantificación exacta, ya que cada entidad estatal y municipal registra, regula y administra bajo sus propios criterios políticos, ambientales, sociales e institucionales (Conabio, 2018).

En el Estado de México, actualmente se tienen registradas ante el gobierno estatal 97 ANP, divididas en nueve categorías, *a)* Parques Nacionales; *b)* Parques Estatales; *c)* Parques Municipales; *d)* Reservas Ecológicas Federales; *e)* Reservas Ecológicas Estatales; *f)* Área de Protección de Flora y Fauna; *g)* Área de Protección de Recursos Naturales; *h)* Parques Urbanos; *i)* Parques Sin Decreto. Estas ANP son administradas por la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (Cepanaf), organismo público descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (Cepanaf, 2016).

En el Estado de México, el Área Natural Protegida Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa, denominado Parque Otomí-Mexica del Estado de México, es el ANP con mayor extensión territorial dentro del territorio estatal (105 875 has). Su territorio divide la Zona Metropolitana del Valle de México, de la Zona Metropolitana del valle de Toluca y Cuernavaca. El Parque Otomí-Mexica fue decretado el día 8 de enero de 1980, bajo las consideraciones del Ejecutivo del Estado. Las particularidades biofísicas y socioculturales que dieron soporte al decreto

del parque se encuentran publicadas en la Gaceta de Gobierno, en el tomo CXXIX, número 4, sección tercera.

Después de 29 años del decreto del parque, se elaboró su primer Programa de Conservación y Manejo; documento en el que se estableció una zonificación ambiental, mediante cuatro políticas de manejo: aprovechamiento, conservación, protección y restauración. Para cada una de ellas se especificaron las actividades permitidas, supervisadas y restringidas, que se permite desarrollar para asegurar la continuidad de los procesos socioambientales al interior del límite administrativo del ANP (EcoCiencia, 2009).

Durante 2016, el Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México (Cocigem), en coordinación con la Cepanaf, realizaron la actualización del Programa de Conservación y Manejo, quedando institucionalizado este documento con el nombre de Programa de Manejo. En este instrumento quedó establecida la actualización espacial de las políticas de manejo (aprovechamiento, conservación, protección y restauración) y las actividades que se permiten desarrollar en cada una de ellas, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibro Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (R-LEGEEPA-ANP), el Libro Segundo del Código de la Biodiversidad del Estado de México y el Decreto del Parque Otomí-Mexica del Estado de México (Cepanaf, 2016 y Juan *et al.,* 2017).

Sin embargo, durante el desarrollo del Programa de Manejo, se observó que no existe una metodología establecida para el diseño, análisis y representación espacial de las políticas de manejo, ya que éstas se establecieron mediante métodos de fotointerpretación sobre imágenes de satélite, sin considerar las variables especificadas dentro de la legislación ambiental mexicana en materia de áreas naturales protegidas. Con base en esta problemática se establecieron las bases de una aproximación teórica y metodológica para el estudio integral de las áreas naturales protegidas desde el campo de estudio de las Ciencias Ambientales; y que busca el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el Objetivo 15 que postula: proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres (ONU, 2018).

Para llevar a cabo este objetivo, fue necesario el desarrollo e instrumentación de las siguientes fases: inicialmente el análisis, selección y descripción de los postulados de las escuelas del pensamiento, teorías y bases jurídicas, orientadas hacia el estudio sistémico e interdisciplinario de los componentes ambientales, socioculturales y jurídicos en territorios decretados como áreas naturales protegidas. Posteriormente se

establecieron las fases metodológicas, métodos, técnicas de investigación, herramientas e insumos geotecnológicos utilizados durante el desarrollo de la investigación. Finalmente se describen los resultados obtenidos y orientados hacia el estudio integral de territorios bajo protección ambiental en México.

Aspectos teóricos

Desde la Geografía ambiental y sistémica, la interdefinibilidad es la principal característica de un sistema complejo, ya que los componentes naturales o socioculturales que conforman un territorio no se pueden estudiar de manera aislada, debido a que la modificación de alguno de ellos actúa como una cadena que va repercutiendo en el funcionamiento de todo el sistema (Von Bertalanffy, 1950 y 1968; Mesarovic, 1964; García, 1981 y 2006; Arnold y Osorio, 2008). Bajo esta perspectiva de análisis, para determinar el estado actual de un territorio y sus componentes, es de vital importancia considerar algunas características como la ubicación geográfica y delimitación del territorio que se va a analizar.

Desde el enfoque geográfico integral, esta actividad se puede realizar bajo los principios teóricos de la geografía: localización, explicación, relación, comparación y evolución. Dentro de las ciencias geográficas estos principios son normas que permiten realizar una investigación eficiente sobre hechos y fenómenos que se desarrollan dentro de la esfera geográfica (Ratzel, 1909; La Blache, 1922; Von Humboldt, 1874; Rapoport, 1953 y Brunhes, 1910).

Al analizar un territorio como un sistema, es importante definir la escala de análisis, ya que ésta puede ser considerada desde la totalidad del planeta, hasta el análisis de un sitio a nivel de localidad. Esta visión de carácter espacial brinda la posibilidad de estudiar la realidad como un todo y de allí como un sistema; y es una cuestión fundamental cuando se buscan soluciones concretas y pertinentes desde un enfoque espacial (Miller y Page, 2007). En este sentido, la TSC busca analizar la realidad desde dos aspectos, uno al abordar la estructura de la realidad como base empírica, y otro al brindar claridad al proceso de construcción del conocimiento epistemológico (García, 2000 y 2006).

Es claro que las bases de la TSC pueden ser aplicadas desde ambas perspectivas, por un lado se busca analizar y describir la estructura actual de los territorios como

un sistema complejo , ya que éstos se encuentran inmersos en un ambiente, donde la interacción entre sus componentes pueden afectar su rendimiento y funcionamiento; y por el otro, se busca contribuir al conocimiento científico, a través de la formulación e instrumentación de aproximaciones teóricas y metodológicas a partir de los datos que nos proporciona la realidad observable, como datos que pueden ser interpretados por el observador; y los hechos como el origen de lo observable (Morin, 1990; Buzai, 2014).

Lo que resulta importante de esta perspectiva es que se aborda la realidad como una estructura que pertenece a una totalidad seccionada del medio (sistema), es decir, una realidad formada por niveles de organización semiautónomos (subsistemas), que tienen una organización jerárquica y funciones específicas, además de que interactúan entre sí (García, 2006).

Desde el enfoque geográfico, partir de las interrelaciones que existen entre los componentes ambientales y sociales de un territorio se cumple una serie de funciones: regulación, producción e información; y adicionalmente se perciben los diversos servicios ambientales: regulación, alimentos, recreación e investigación, que permiten el desarrollo social de las poblaciones inmersas en los ambientes; y también de aquellas que se encuentran ubicadas en territorios adyacentes. De ahí la importancia de estudiar las interrelaciones que existen entre los componentes de un territorio (Buzai, 2014; Villatoro, 2017).

Metodología

Área de estudio

El Área Natural Protegida Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa, denominado Parque Otomí Mexica del Estado de México, se encuentra ubicado en el contexto geográfico del centro de México. Sus coordenadas geográficas extremas son: 18°59’ 59.57’’–19°45’ 19.34’’ de latitud norte y 99°20’ 21.75’’–99°32’ 01.41’’ de longitud oeste. Tiene una superficie aproximada de 105 875 hectáreas, distribuidas espacialmente en 16 municipios del Estado de México (Cepanaf, 2018).

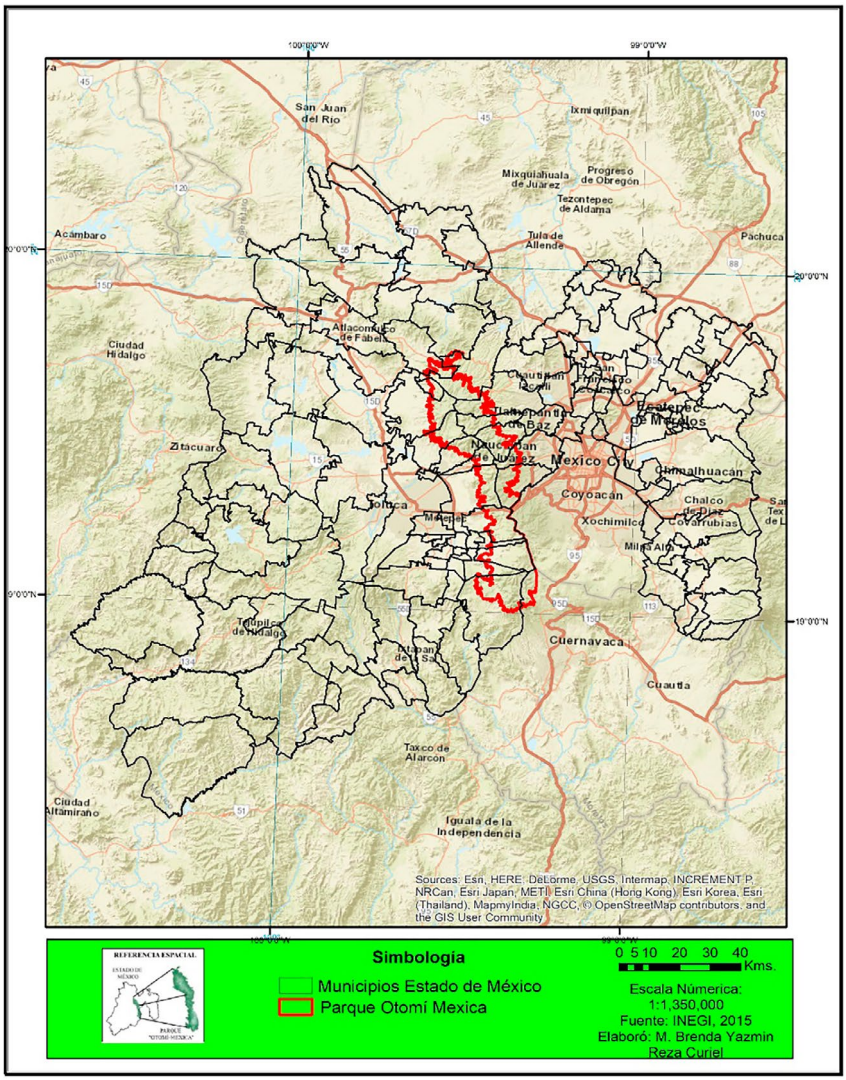
El Parque Otomí-Mexica del Estado de México está actualmente constituido por una longitud aproximada de 85 kilómetros arriba de la cota de 2 800 msnm, territorio formado principalmente por una cadena montañosa, que comprende desde el Macizo

de Zempoala, la Sierra de Ocuilan, Xalatlaco, estribaciones del Ajusco, Sierra de las Cruces, Sierra de Monte Alto, hasta la Sierra de la Bufa; el objetivo principal de esta delimitación es: conservar y mejorar la riqueza que representan los ecosistemas inmersos en el territorio del parque (Cepanaf, 2009) (ver figuras 1 y 2).

Procedimientos metodológicos

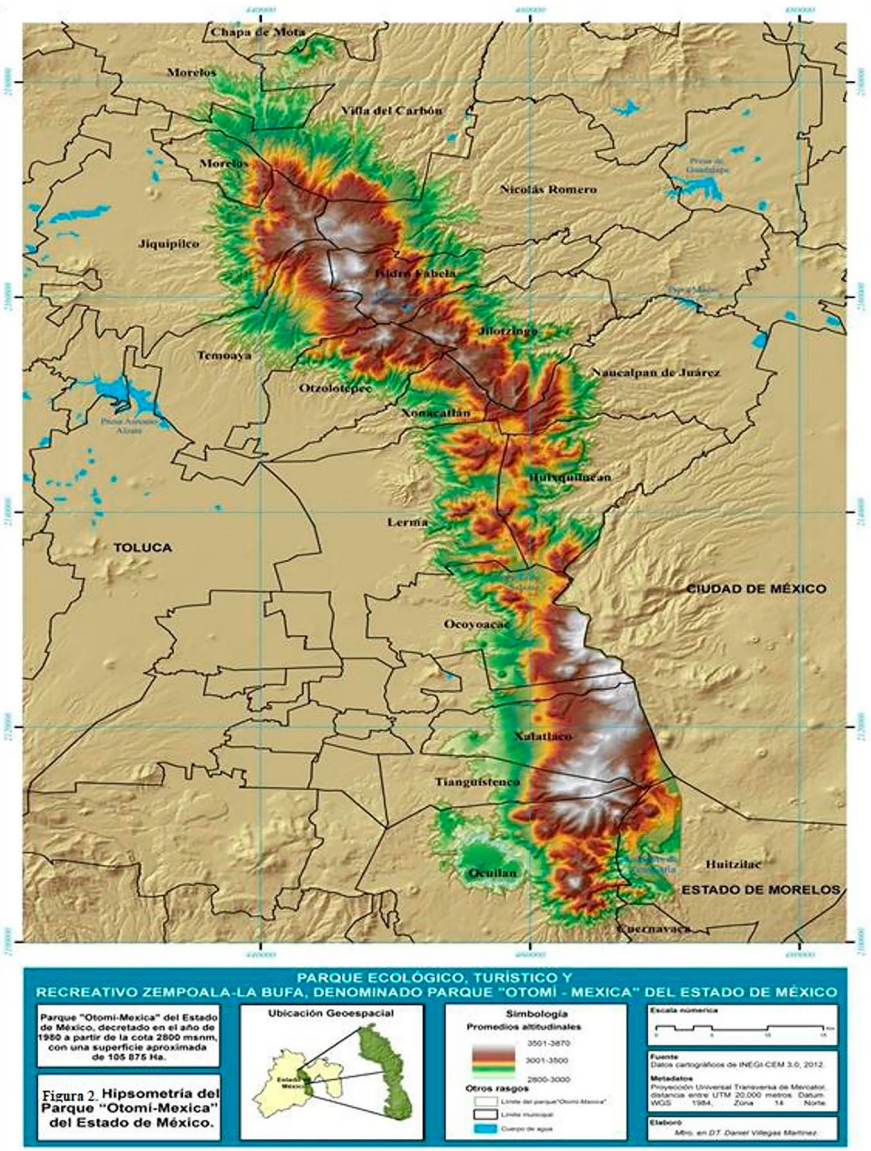
La identificación, ubicación y análisis espacial de los principales procesos y actividades de transformación que detonan los cambios de uso del suelo y vegetación en el Parque Otomí Mexica, se realizó mediante el uso y análisis de los mapas de cambios de uso del suelo y vegetación, imágenes de satélite y recorridos sistematizados de campo. Las áreas del territorio que presentaron cambios durante el periodo de análisis fueron examinadas mediante una imagen de satélite SENTINEL 2 del año 2018, a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación para el uso de suelo en el que se aplicó la combinación (8, 11, 4). Se realizó una clasificación de los principales procesos de transformación (conversión, modificación y fragmentación) y se representaron cartográficamente para obtener datos cuantitativos, que permitieron determinar la extensión territorial que ocupan los procesos de transformación en el ANP.

Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Otomí-Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Hipsometría del territorio administrativo Parque Otomí-Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

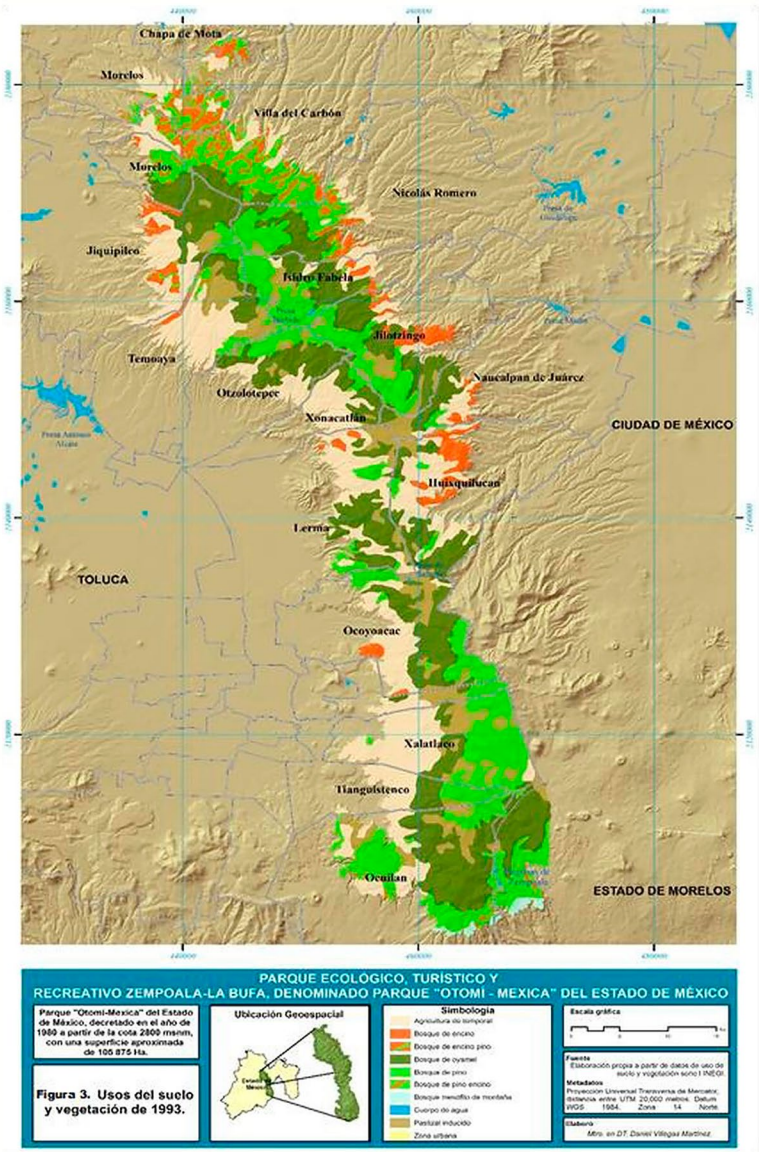
Posteriormente, se realizaron recorridos de campo por las áreas clasificadas con procesos de transformación: conversión, modificación y fragmentación. Por medio de la aplicación del método de observación directa y el uso de cartografía con información sobre los procesos de transformación, se logró realizar una segunda clasificación que consistió en identificar y ubicar espacialmente las principales actividades que se realizan dentro de las áreas identificadas con procesos de trasformación. Seguido a esta actividad, mediante el *software ArcGis 10.5*™ se realizó una reclasificación y cuantificación de las áreas que presentan procesos de transformación y las actividades que los detonan y propician los cambios de uso del suelo y vegetación en el área administrativa del parque.

Resultados y discusión

De acuerdo con los datos obtenidos de la caracterización integral del territorio, la aplicación y análisis del método FODA, los recorridos de campo y el desarrollo y generación de información cartográfica, se infiere que una de las principales causas que genera el deterioro ambiental son los procesos de cambio de uso de suelo y vegetación. A continuación de describen estos procesos que se manifiestan al interior del territorio del ANP.

Derivado de la modelación y representación cartográfica del territorio del ANP, se obtuvieron los mapas de usos del suelo y vegetación de 1993 y 2018 (ver figuras 3 y 4). En estos mapas se representan diez ecosistemas, uno de ellos de carácter antrópico (asentamiento humano) y un agroecosistema (agricultura). Se observa en la tabla 1, que los bosques de pino, oyamel, encino, pino-encino, encino-pino y mesófilo de montaña, son los ecosistemas naturales que cubren más de 60% de la superficie total del ANP para 2018, mientras que la cobertura agrícola para ese mismo año ocupaba un poco más de 30% del área.

Figura 3. Uso del suelo y vegetación en el territorio administrativo Parque Otomí Mexica del Estado de México,1993



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Superficie terrestre que ocupan las coberturas de uso de suelo y vegetación en el territorio administrativo Parque Otomí Mexica del Estado de México, durante 1993 y 2018

Nombre de la cobertura	Superficie en has (2003)	Superficie en has (2018)	Pérdidas	Ganancias
Agricultura de temporal	27 147	32 081	---	4 934
Bosque de encino	3 769	4 254	---	485
Bosque de encino-pino	2 894	3 418	---	524
Bosque de oyamel	31 741	30 975	766	---
Bosque de pino	22 942	20 806	2 136	---
Bosque de pino-encino	6 327	5 774	553	---
Bosque mesófilo de montaña	500	397	103	---
Cuerpo de agua	58	58	---	---
Pastizal inducido	10 488	8 098	2 390	---
Asentamientos humanos	8	15	---	7
Total	**105 875**	**105 875**	**5 948**	**5 950**

Fuente: Elaboración propia.

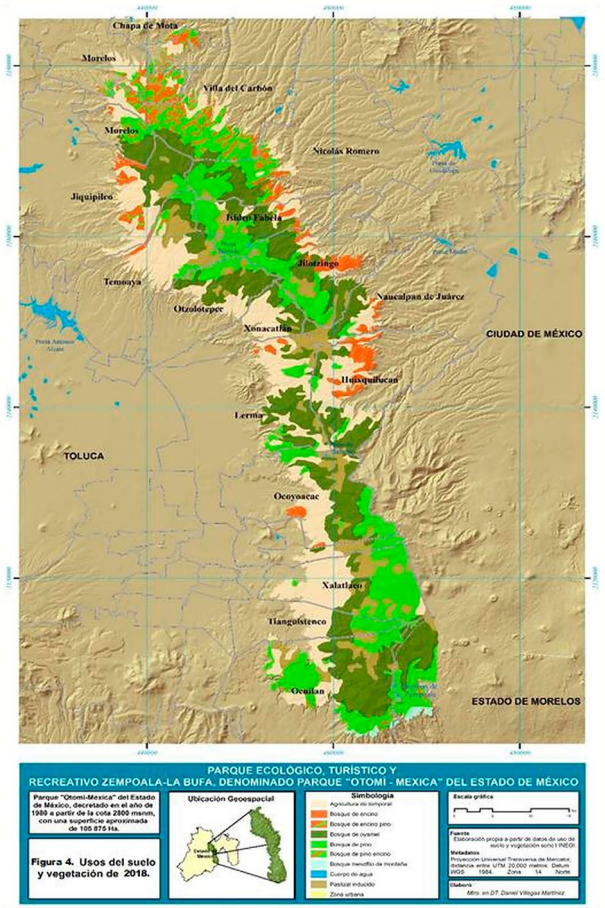
Por su parte, los asentamientos humanos ocupan menos de 1% del total de la superficie del parque, sin embargo, es relevante que los asentamientos humanos presentes en el ANP están constituidos principalmente por caseríos dispersos, motivo por el cual su representación cartográfica resultó compleja, por lo que el área obtenida y representada cartográficamente corresponde a los asentamientos humanos de carácter urbano.

Para el análisis geoespacial de los principales procesos de transformación que detonan los cambios de uso del suelo y vegetación, durante el trabajo de campo realizado por los diferentes ambientes que conforman el espacio geográfico del ANP y de la aplicación de las técnicas de trabajo de campo, observación directa y participativa, se identificaron y clasificaron los procesos y actividades de transformación que detonan el cambio del uso del suelo; éstos son conversión, modificación y fragmentación, los cuales reducen la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios ecosistémicos, y el incumplimiento de los ODS (tabla 2 y figura 5). Como resultado de la aplicación del método de matriz de cambios y modelación cartográfica dentro del módulo *Land Change Modeler* del *software ISIDRI Selva*,

se obtiene como resultado la figura 5, en la que se representan cartográficamente en color rojo las áreas del ANP que han sufrido algún proceso de transformación durante el período de análisis 1993-2018.

En la figura 5 se observa que los procesos de fragmentación cubren la mayor parte de la superficie terrestre del ANP, aproximadamente 9 982.21 hectáreas, seguido por los procesos de conversión que ocupan 7 626.07 hectáreas y los procesos de modificación representan una extensión territorial de 648.03 hectáreas.

Figura 4. Uso del suelo y vegetación en el territorio administrativo Parque Otomí Mexica del Estado de México, 2018



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Procesos de trasformación en el territorio administrativo Parque Otomí-Mexica del Estado de México

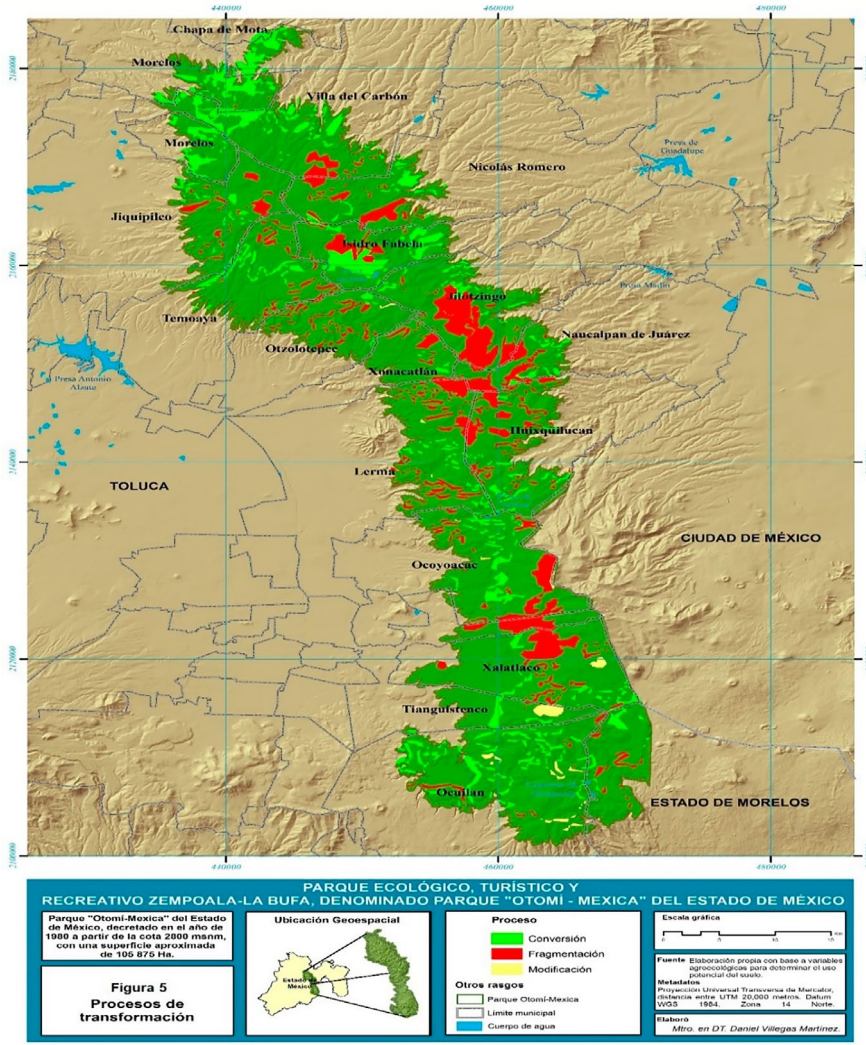
Proceso de transformación	Actividad	Afectación sobre el entorno natural del ANP
Cambio de uso del suelo y vegetación en el Parque Otomí Mexica	Se analizó el cambio de uso de suelo y vegetación para los años 1993 y 2018 mediante los mapas de cambios de uso del suelo y vegetación, imágenes de satélite y recorridos sistematizados de campo. Las áreas del territorio que presentaron cambios durante el periodo de análisis, fueron examinadas mediante el tratamiento digital de dos imágenes de satélite multiespectrales, la primera una SPOT 2 del año 1993 y la segunda una SENTINEL 2 del año 2018, a partir de técnicas de fotointerpretación (color, tono, forma, textura y geometría), para determinar que la modelación geoespacial se comporte de manera viable con la estructura real del territorio, para lo cual se aplicó la combinación (8,11,4).	Los procesos que afectan al cambio de coberturas del suelo dentro del parque son los siguientes: conversión, transformación y fragmentación. De acuerdo con la descripción de las imágenes SPOT 2 para 1993 y SENTINEL 2 para 2018 se muestra el realce en tonos naranjas para los cultivos, en color café se destaca la cobertura de bosques densos y en azul claro los territorios artificializados. La combinación (8, 11, 4) resalta la humedad del suelo, haciendo más representativas las diferentes coberturas de la tierra, por lo general el suelo húmedo se observa más oscuro.
Conversión	Agricultura.	Desmonte de la cobertura original de vegetación.
	Deforestación (Tala).	Extinción local de especies y pérdida de ciclos naturales (biogeoquímico).
	Asentamiento humano.	Pérdida de componentes naturales.
	Manejo y aprovechamiento forestal sustentable.	Apertura de brechas y caminos para la extracción de especies forestales permitidas y no permitidas.

Continúa

	Ganadería.	Pérdida de los estratos vegetales arbustivo y herbáceo, por sobre pastoreo.
	Turismo.	Desmonte de la cobertura original de vegetación, para expandir las áreas de recreación.
Modificación	Reforestación.	Reducción de especies vegetales y animales nativas.
	Extracción de recursos forestales y no forestales (comercio).	Disminución en cuanto a la disposición de recursos naturales.
	Extracción de recursos forestales y no forestales (autoconsumo).	Disminución en cuanto a la disposición de recursos naturales.
	Incendios.	Cambios en la composición original de los ecosistemas.
Fragmentación	Deforestación	Apertura de brechas para la extracción de especies arbóreas.
	Apertura y mantenimiento de vías de comunicación.	Apertura de brechas y caminos que dividen los ecosistemas naturales.
	Apertura y mantenimiento de redes de servicios (luz y agua).	Apertura de brechas y caminos que dividen los ecosistemas naturales.
	Agricultura de montaña.	Erradicación de los estratos arbustivos y herbáceos.
	Pastoreo de ganado.	Pérdida de los estratos vegetales arbustivo y herbáceo, por sobre pastoreo.
	Senderismo.	Permanencia y apertura de brechas que dividen los ecosistemas naturales.
	Brechas cortafuego.	Permanencia y apertura de brechas que dividen los ecosistemas naturales.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Procesos de transformación en el territorio administrativo Parque Otomí-Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

Procesos de conversión

El primer proceso de transformación identificado es la conversión, este fenómeno es el resultado del desarrollo de actividades vinculadas con el crecimiento de los asentamientos humanos, el desarrollo de actividades agrícolas, procesos de deforestación, pastoreo de ganado y actividades turísticas, e incluso por el impulso de actividades vinculadas con el manejo y aprovechamiento forestal sustentable, ya que estas actividades también modifican el estado original de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios ecosistémicos (ver figura 6).

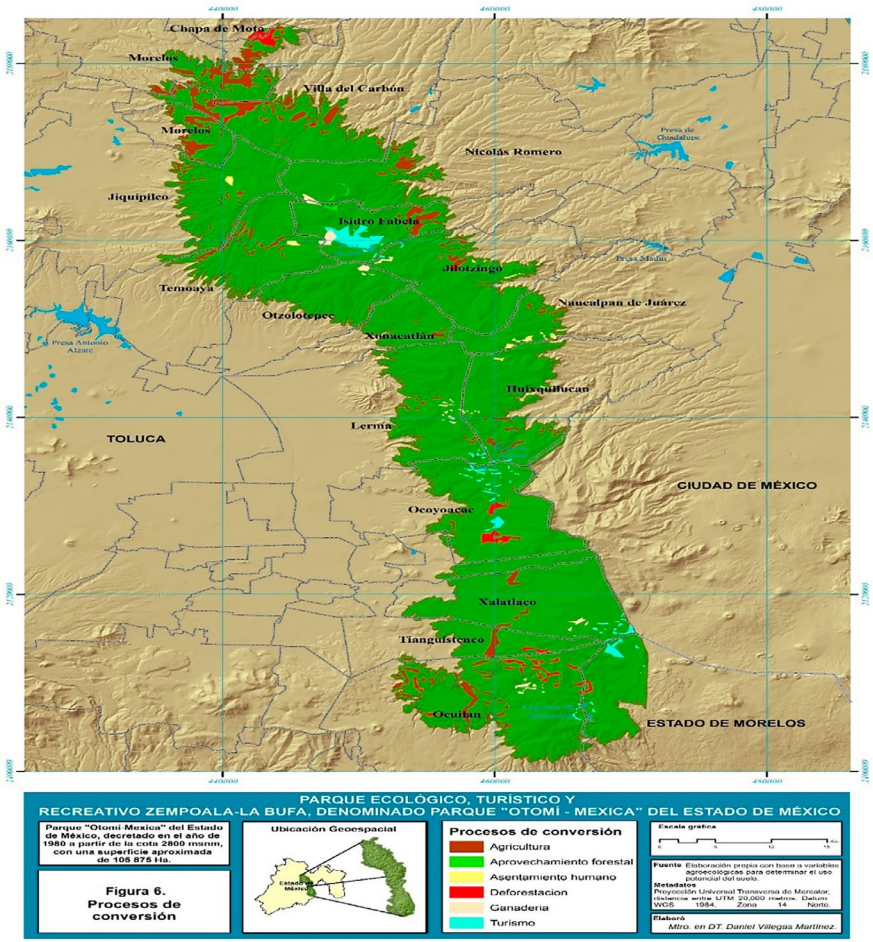
Como parte de las actividades que detonan los procesos de conversión se observa en la tabla 3, que la agricultura es la principal actividad que produce un cambio total en la estructura natural del paisaje, erradicando por completo los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, que componen los ecosistemas de bosque, ocasionando con ello una degradación irreversible de los componentes naturales del territorio y afectando severamente el ciclo biogeoquímico del parque y su capacidad para generar servicios ecosistémicos.

Tabla 3. Superficie que ocupan las actividades relacionadas con los procesos de conversión

Actividad	Área en ha
Agricultura	4 623.76
Aprovechamiento forestal	70.89
Asentamiento humano	270.58
Deforestación	995.69
Ganadería	457.14
Turismo	1 207.99
Total	**7 626.07**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Procesos de conversión y las actividades que los detonan en el territorio administrativo Parque Otomí-Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base a variables agroecológicas para determinar el uso potencial del suelo.

El turismo y sus actividades están en constante crecimiento, esta ANP se ha convertido en uno de los principales proveedores de espacios naturales para desarrollar actividades de ocios por parte de los pobladores de la megalópolis de México. Algunos de los municipios emergentes de actividades turísticas son Isidro Fabela, Xalatlaco, Villa del Carbón y Ocoyoacac; principalmente en áreas conocidas localmente como La Marquesa, El Valle del Silencio, El Valle del Conejo y El Potrero.

En el municipio de Isidro Fabela, a partir de 2014 el derribo de árboles y la apertura de caminos para el arrastre de troncos y acceso de vehículos automotores de gran capacidad, han provocado procesos de conversión, pues en algunos puntos del territorio es evidente que las coberturas arbóreas del bosque de oyamel están presentando alteraciones vinculadas con la disminución de especies arbóreas.

Por su parte, las actividades como la deforestación y el crecimiento habitacional de las localidades urbanas y rurales ubicadas al interior del ANP, están afectando de manera negativa la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; y la reducción de las coberturas vegetales está ocasionando problemas vinculados directamente a modificaciones de los ciclos biogeoquímicos y el ciclo hidrológico, lo que altera los patrones de clima regional.

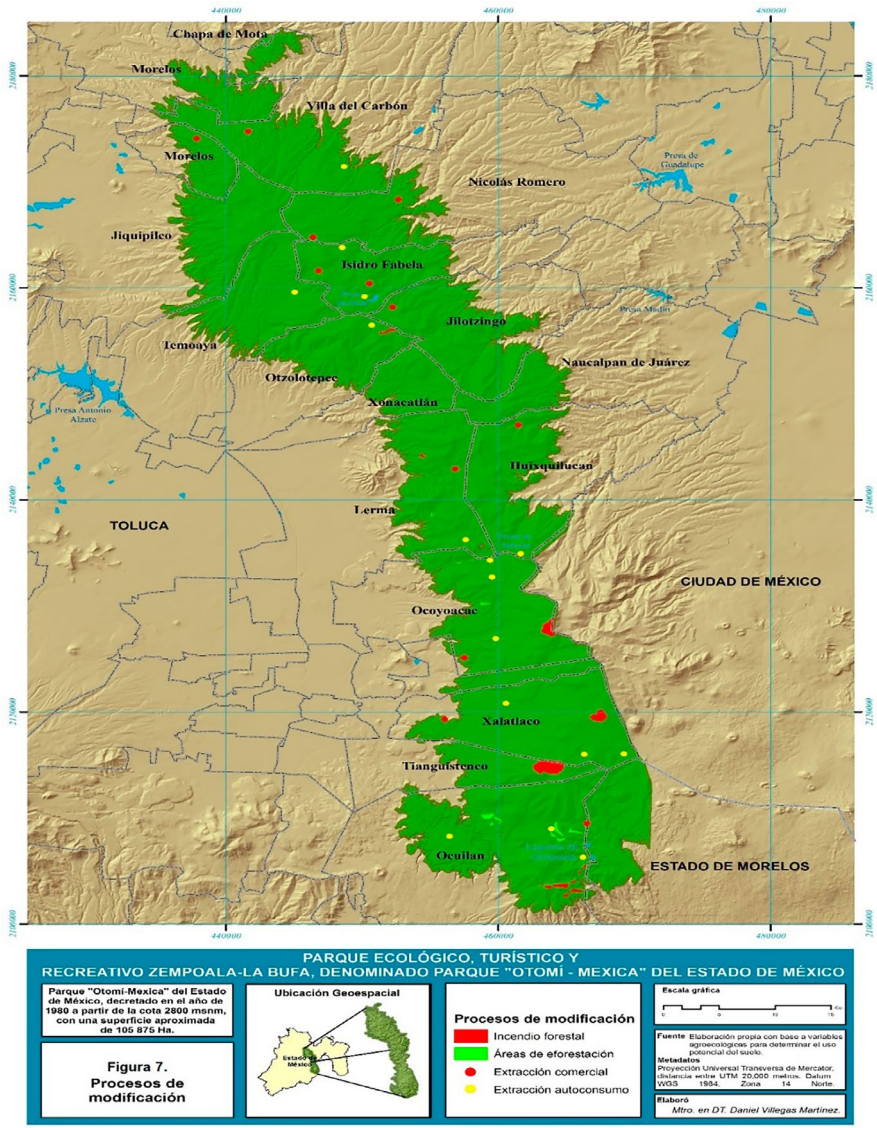
Procesos de modificación

El segundo proceso de transformación identificado es la modificación, debida entre otras causas a la actividad de reforestación que se ha hecho con el uso de especies introducidas de Cedro Blanco (*Cupressus lusitanica*), así como las actividades de extracción de recursos forestales y no forestales con fines comerciales y de autoconsumo. Estas actividades, de acuerdo con los datos cuantitativos obtenidos durante este análisis, han modificado los ambientes locales del parque en un porcentaje relativamente bajo (0.6% del territorio administrativo del ANP). Estas acciones son de vital importancia para el desarrollo económico de las familias campesinas que habitan las localidades rurales del parque.

Los incendios forestales son la principal causa de los procesos de modificación, ya que durante el período de análisis se logró cartografiar un área aproximada de 511 hectáreas modificadas por incendios forestales. En época de estiaje los incendios forestales se presentan en el territorio y contribuyen a la erradicación y desarrollo de especies vegetales, siendo los municipios de Tianguistenco, Ocoyoacac, Ocuilan y Xalatlaco las entidades municipales que mayores pérdidas ecosistémicas reportan a consecuencia de esta perturbación, que favorece al desarrollo de especies vegetales secundarias y animales propios de estos ambientes modificados (Dennis, 2001) (ver figura 7).

En algunos puntos del territorio del parque los procesos que han experimentado las coberturas del suelo en las últimas décadas han permitido el desarrollo de otros fenómenos que contribuyen de manera directa a la degradación ambiental de los ecosistemas; uno de ellos son los procesos de erosión del suelo. Para el caso del territorio del Parque Otomí Mexica, este fenómeno se ha venido desarrollando en las zonas altas de la región donde elementos geográficos permiten el desarrollo de este fenómeno de manera natural; sin embargo, el desarrollo de actividades antrópicas como deforestación, agricultura, pastoreo, actividades turísticas y la extracción de materiales pétreos, especies arbustivas y herbáceas, y la comercialización de tierra de monte para la confección y acondicionamientos de jardines, son algunas de las actividades que han acelerado y expandido el desarrollo de este fenómeno dentro del territorio del parque.

Figura 7. Procesos de modificación y las actividades que los detonan en el territorio administrativo Parque Otomí-Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en variables agroecológicas para determinar el uso potencial del suelo.

La zona ubicada entre los municipios de Huixquilucan, Naucalpan y Xonacatlán es el área de mayor extensión territorial con problemas de erosión (565 hectáreas), debida a la conducción de cableado de las instalaciones eléctricas de alto voltaje; además de la deforestación de ambientes de bosques mixtos de pino-encino.

A partir de los datos obtenidos de las imágenes de satélite SENTINEL 2 de 2018, se observa que otras áreas del parque afectadas por procesos de erosión abarcan unas 785 hectáreas, y se desarrollan principalmente en zonas de pastizales inducidos ubicados a más de 3 200 msnm dentro de los límites administrativos de los municipios de Otzolotepec, Isidro Fabela, Nicolás Romero y Villa del Carbón, donde las pendientes que oscilan entre los 9 y 21°, y su composición geológica está provista de rocas volcánicas del cuaternario, y las temperaturas suelen descender hasta los -6°C en la fase más aguda del invierno (enero). Hidrológicamente se consideran zonas de recarga, ya que los niveles de precipitación media anual superan los 1 300 mm de lluvia, lo que da origen a un número importante de ríos perennes e intermitentes responsables del arrastre y acarreo del suelo hacia las partes bajas del territorio.

Sin embargo, es importante resaltar que además de estas zonas existen otras áreas de menor extensión territorial con problemas de erosión del suelo, ubicadas a lo largo del territorio del ANP.

Procesos de fragmentación

El tercer proceso de trasformación que experimentan las coberturas del suelo dentro del parque está vinculado con los procesos de fragmentación, este fenómeno se desarrolla como consecuencia de las actividades de deforestación de especies arbóreas, apertura y mantenimiento de vías de comunicación, apertura y mantenimiento de redes de servicios de luz y agua, agricultura de montaña, pastoreo de ganado, senderismo y apertura de brechas cortafuego. Actividades que de manera conjunta dividen a los ecosistemas locales e incluso en algunos puntos del ANP estas actividades han llegado a reducir los ambientes nativos en pequeños remanentes que posteriormente se trasforman en zonas agrícolas, áreas de pastizal y espacios de recreación turísticas, pero que reducen la capacidad de generación de servicios ecosistémicos.

En la figura 8 se representan las actividades que detonan los procesos de fragmentación, las cuales se ubican a lo largo del territorio del ANP. Sin embargo, son

las actividades de deforestación las que ocupan mayor extensión territorial (6 258.17 has), ubicadas principalmente dentro de los territorios municipales de Jilotzingo, Xalatlaco, Ocoyoacac y Tianguistenco.

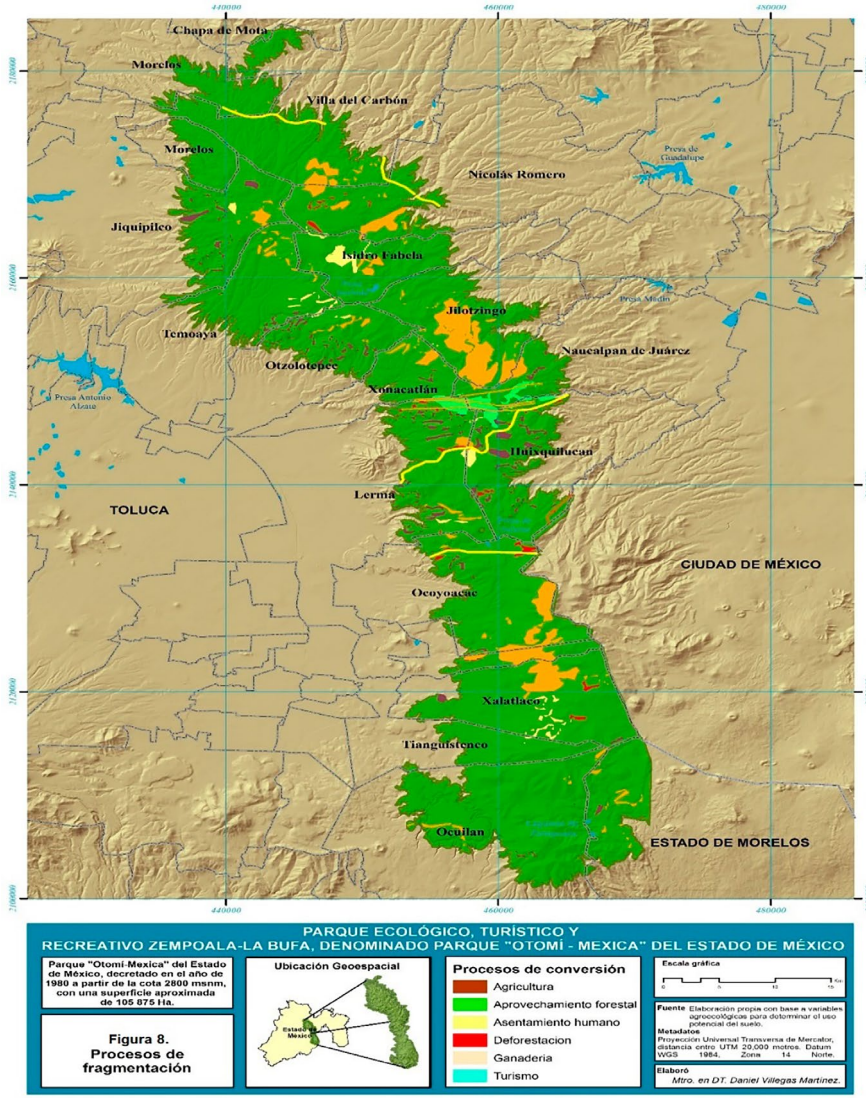
Por su parte, las actividades vinculadas con la apertura y mantenimiento de redes de servicios básicos como electricidad se concentran entre los territorios de Naucalpan, Lerma y Huixquilucan, donde las redes de electricidad se encuentran aglomeradas y son conducidas a través de ecosistemas de pino y oyamel. Esta infraestructura ha ocasionado el derribo de especies arbóreas a lo largo de la red eléctrica para evitar daños o incendios forestales a consecuencia de cortos eléctricos. En la tabla 4 se muestra la superficie ocupada de cada actividad relacionada con los procesos de fragmentación.

Tabla 4. Superficie ocupada por las actividades relacionadas con los procesos de fragmentación

Actividad	Área en ha
Agricultura de montaña	1 532.71
Apertura y mantenimiento de redes de servicio	923.78
Apertura y mantenimiento de vías de comunicación	382.40
Deforestación	6 258.17
Pastoreo de ganado	885.11
Total	**9 982.21**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Procesos de fragmentación y las actividades que los detonan en el territorio administrativo Parque Otomí-Mexica del Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Para el caso de los territorios bajo protección ambiental (ANP), surgen los subsistemas administrativos o jurídicos como parte de una serie de estrategias que buscan regular las interrelaciones entre los componentes del territorio, para dar paso a un desarrollo equilibrado entre la vida no humana y la vida humana, favoreciendo así la generación de servicios ecosistémicos y el cumplimiento de los ODS.

Desde las diferentes perspectivas socioculturales y modelos de desarrollo, las ANP son percibidas bajo diferentes pensamientos: desde las perspectivas de los gobiernos y ONG, son porciones del territorio cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, y cuyas características no han sido esencialmente modificadas. Desde el pensamiento de mercantilización de la naturaleza, Leff (2003) define este proceso como capitalización de la naturaleza, en el cual el sistema capitalista y neoliberal asigna un valor económico en el mercado para los componentes de la biodiversidad.

Ante esta compleja interrelación de componentes territoriales, es importante trabajar en una construcción epistemológica, teórica y metodológica para el estudio integral de áreas naturales protegidas. Los aportes científicos analizan cómo el mundo está constituido de las invenciones y de la cultura humana, y perciben al humano mismo en interacción con la naturaleza; y cómo el mundo actual se compone de la articulación no dualista entre antropo sociedad y naturaleza no antrópica (Leff, 2003; Rodríguez, 2014). Por lo que ante la pandemia del COVID-19 son verdaderas transformaciones e indispensables en nuestra forma de vivir.

Referencias

Arnold, M. y Osorio, F. (2008). La Teoría General del Sistemas y su aporte conceptual a las ciencias sociales. En F. Osorio, *et al.* (Edits.). *La Nueva Teoría Social en Hispanoamérica. Introducción a la Teoría de Sistemas Constructivista*, Toluca: UAEM.

Brunhes, J. (1910). *Principios de geografía humana de Francia*. París.

Buzai, G., (2014). Geografía, Complejidad e Investigación Aplicada. *Boletín de Estudios Geográficos,* 102, pp. 46-66.

Castañeda, J. (2006). Las Áreas Naturales Protegidas de México de su origen precoz a su consolidación tardía. *Scripta Nova,* 10, pp. 218-248.

Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (Cepanaf). (2009). *Programa de Conservación y Manejo Parque Estatal Otomí-Mexica*, Toluca: Gobierno del Estado de México.

Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (Cepanaf). (2016). *Programa de Manejo Parque Otomí-Mexica del Estado de México*, Toluca: Gobierno del Estado de México.

Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (Cepanaf). (2018). Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de http://cepanaf.edomex.gob.mx/areas_naturales_protegidas.

Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP), 2000. Protected Areas. Recuperado de: https://www.iucn.org/es/node/251143

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2018. Bosques templados de México. Obtenido de: https://www.conabio.gob.mx›bosqueTemplado

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). (2016). Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de: http://www.conanp.gob.mx/regionales/

EcoCiencia. (2009). *Programa de Conservación y Manejo del Parque Estatal Otomí-Mexica del Estado de México.* Toluca: Gobierno del Estado de México.

Dennis, R., *et al.* (2001). Impact of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes. Québec: UNEP.

García, R. (1981). *Drought and Man. Nature Pleads Not Guilty*, Oxford United States: Pergamon Press.

García, R. (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos.* Barcelona: Gedisa.

García, R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria.* Barcelona: Gedisa.

Juan, J., *et al.* (2017). *Análisis socioespacial, geográfico, ambiental y ecológico del Parque Otomí-Mexica Estado de México. Serie de Conservación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas del Altiplano Mexicano*. España. Editorial Eumed.

La Blache, P. (1922). *Principios de Geografía Humana.*

Leff, E. (2003). La Ecología Política en América Latina: un campo en construcción. *Sociedade e Estado,* 18 (1/2), pp. 17-40.

Mesarovic, M. (1964). *Views on General Systems Theory.* Proc. IId Systems Symp. Case. Nueva York: Inst. Techn. Wiley.

Miller, H. y Page, S. (2007). *Complex Adaptative Systems. An introduction to computational models of social life.* Nueva Jersey: Princeton University Press.

Morin, E. (1990). *El Método II. La vida de la vida*. Madrid: Cátedra.

ONU. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

Rapoport, A. (1953). Spread of information through a population with sociostructural bias. II. Various models with partial transitivity. *Journal Bulletin of Mathematical Biology.* 15.

Ratzel, F. (1909). *Anthropogeographie, Vol. 1,* Stuttgart.

Rodríguez, L. (2014). Epistemología y política de la metodología interdisciplinaria. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales.* 4 (1), pp. 1-8.

Villatoro, F. (2017). El territorio como sistema complejo. *Estudios Centroamericanos.* 72 (749), pp. 164-176.

Villegas, D. (2020). Manejo sustentable en áreas naturales protegidas, el caso del Parque Otomí Mexica del estado de México. Aproximación teórica y metodológica desde las Ciencias Ambientales. [Tesis]. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.

Von Humboldt, A. (1874). *Atlas géographique et physique du royaume de la Nouvelle Espagne*. Madrid: Gaspar y Roig.

Von Bertalanffy, L. (1950). An Outline of General Systems Theory. *British Journal for the Philosophy of Science.* 1, pp. 139-164.

Von Bertalanffy, L. (1968). *General Systems Theory. Foundations, Development*, Applications.

DIFERENCIAS TÉRMICAS ENTRE EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA BOSQUE DE TLALPAN Y SUS ALREDEDORES EN LA CIUDAD DE MÉXICO. APROXIMACIONES METODOLÓGICAS EN EL MONITOREO DE TEMPERATURA

Roberto Lara Deras[*]
Leticia Gómez Mendoza[*]
José Manuel Espinoza Rodríguez[*]
Jonatan Alejandro González Castillo[*]

RESUMEN

Ante el incremento de la temperatura en las ciudades, resultado del efecto de Isla de Calor Urbana, los espacios con vegetación en zonas urbanas han demostrado ser de suma importancia para el amortiguamiento de dichas temperaturas, generando así el efecto de Isla de Frescor Verde. Para conocer este efecto en el Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan en la Ciudad de México, se utilizaron dos métodos distintos de monitoreo: el método de transectos y el método de sensores fijos, con los cuales se obtuvieron las temperaturas dentro y fuera del bosque en horarios matutinos y vespertinos. En ambos casos fue posible verificar que el área protegida con diversidad de tipos de vegetación presentó temperaturas menores (hasta 7.7°C), en comparación a las regiones aledañas urbanizadas. El efecto de Isla de Frescor Verde es importante para cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible relativos a ciudades y comunidades sostenibles y acción por el clima, por lo que es importante la conservación y protección de estos espacios.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas; Isla de Calor Urbana; Isla de Frescor Verde.

* Universidad Nacional Autónoma de México: robertolaraderas@gmail.com | gomez.leticia852@gmail.com

Abstract

Given the increase in temperature in cities, as a result of the Urban Heat Island effect, the spaces with vegetation in urban areas have proven to be important for the buffering of high temperatures, thus generating the Green Cool Island effect. To know the Green Cool Island effect in the Bosque de Tlalpan Protected Area in Mexico City, two different monitoring methods were used: the transect method and the fixed sensor method, with which the temperatures inside and outside the forest were obtained both in the morning and in the evening. In both cases it was possible to verify that the protected area with diversity of vegetation presented lower temperatures compared to the surrounding urbanized regions. The differences were up to 7.7°C. The cold island effect is important to meet the sustainable development goals related to sustainable cities and communities, and climate action. That is why the conservation and protection of these spaces is important.

Keywords: Protected Areas, Urban Heat Island, Green Cool Island.

Introducción

Las ciudades son núcleos de concentración poblacional que albergan a más de la mitad de las personas en el mundo, y son lugares en los que la actividad antrópica incide directamente en la variación climática, generalmente incrementando las temperaturas en las zonas urbanas con respecto a sus alrededores rurales; tal efecto se denomina Isla de Calor Urbana (ICU) (Jáuregui, 1971; 2000). El efecto de la ICU puede ocasionar no sólo enfermedades relacionadas directamente al calor (como el agotamiento y los golpes por calor), sino que también causa afectaciones en los ciclos biológicos y ecológicos de la biodiversidad, además de incrementar la distribución potencial de agentes transmisores de enfermedades como dengue, zika y chikunguña (Riojas *et al*, 2006; WMP, s/a). En contraparte, es conocido que las áreas con vegetación dentro de las ciudades o Áreas Verdes Urbanas (AVU) disminuyen las temperaturas, generando así el efecto de Isla de Frescor Verde (IFV) (Cheng *et al.*, 2019; Declet-Barreto *et al.*, 2012; Spronken-Smith y Oke, 1998). El monitoreo de temperatura en las AVU, como es el caso de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter urbano, actualmente cobra gran relevancia para que

las ciudades tengan mejores herramientas para afrontar el cambio climático y lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en específico con los relacionados a la salud y bienestar, ciudades y comunidades sostenibles, acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres.

Al sur de la Ciudad de México existen zonas de conservación de la biodiversidad donde es posible encontrar relictos de ecosistemas originarios, tal es el caso del ANP Bosque de Tlalpan, con una superficie de 225.86 ha, que, al ser un área boscosa, se infiere que registre temperaturas menores en comparación con los alrededores urbanos. Sin embargo, no existen estudios que lo demuestren. El objetivo de este trabajo fue monitorear la temperatura dentro y fuera de dicha área protegida por medio de dos métodos de registro; el de transectos y el de sensores fijos. Los resultados aquí mostrados forman parte de una práctica de trabajo en campo de la materia de Climatología Urbana del Posgrado en Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Marco de referencia

Los inicios formales de los estudios de la Isla de Calor Urbana (ICU) comenzaron en la primera mitad del siglo XIX con el trabajo de Luke Howard en 1833, quien utilizó los datos disponibles de varias estaciones meteorológicas, e identificó que la temperatura en la ciudad de Londres era mayor que en sus alrededores rurales (Jáuregui, 1993; Mills, 2006; Stewart, 2019). La intensidad del contraste está expresada como: ICU= T_u- T_r (donde T_u= temperatura urbana; y T_r= temperatura rural) y entre sus principales causas se encuentran la actividad antrópica en las ciudades, incluyendo el cambio de cobertura vegetal por asfalto, la altura, forma y materiales de construcción de las edificaciones, y la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Rizwan *et al.*, 2008; Sproken-Smith y Oke, 1998; Stewart, 2011; 2019).

El incremento de temperatura en las ciudades tiene diferentes consecuencias ambientales, entre las que se encuentran las enfermedades relacionadas directamente con las altas temperaturas (por ejemplo, sarpullido, calambres, agotamiento y golpes por calor). La ICU también ocasiona afectaciones a los ciclos biológicos y ecológicos (cambios en los períodos de floración y en los ciclos reproductivos y de comportamiento); además, tiene relación en la incidencia y distribución de diferentes patógenos, generando un

riesgo en el incremento de enfermedades infecciosas por zoonosis y transmitidas por vector (Albaladejo, 2012; OMS, s/a; Riojas *et al.*, 2006; WMP, s/a). En contraparte a la ICU, existen aperturas térmicas en las ciudades en donde existen menores temperaturas en áreas con cobertura vegetal respecto a los alrededores de carácter urbano; a dicho efecto se le denomina Isla de Frescor Verde (IFV), cuya intensidad está expresada como IFV= T_u- T_p (donde T_u= temperatura urbana; y T_p= temperatura del parque o área verde). La IFV se genera debido a que, por un lado, la vegetación tiene menor efecto albedo que el concreto; y por el otro, parte de la radiación solar que llega al suelo es utilizada para evaporar superficies húmedas, y queda menos energía disponible para calentar el aire (Cheng *et al.*, 2019; Declet-Barreto *et al.*, 2012; Spronken-Smith y Oke, 1998).

Las Áreas Verdes Urbanas (AVU) se definen como espacios públicos y/o privados con elementos de vegetación dentro de las ciudades, conforman sitios de gran heterogeneidad, al contemplar jardines, glorietas, lotes baldíos, canchas deportivas, camellones, parques y ANP, que proporcionan servicios ecosistémicos como la recarga de acuíferos, el amortiguamiento de ruido, la captación de partículas contaminantes, el refugio de vegetación y fauna silvestre, la generación de oxígeno y el amortiguamiento de temperatura (Barradas, 1991; Sedema, 2016). Las AVU son de gran importancia en la calidad ambiental urbana, y se ha visto reflejado en políticas públicas que las consideran como parte de la infraestructura verde de las ciudades (Akbari y Dionysia 2016; Barradas, 1991; Oke, 1989; Sedema, 2016).

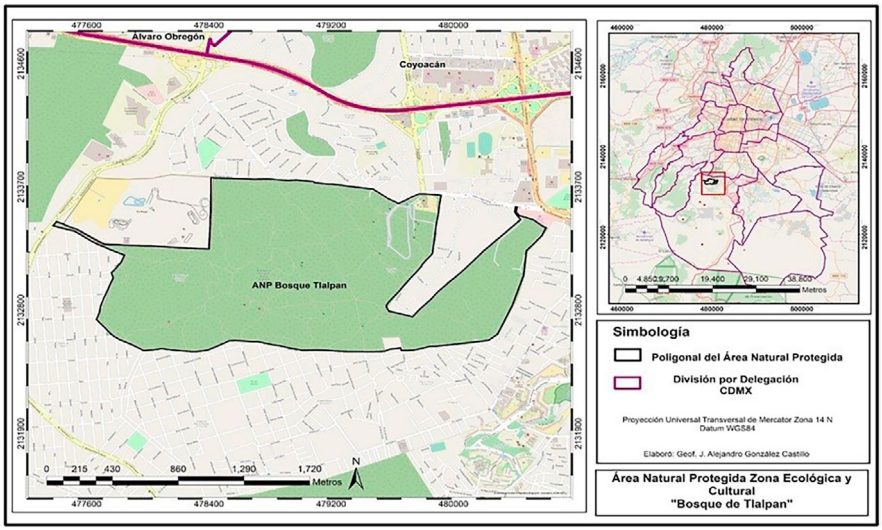
Uno de los primeros estudios en la Ciudad de México del efecto de la vegetación en la temperatura en zonas urbanas fue el realizado por Ernesto Jáuregui en 1975, quien, utilizando el método de transectos durante un día de invierno, registró que las temperaturas al interior del Bosque de Chapultepec eran hasta 5°C menores en comparación con la periferia urbana, determinándolo como una isla fría.

Para poder conocer los efectos tanto de la ICU como de la IFV, es necesario llevar a cabo un monitoreo de temperatura en las AVU y sus alrededores urbanos, el cual actualmente se puede realizar con diversos materiales (por ejemplo, imágenes satelitales, estaciones meteorológicas, sensores térmicos móviles y fijos, etc.) y métodos (percepción remota, método de transectos, método de sensores fijos).

Zona de estudio y métodos

El ANP Bosque de Tlalpan, localizada al sur de la Ciudad de México (ver figura 1), cuenta con una superficie de 252.86 ha, y es administrada por la Dirección General del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Valor Ambiental (DGSANPAVA) bajo la categoría de Zona ecológica y cultural (GDF, 2011; Sedema, 2020). En ella se encuentran diversos tipos de vegetación, entre los que destacan el bosque de encino y el matorral xerófilo, como relictos de ecosistemas nativos, y el bosque cultivado resultado de diversos programas de reforestación y usos que se le daban al sitio. Además de aprovechar diversos servicios ecosistémicos, dicho espacio es utilizado como lugar de esparcimiento en general, en donde se pueden realizar diferentes actividades como la divulgación científica y el deporte (GDF, 2011).

Figura 1. Localización del ANP Bosque de Tlalpan

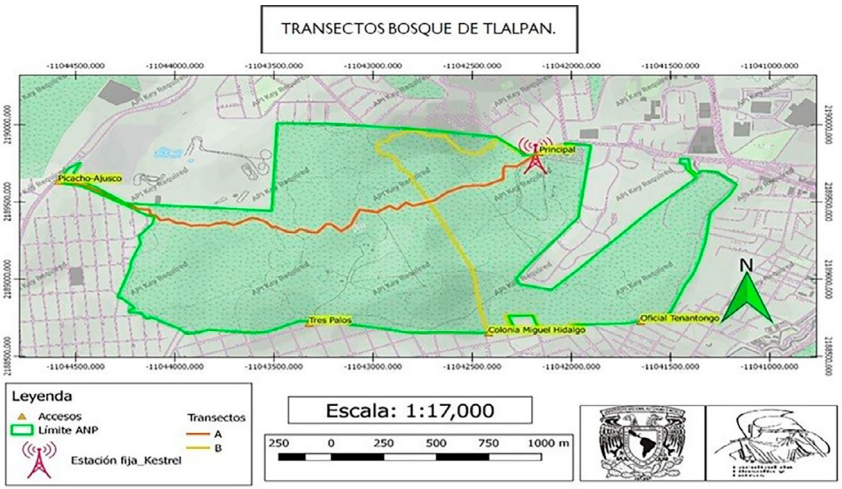


Fuente: Elaboración propia.

Se midió la temperatura dentro del Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan y sus alrededores urbanos de la Ciudad de México. Para ello se realizaron levantamientos de datos en campo, utilizando dos métodos e instrumentos distintos en diferentes fechas: el 22 de abril de 2017 y agosto de 2018. Uno de los métodos utilizados fue

el de transectos, el cual consistió en realizar dos recorridos a pie por los caminos y veredas del Bosque de Tlalpan para el 22 de abril de 2017, en los horarios permitidos de ingreso: por la mañana el transecto A con orientación E-O y una distancia de 2 770 m; y por la tarde el transecto B con orientación S-N y una distancia de 2 319 m (ver figura 2). En ambos casos el registro de temperatura se realizó aproximadamente cada 200 m en diversos horarios (con una variación promedio de siete minutos entre cada registro) con un sensor de temperatura y humedad portátil, Kestrel 4000.

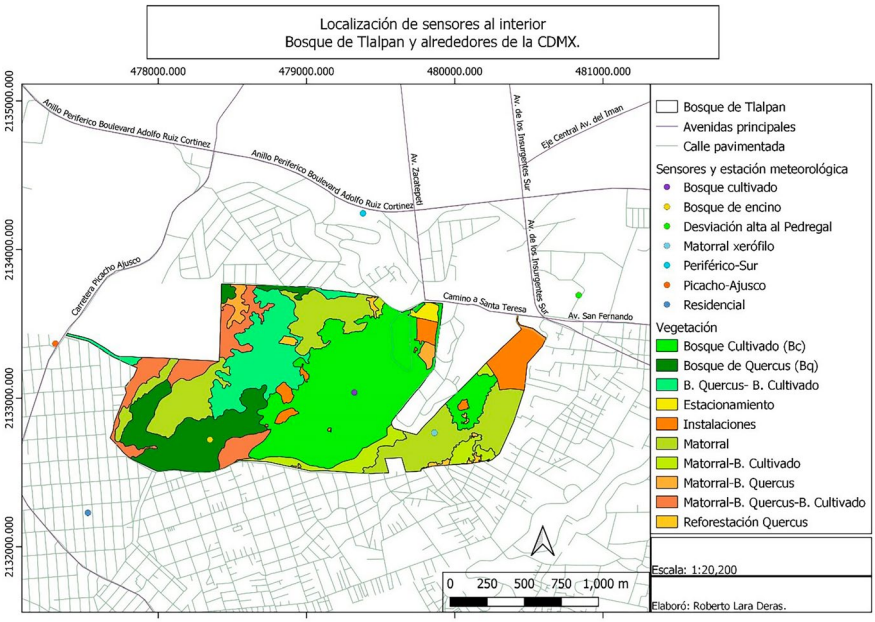
Figura 2. Transectos A y B del día 22 de abril de 2017



Fuente: Elaboración con datos propios.

El método de sensores fijos consistió en montar seis sensores automáticos Kestrel D2: tres en los principales tipos de vegetación al interior del Bosque de Tlalpan (bosque de encino, matorral xerófilo y bosque cultivado); y tres en los alrededores urbanos de la Ciudad de México (Picacho-Ajusco, zona residencial y Periférico-Sur) (ver figura 3). El registro de datos se realizó desde las 9:00 horas del 3 de agosto al 31 del mismo mes a las 23:00 horas en intervalos de una hora. Cabe mencionar que para la elaboración del mapa de temperaturas medias (mostrado en la sección de resultados) se utilizó la información disponible de la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio: Desviación Alta al Pedregal, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (clave: 09020).

Figura 3. Localización de sensores fijos en el mes de agosto de 2018



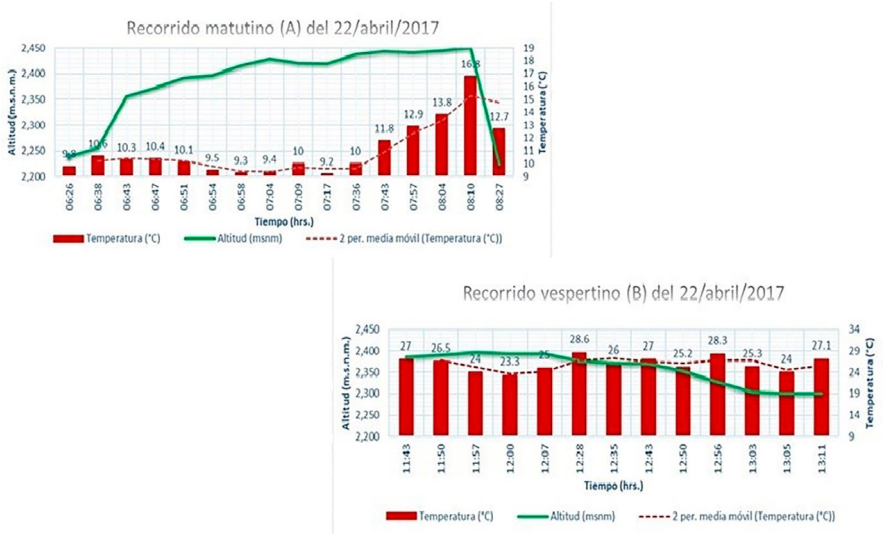
Fuente: Elaboración con datos propios.

Resultados

Método de transectos

Por medio de este método, fue posible identificar parte de la marcha diurna de la temperatura. Por la mañana, la temperatura comenzó a incrementarse con la salida del sol, poco después de las 7:30 horas, siendo el registro más alto 16.8°C. Por la tarde no se registró mayor variabilidad térmica siendo el mayor registro los 28.6°C (ver figura 4).

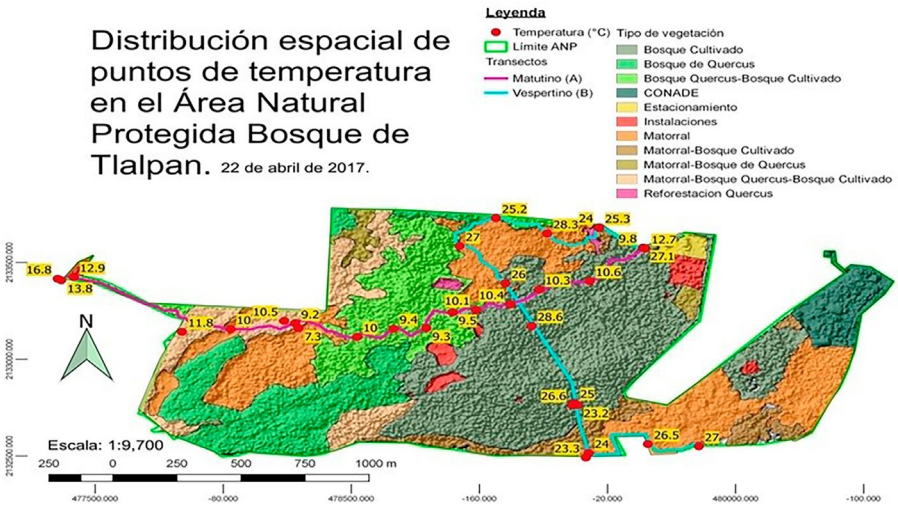
Figura 4. Marcha diurna de la temperatura (°C) del día 22 de abril de 2017 en el Bosque de Tlalpan



Fuente: Elaboración con datos propios.

Por otro lado, en el transecto matutino *A* fue posible registrar la temperatura al exterior del Bosque de Tlalpan sobre la carretera Picacho-Ajusco, y al compararla con los datos obtenidos al interior del ANP, es posible observar diferencias térmicas que van desde los 3°C con las zonas más cercanas al exterior, hasta los 7.7°C conforme hay acercamiento al centro del polígono del ANP (ver figura 5).

Figura 5. Levantamiento de temperatura (°C) en los transectos del Bosque de Tlalpan

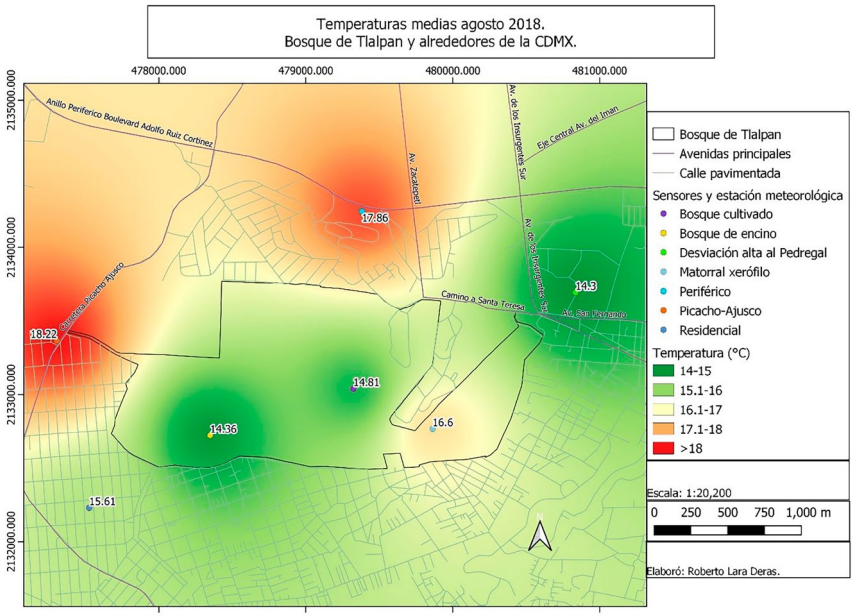


Fuente: Elaboración con datos propios.

Método de sensores fijos

Por medio de este método se generó un mapa de temperaturas medias en los distintos sitios de muestreo (ver figura 6), en el cual es posible observar que el tipo de vegetación al interior del Bosque de Tlalpan que presentó la menor temperatura fue el bosque de encino (14.3°C), seguido del bosque cultivado (14.8°C), y del matorral xerófilo (16.6°C). De manera general, dichos sitios registraron temperaturas más bajas en relación con los sitios de los alrededores urbanos, con excepción de la comparación entre el matorral xerófilo (16.6°C) con la zona residencial (15.6°C). Los sitios en los que se observaron las mayores temperaturas fueron en Picacho-Ajusco (18.2°C), y en Periférico-Sur (17.8°C). A pesar de localizarse al exterior del ANP, los datos de la estación meteorológica Desviación alta al Pedregal (14.3°C) fueron semejantes a los registrados en los tipos de vegetación al interior del Bosque de Tlalpan.

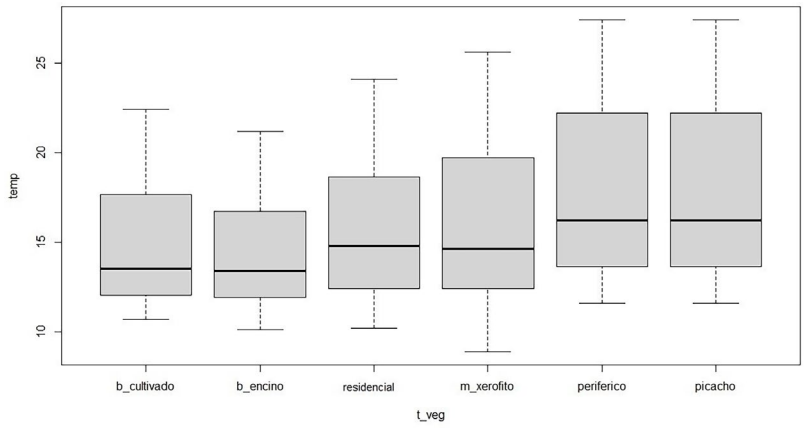
Figura 6. Temperaturas medias (°C) en el mes de agosto de 2018



Fuente: Elaboración con datos propios.

Las temperaturas medianas, máximas y mínimas que se muestran en la figura 7 permiten observar la variabilidad térmica de los sitios donde se colocaron los sensores automáticos, de tal forma que el matorral xerófilo fue la cobertura con mayores variaciones de temperatura, desde los 8.9°C hasta los 25.6°C, siendo la temperatura más baja registrada, y acercándose a las temperaturas más altas localizadas en los alrededores urbanos.

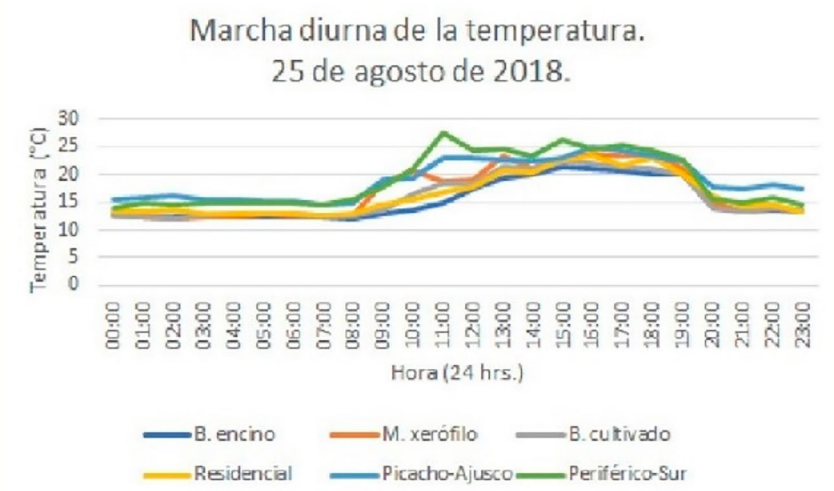
Figura 7. Temperaturas medianas, máximas y mínimas (°C) el mes de agosto de 2018



Fuente: Elaboración con datos propios.

Como ejemplo, en la figura 8 se muestra la marcha diurna de la temperatura para cada hora del día 25 de agosto de 2018 (fecha en la que el mayor número de sensores registraron las máximas temperaturas); en ella se puede observar cómo la temperatura desde las 00:00 horas se mantiene relativamente constante hasta las 8:00 horas, momento en el que, debido a la salida del sol, todos los sensores comenzaron a incrementar los registros, siendo tres sitios los que se calentaron más intensamente: Picacho-Ajusco y Periférico-Sur en la parte urbana; y el matorral xerófilo al interior del Bosque de Tlalpan. A partir de las 13:00 horas, la temperatura se estabiliza hasta las 19:00 horas, momento en el que, debido a la puesta del sol, la temperatura disminuye en el lapso de una hora, y a partir de las 20:00 horas nuevamente se estabiliza hasta el comienzo del próximo día.

Figura 8. Marcha diurna de la temperatura (°C) del día 25 de agosto de 2018



Fuente: Elaboración con datos propios.

Los resultados obtenidos con ambos métodos muestran que existen de forma general, menores temperaturas al interior del Bosque de Tlalpan, con respecto a sus alrededores urbanos; sin embargo, con el método de sensores fijos al realizarse las mediciones de forma sincrónica, se reducen las posibles variaciones térmicas debido a las diferencias temporales en el levantamiento de datos con el método de transectos.

Por otro lado, los resultados muestran que la cobertura más fresca al interior del Bosque Tlalpan es el bosque de encino, inclusive con menores temperaturas que el bosque cultivado, lo que nos permitiría pensar que los relictos boscosos de ecosistemas funcionales presentan mayor amortiguamiento de temperatura en comparación con bosquetes de origen antrópico, como es el caso del bosque cultivado.

De las tres coberturas al interior del Bosque de Tlalpan, el matorral xerófilo es la que menos densidad de árboles presenta, lo que ocasiona que tenga la mayor variabilidad térmica, incluso registrando mayor temperatura media que la zona residencial al exterior del ANP, la cual presenta diversos espacios con árboles en el ajardinado de las casas.

El método de transectos presenta la limitante de obtener mediciones sólo sobre los caminos y veredas trazados al interior del ANP, lo que implica dos situaciones:

a) la temperatura en los caminos pudiera variar respecto a la del interior de cada tipo de vegetación; *b)* los tipos de vegetación en los que se pueden realizar las mediciones quedan restringidos a aquellos por los que cruza el trazo de los transectos.

Conclusiones

Tras la revisión teórica del tema, el aumento de la temperatura en las ciudades y el efecto de la ICU están relacionados con el incremento de riesgo de enfermedades por calor, por lo que se estima que pudiera incidir en la ocurrencia de enfermedades infecciosas por zoonosis y transmitidas por vector.

El monitoreo de temperatura confirmó que las AVU disminuyen el efecto de la ICU, generando así el efecto de la IFV en las ciudades, el cual es uno de los distintos servicios ecosistémicos que aprovechamos de dichas áreas.

El monitoreo de temperatura en las AVU es de suma importancia para conocer y evaluar los servicios ecosistémicos que aprovechamos de ellas, lo que permite acercarse al cumplimiento de los ODS, en específico a los relacionados con la salud y bienestar, ciudades y comunidades sostenibles, acción por el clima, y vida de ecosistemas terrestres.

Existen diversos métodos e instrumentos para el monitoreo de la temperatura; todos ellos son válidos dependiendo de nuestros intereses y objetivos.

Es necesario poder llevar a cabo mediciones por períodos más prolongados, para poder inferir la contribución de las AVU como IFV a la climatología urbana del lugar.

Referencias

Akbari, H. y Dionysia, K. (2016). Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. *Energy and Buildings*, pp. 133. 834-842.

Albaladejo, J. (2012). Alteraciones termorregulación II: Hipertermia, en: *Volviendo a lo básico*. Versión electrónica. Fundación para la Formación e Investigación Sanitarias de la Región de Murcia. Universidad Católica San Antonio de Murcia. Cartagena. España. [En línea]. Recuperado de: http://www.ffis.es/volviendoalobasico/5alteraciones_termoregulacin_ii_hipertermia.html [Consultado el 15 de diciembre de 2020].

Barradas, V. (1991). Air temperature and humidity and human comfort index of some city Parks of Mexico City. *International Journal of Biometeorology*. 35, pp. 24-28.

Cheng, L. *et al*. (2019). Urban cooling island effect of main river on a landscape scale in Chongqing, China. *Sustainable Cities and Society*. 47, pp. 101-501.

Declet-Barreto, J. *et al*. (2012). Creating the park cool island in an inner-city neighborhood: heat mitigation strategy for Phoenix, Az. *Urban Ecosystems* 16, pp. 617-635.

Gobierno del Distrito Federal (GOB). (2011). Acuerdo por el que se expide el Programa de Manejo del Área natural Protegida "Bosque de Tlalpan". *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Décima Séptima Época. (1120). México.

Jáuregui, E. (1971). *Mesomicroclima de la Ciudad de México*. México: UNAM.

Jáuregui, E. (2000). *El clima de la Ciudad de México. Instituto de Geografía*. México: UNAM-Plaza y Valdés Editores.

Oke, T., *et al*. (1989). The Micrometeorology of the Urban Forest (and Discussion). *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*. 324, pp. 335-349.

OMS, (s/a). *Cambio climático y salud humana*. [En línea]. Recuperado de: https://www.who.int/globalchange/publications/heat-and-health/es/ [Consultado el 12 de diciembre de 2020].

Riojas, H., *et al*. (2006). *Estudio diagnóstico sobre los efectos del cambio climático en la salud humana de la población en México*. [Informe]. Ciudad de México: INE-INSP.

Rizwan, A., *et al*. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat island. *Journal of Environmental Sciences* 20, Issue 1, pp. 120-128.

Sedema. (2020). Áreas Naturales Protegidas. [En línea]. Recuperado de: https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/areas-naturales-protegidas [Consultado el 10 de enero de 2021].

WMP, (s/a). *Enfermedades transmitidas por mosquitos*. [En línea]. Recuperado de: https://www.worldmosquitoprogram.org/es/enfermedades-transmitidas-por-mosquitos#:~:text=Las%20enfermedades%20transmitidas%20por%20mosquito,chikungunya%2C%20fiebre%20amarilla%20y%20Zika [Consultado el 10 de enero de 2021].

VULNERABILIDAD SOCIAL Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA REGIÓN MONTAÑA DE GUERRERO: EL CASO DE LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ

Guillermo Nochebuena Nochebuena[*]
Salvador Villerías Salinas[*]

Resumen

Desde el punto de vista cultural y socioeconómico, el maíz es uno de los más importantes cultivos del estado de Guerrero y en general de México. En el estado poco más de 80% de los agricultores son de bajo potencial productivo, con parcelas menores de 2 hectáreas. En 2019 el estado produjo 1.3 millones de toneladas que alcanzaron a cubrir la demanda de la población del estado. Sin embargo, en la región de La Montaña, con población predominantemente indígena y en condiciones de alta pobreza, vulnerabilidad social y deterioro ambiental, se detectaron problemas de inseguridad alimentaria con déficits en el volumen de producción para algunos municipios. El objetivo de este trabajo fue determinar espacialmente la vulnerabilidad social y la seguridad alimentaria a partir de la información socioeconómica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de la producción de maíz del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader). Se utilizó el Valor de Índice Medio para la población total, índice de marginación, tasa de actividad económica, producción promedio por hectárea, producción total, demanda bruta, así como el análisis de componentes principales. La producción regional de maíz superó en 12.23% la demanda bruta de la población en la región, siendo 11 municipios los que presentaron excedentes. No obstante, ocho municipios entre los que se encuentran Tlapa, Xalpatláhuac, Xochihuehuetlan, Atlixtac, Acatepec, Iliatenco, Metlatónoc y Cochoapa el Grande registraron producciones que no alcanzaron a cubrir desde 2.3 a 58.1% la demanda bruta de maíz de su población municipal.

* Universidad Autónoma de Guerrero: gnochebuiena57@hotmail.com |svillerias@uagro.mx

La rentabilidad bruta del cultivo fue de 1701.3 pesos por hectárea en nueve municipios y diez presentaron pérdidas de 1289.5 pesos promedio por hectárea. Se considera bajo los ODS al 2030 que, en esta región por su alta vulnerabilidad social y ambiental, así como por los efectos de la pandemia del COVID-19, la población corre el riesgo de alcanzar niveles insostenibles de vida, bienestar, hambre y malnutrición, sobre todo en la población infantil.

Palabras clave: Vulnerabilidad, seguridad alimentaria, producción de maíz.

Abstract

Corn is from cultural and socioeconomic point of view one of the most important crops in Guerrero state and Mexico. In the state, just over 80% of farmers are of low productive potential, with plots less than 2 hectares. In 2019, Guerrero produced 1.3 million tons that met the needs of the state's population. However, in the Mountain region, with predominantly indigenous populations and conditions of high poverty, social vulnerability and environmental deterioration, conditions of food insecurity were detected with production volume deficits for some municipalities. The purpose of this work was to spatially characterize social vulnerability and food security based on INEGI's socio-economic information and SIAP-Sader maize production. The Average Index Value for total population, marginalization rate, economic activity rate, average production per hectare, total production, gross demand was used and principal components analysis also. Regional corn production exceeded gross population demand in the region by 12.23%, with 11 municipalities surplusing. However, eight municipalities including Tlapa, Xalpatláhuac, Xochihuehuetlan, Atlixtac, Acatepec, Iliatenco, Metlatónoc and Cochoapa el Grande recorded productions that did not cover the gross maize demand from 2.3 to 58.1% of their municipal population. The gross crop yield was 1701.3 peso per hectare in nine municipalities, and ten had losses of 1289.5 pesos per hectare. It is considered, under the ODS by 2030, that the population of this region, because of its high social vulnerability, as well as, the effects of the COVID-19 pandemic, is at risk of achieving unsustainable levels of life and well-being, hunger and malnutrition, especially in the child population.

Keywords: Vulnerability, food security, corn production.

Introducción

Actualmente la mayor parte de la población en el mundo se enfrenta a la amenaza de la pandemia de COVID-19 que inició en China. Los efectos inmediatos a un año de su aparición es que se han contagiado más de 100 millones de personas en todo el mundo, de los cuales más de 2 millones han fallecido y además muchos de los recuperados con síntomas de gravedad sufren graves secuelas que les impide el regreso a una vida normal. Los esfuerzos realizados por los gobiernos en los diferentes países y continentes para contener esta enfermedad, hasta en tanto no se aplique la vacuna a un importante porcentaje de población, se han centrado en las restricciones a la movilidad social y laboral que ha afectado de manera grave la situación económica de prácticamente todos los países del planeta.

En este contexto, las actividades de la producción y la distribución de alimentos han sido declaradas actividades esenciales con el propósito de asegurar la disponibilidad de alimentos, pero, hasta el momento, es temprano para saber cómo estas actividades han sido afectadas por la movilidad, por los casos de infección en la cadena productiva y de distribución, así como por las consideraciones económicas de los países exportadores (Cheng *et al.*, 2020, Falkendal *et al.*, 2021). El caso de México, y específicamente el estado de Guerrero, la disponibilidad y el acceso a los alimentos básicos como es el maíz, es un asunto de gran importancia política y social, ya que los elevados niveles de marginación y pobreza en algunas regiones como en La Montaña podrían desencadenar una inseguridad alimentaria que impactaría en mayores índices de desnutrición, mortalidad infantil y materna e incluso hambre. Así, por los problemas de acceso que podría enfrentar la población de La Montaña de Guerrero a un producto básico y esencial de su dieta como lo es el maíz en la actual condición de crisis sanitaria, se realiza este estudio como un primer acercamiento en la ruta teórica y empírica de la vulnerabilidad alimentaria.

Vulnerabilidad y seguridad alimentaria

La vulnerabilidad social se ha definido como la condición en que las personas, núcleos sociales o amplios sectores de la sociedad se encuentran indefensos o sin los elementos personales e institucionales para enfrentar, soportar y recuperarse de amenazas y factores

de riesgo natural, o socialmente construidas, que amenacen su bienestar, e incluso, en casos extremos, su supervivencia (Risk, 2003). Este problema, sobre todo en América Latina, ha sido el resultado de los impactos provocados por el patrón de desarrollo implantado en la región y, aunque no siempre está directamente relacionado con la pobreza y la exclusión, son factores que han generado inseguridad, indefensión, mayor exposición a riesgos y estrés ante eventos traumáticos (Pizarro, 2001, Katzman, 1999).

Los procesos sociales que generan desigualdad ante la exposición a riesgos hacen que algunas personas sean más susceptibles a los desastres que otras, y estas inequidades son en gran medida producto de las relaciones de poder en cada sociedad (Bankoff *et al.*, 2004). No obstante lo anterior, como menciona Katzman (1999), el concepto de vulnerabilidad es tan complejo y multicausal que para interpretar mejor el fenómeno se requiere tener en cuenta la participación de factores internos dentro de las familias (recursos activos y pasivos) como de los factores externos del mercado, gobierno o la sociedad (estructura de oportunidades), por lo que no necesariamente todos los pobres serán vulnerables ante cualquier evento de riesgo, ni todos los ricos llegan a ser invulnerables.

Uno de los aspectos que más crudamente refleja la vulnerabilidad en las regiones empobrecidas y marginadas de Latinoamérica es la inseguridad alimentaria, manifestada concretamente en hambre y desnutrición. Los hogares en esta condición pueden ubicarse en distintas zonas geográficas, estratos económicos o demográficos, igualmente, comparten características comunes, como: ser familias pobres, numerosas y con alta dependencia económica, tener bajos ingresos y diversificación económica, bajos grados educativos, baja participación económica de la mujer y acceso limitado a la tierra (Figueroa, 2005).

Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2001), "la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana". En este sentido, cuando existe la imposibilidad social y económica de acceder a los alimentos, o incluso cuando la disponibilidad y el acceso es incierto o limitado, se dice que existe inseguridad alimentaria y que esta condición puede ser pasajera o crónica (Martínez *et al.*, 2015).

No obstante, González y Macías (2007) proponen abordar el problema de la seguridad alimentaria como vulnerabilidad alimentaria, argumentan que el primer

concepto es muy ambiguo y estático, no considera los aspectos de las relaciones sociales y políticas que condicionan la disponibilidad, y el acceso a los alimentos por parte de la población. Así, recomiendan tres renglones de análisis: *1)* se requiere tomar en cuenta, las condiciones agropecuarias y económicas de producción que posibilitan el abasto suficiente y oportuno para la población; *2)* considerar las condiciones ambientales que permitan un uso de los recursos naturales de forma sustentable y aseguren la producción sana de alimentos para la población presente y futura; y, *3)* tomar en cuenta las condiciones sociales y económicas, que permitan precisar los sectores de la población que padecen, o que en el futuro serían potencialmente susceptibles de padecer hambre y desnutrición.

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) reportó en 2018 que 55.5% de los hogares de México padecían algún tipo de inseguridad alimentaria. De éstos, casi 60% la padecía en grado leve, otro 25.4% con grado moderado y 15.3% mostraba inseguridad alimentaria severa (INEGI, 2019). Sin embargo, esta situación puede ser más crítica en territorios con elevados niveles de pobreza y marginación. En Chiapas, por ejemplo, se encontró que más de 80% de su población había experimentado algún tipo de inseguridad alimentaria (Martínez *et al.*, 2015). En este sentido, Figueroa (2005) menciona que "los pobres, los analfabetos, los grupos rurales y el materno infantil son los más vulnerables a los cambios de cualquier situación alimentaria porque no cuentan con los suficientes activos, o bien por el arreglo de la estructura institucional o de la sociedad que les impide obtener lo que necesitan".

Dentro de este contexto, uno de los productos más importantes de la dieta de los mexicanos, y sobre todo de los sectores de población con mayores limitaciones económicas, es el maíz. De hecho, este grano es la base de la alimentación mexicana y, como tal, es un producto estratégico en la conservación de la seguridad alimentaria del país. Al respecto se calcula que el consumo nacional promedio por persona al año es de 196 kg, y en algunas regiones puede alcanzar hasta los 230 kg/per cápita al año. Así, con este antecedente de consumo se considera que actualmente México es auto suficiente en la producción de maíz blanco, pero altamente deficitario en maíz amarillo, para consumo animal, renglón en el que mantiene altas cuotas de importación del grano (Sagarpa, 2017).

En la actualidad se considera que el estado de Guerrero es autosuficiente en la producción de maíz; no obstante, la superficie sembrada disminuyó en 2 822 hectáreas en el período de 2002 a 2018, los rendimientos promedio incrementaron

de 2.68 a 2.96 toneladas por hectárea. Específicamente en 2019, la cosecha alcanzó 1.3 millones de toneladas asegurando la demanda interna del grano, y por lo tanto, la autosuficiencia de maíz blanco para consumo humano. Para el caso de la región Montaña, y en contraste con la situación estatal, la superficie sembrada en el mismo periodo incrementó en 1 297 hectáreas; no obstante, los rendimientos se mantuvieron en 1.35 toneladas por hectárea; además, en 2019 se registró una alta tasa de siniestralidad que provocó que la producción regional no alcanzara a cubrir la demanda de la población, siendo los municipios de la zona montañosa alta con los mayores indicadores de marginación y pobreza, los más vulnerables a los déficits productivos y a la disponibilidad del grano (SIAP-Sader, 2020).

En el contexto nacional, Guerrero es desde 2005, el estado con el mayor grado de marginación (Conapo, 2015) y elevados niveles de pobreza (Coneval, 2015), por lo que advierten organismos internacionales ante las medidas sanitarias implementadas por el gobierno mexicano, para tratar de evitar la rápida propagación del virus, como son el confinamiento de la población y el cierre parcial o total de actividades económicas no esenciales; esto podría repercutir en un incremento aún mayor de sus niveles de pobreza, inseguridad alimentaria y hambre (FAO y CELAC, 2019). Por lo anterior, como un primer acercamiento, el propósito del presente estudio fue evaluar con el Índice de Valor Medio (VIM) y el análisis de componentes principales (PCA), la vulnerabilidad alimentaria de la región de La Montaña de Guerrero, México.

Área de estudio

La región de La Montaña es una de las siete regiones de la entidad que se ubica al Noreste de Chilpancingo, capital del estado, con una extensión aproximada de 7 178 km^2 (10.9% de la superficie del estado).

Topográficamente, presenta dos grandes zonas de contraste: la primera, ubicada al norte y noreste de Tlapa, sobre las vertientes de los ríos Balsas y Tlapaneco, se distingue por elevaciones bajas e intermedias con pequeños valles e integrada por ocho municipios con el mayor desarrollo social y económico, como son: Alpoyeca, Cualác, Huamuxtitlán, Olinalá, Tlapa, Tlalixtaquilla y Xochihuehuetlán; y la segunda, que se localiza al sur-sureste de Tlapa y al suroeste de la vertiente del río Tlapaneco, presenta mayores elevaciones y pendientes escarpadas, mayor cubierta boscosa, y está

integrada por los restantes once municipios con mayor marginación y pobreza de la región, siendo éstos: Acatepec, Alcozauca, Atlamajalcingo, Atlixtac, Copanatoyac, Iliatenco, Malinaltepec, Tlacoapa, Xalpatláhuac, Zapotitlán, Metlatónoc y Cochoapa (ver figura 1).

Figura 1. Región de La Montaña de Guerrero, México



Fuente: Elaborado con información de INEGI y software QGis®.

En 2010 contaba con 361 617 habitantes distribuidos en 19 municipios con población preponderantemente originaria de las etnias: nahua, mixteca (Tu´un Savi) y tlapaneca (Me´Phaa). El 80% de esta población habitaba en localidades con menos de 2 500 habitantes con elevados índices de analfabetismo y de personas que sólo hablan lengua indígena y no hablan español (INEGI, 2010), por lo que 67.8% se clasificaba con *muy alto* grado de marginación y 32.2% restante con grado Alto (Conapo, 2015). Asimismo, según PNUD (2012), presenta elevados niveles de pobreza, pues para 2010 más de 56% de la población percibía menos de 1.94 dólares por día de ingreso per cápita y el resto menos de 4 dólares (ver cuadro 1).

Dentro de las actividades económicas y productivas en esta región, se encuentra el cultivo de maíz, frijol y chile. Éstas se realizan con técnicas tradicionales de cultivo, uso de mano de obra local, baja inversión en insumos y semillas de variedades criollas; asimismo, los rendimientos son muy bajos, las pérdidas de producción y fertilidad de los suelos por efectos climáticos son más frecuentes en los últimos años. Poco más de 80% del maíz producido en la región se utiliza para el consumo humano y la alimentación del ganado (Sader, 2017).

Cuadro 1. Características socioeconómicas y de marginación de La Montaña

Municipio	Población total	Localidad < 2500 habitantes	Habla lengua indígena, no español %	Analfabetismo %	Ingreso per cápita /día (USD)	Grado de marginación
Huamuxtitlán	Indicador	57.88	0.77	20.20	3.86	Alto
Alpoyeca	6 637	41.63	0.71	19.73	3.29	Alto
Tlapa	81 419	35.48	5.62	23.18	3.49	Alto
Xochihuehuetlán	7 079	31.36	0.05	27.93	3.01	Alto
Cualác	7 007	100.00	0.23	20.88	2.30	Alto
Tlalixtaquilla	7 096	100.00	5.51	28.19	2.68	Muy alto
Iliatenco	10 522	100.00	15.33	18.68	2.12	Muy alto
Malinaltepec	29 599	100.00	21.26	23.85	1.27	Muy alto
Olinalá	24 723	62.00	2.28	29.41	2.94	Muy alto
Zapotitlán Tablas	10 516	100.00	24.36	33.33	1.80	Muy alto
Atlamajalcingo	5 706	100.00	25.59	31.96	1.18	Muy alto
Tlacoapa	9 967	100.00	29.28	25.90	1.32	Muy alto
Xalpatláhuac	12 240	65.24	25.79	42.08	1.49	Muy alto
Atlixtac	26 341	87.27	28.91	40.92	0.98	Muy alto
Alcozauca	18 971	86.58	49.66	49.73	1.72	Muy alto
Copanatoyac	18 855	84.49	32.10	41.14	1.47	Muy alto
Acatepec	32 792	100.00	55.71	30.47	1.28	Muy alto
Metlatónoc	18 976	81.10	58.94	52.33	1.15	Muy alto

Continúa

Cochoapa el Grande	18 778	86.10	74.48	66.55	1.14	Muy alto
Región	**361 617**	**79.95**	**24.03**	**32.97**	**2.02**	**Muy alto**

Fuente: INEGI 2010, CONAPO 2015 y PNUD 2012.

Metodología

El presente trabajo se realizó con la selección de cinco indicadores que reflejan la condición social y económica de la región, dos más representativos de la capacidad productiva y utilidad económica del maíz, y uno adicional sobre la disponibilidad por persona al año del grano producido localmente (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores socioeconómicos y de producción del maíz

Indicador	Clave	Descripción
Población que habla lengua indígena y no habla español	HLINE	Permite conocer, como desventaja social, a la población originaria que no habla español.
Tasa de analfabetismo	NoAB	Permite conocer el porcentaje de población mayor de 15 años y más que no sabe escribir ni leer.
Índice de dependencia económica	IDE	Es el indicador de soporte socioeconómico a la población económicamente inactiva que le otorga la población económicamente activa.
Índice de marginación	IM	Indicador de privaciones y exclusión social en las dimensiones de educación, vivienda, distribución de la población e ingresos.
Ingreso per cápita por día (US dls)	IPCD	Ingreso monetario promedio por día y por persona tasado en dólares americanos.
Rendimiento de maíz por hectárea	RH	Indicador del volumen promedio de la producción de maíz en grano por cada unidad de superficie cultivada.
Utilidad Bruta por Hectárea	UBH	Permite conocer la diferencia entre el valor bruto de la producción menos, los costos brutos del cultivo por hectárea.
Disponibilidad per cápita de maíz	DPC	Permite conocer la disponibilidad promedio en kilogramos de maíz al año por persona.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2010, Conapo 2015 y PNUD 2012.

El análisis de la información, para los agrupamientos territoriales, se realizó con la técnica de Valor de Índice Medio (VIM), la cual según García de León (1989) es "una metodología clasificatoria, que se basa en un índice que refleja el comportamiento conjunto de las variables originales que los caracterizan". Su procedimiento de cálculo inicia estandarizando los valores de las variables originales de cada individuo, para convertir las desviaciones reales de la media grupal a desviaciones estándar. El siguiente paso es dividir la primera desviación estándar a ambos lados de la media en dos partes iguales y asignar calificaciones categóricas del 1 al 6 en los que queda dividida la curva normal. El tercer paso consiste en obtener el promedio de calificaciones para cada individuo, lo que sería su "VIM". Finalmente, los agrupamientos se definen con los límites de asignación, calculando la amplitud de rango entre el mayor y menor valor VIM dividido entre el número de agrupamientos que se prevea obtener.

Dada la aparente heterogeneidad de las variables utilizadas, se buscó contar con el comportamiento de agrupamiento comparativo de las unidades territoriales a través de componentes principales (ACP). El ACP es una técnica estructural, que también puede tener usos predictivos, y el propósito es tomar de *n* individuos *p* variables $X_1, X_2,\ldots,X_p$, para buscar combinaciones lineales que produzcan índices $Z_1, Z_2, \ldots, Z_p$ (componentes principales) que no estén correlacionados de tal manera que var $(z_1) \geq$ var $(z_2) \geq,\ldots,\geq$ var(z_p), sujeto a la restricción que los coeficientes $a_{11}, a_{12},\ldots,a_{1p} = 1$, de tal forma que:

$z_1 = {}_{11}X_{1+12}X_{2+\ldots+1p}X_p$ Primera componente principal (Z_1)
$z_2 = {}_{21}X_{1+22}X_{2+\ldots+2p}X_p$ Segunda componente principal (Z_2)

Una propiedad geométrica que tiene la primera componente principal (eje rotado) es que forma una línea, que minimiza el total de la suma de cuadrados de las distancias de los puntos perpendiculares a ella (dirección de la segunda componente), y esto permite ubicar y agrupar (previamente centrados) los puntos en los cuatro cuadrantes del plano bidimensional (Rencher, 2002).

Esta técnica clasificatoria permite reducir información redundante y el número de variables a dos o tres sin que se pierda mucha información (Rencher, 2002; Manly, 1994).

Resultados

Los resultados obtenidos, por Índice de Valor Medio (VIM), con base en la producción y disponibilidad per cápita de maíz en 2019, indican que 60.9% de la población de La Montaña de Guerrero padecía vulnerabilidad alimentaria media muy alta (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Vulnerabilidad alimentaria municipal por VIM y criterios de categorización

Municipio	Población	VIM	Categoría*	Grado
Alpoyeca	6 637	5.88	5	Muy Baja
Huamuxtitlán	14 393	5.25	5	Muy Baja
Olinalá	24 723	5.13	5	Muy Baja
Cualác	7 007	5.00	5	Baja
Tlapa	81 419	4.50	4	Baja
Tlalixtaquilla	7 096	4.13	4	Baja
Zapotitlán	10 516	4.00	4	Media
Xochihuehuetlán	7 079	3.88	3	Media
Malinaltepec	29 599	3.75	3	Media
Atlamajalcingo	5 706	3.63	3	Media
Tlacoapa	9 967	3.50	3	Media
Iliatenco	10 522	3.25	2	Alta
Copanatoyac	18 855	3.00	2	Alta
Acatepec	32 792	2.50	2	Alta
Alcozauca	18 971	2.25	1	Muy Alta
Atlixtac	26 341	2.13	1	Muy Alta
Xalpatláhuac	12 240	2.00	1	Muy Alta
Metlatónoc	18 976	1.88	1	Muy Alta
Cochoapa	18 778	1.50	1	Muy Alta

Criterios de categorización de vulnerabilidad por VIM*

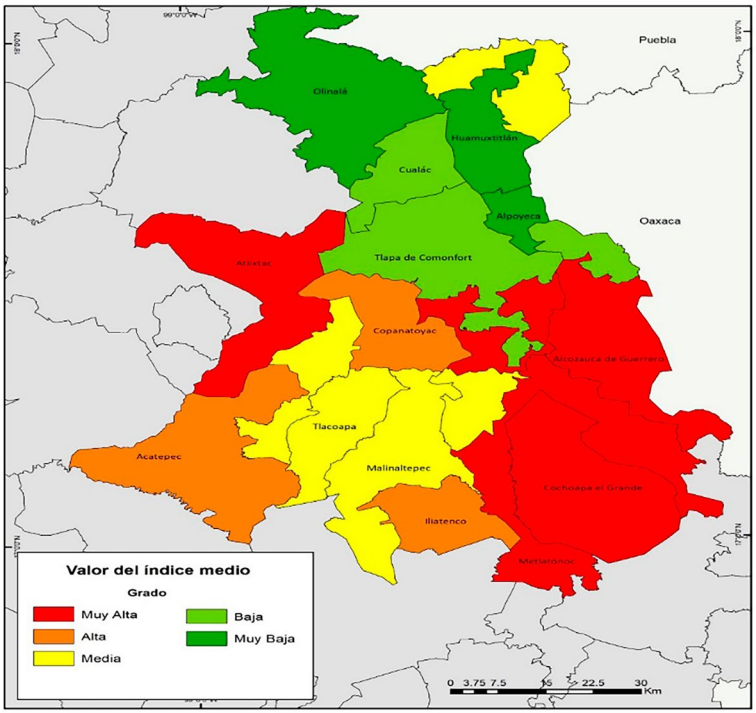
Límite inferior	Límite superior	Categoría	Grado
1.5	2.376	1	Muy Alta
2.376	3.252	2	Alta
3.252	4.128	3	Media
4.128	5.004	4	Baja
5.004	y más	5	Muy Baja

*Amplitud de rango por categoría VIM: (Límite superior – Límite inferior) / 5 regiones z (5.88-1.5) / 5 = 0.876

Fuente: Elaborado con información de INEGI 2010, Conapo 2015 y PNUD 2012.

En la figura 2 se observa que los municipios de Cochoapa el Grande, Metlatónoc, Xalpatláhuac, Atlixtac y Alcozauca mostraron una vulnerabilidad alimentaria *muy alta*. Los cuatro primeros por déficits en la producción de maíz, y en el caso de Alcozauca, que tuvo un excedente de 1 462 toneladas, por sus altos índices de pobreza, ya que el ingreso promedio per cápita por día de su población fue de 1.72 dólares, muy por debajo del umbral de la pobreza considerado por el Banco Mundial, para países de bajos ingresos, que aunque no es el caso de México, se considera que esto, muy probablemente, limitaría el acceso de la población a la adquisición del grano suficiente para satisfacer sus necesidades de alimentación.

Figura 2. La Montaña: Vulnerabilidad alimentaria por disponibilidad de maíz con valor de índice medio (VIM)



Fuente: Elaboración propia 2020, con software QGis®.

En el grado "alto" de vulnerabilidad alimentaria se ubicaron los municipios de Acatepec, Iliatenco y Copanatoyac; los dos primeros por déficits en la producción

municipal de maíz para cubrir la demanda de su población, y en Copanatoyac que tuvo un excedente de 4 038 toneladas, el ingreso promedio per cápita por día fue de 1.42 dólares, configura también un contexto de extrema pobreza donde gran parte de su población tendría problemas de acceso al maíz para su alimentación.

El VIM agrupó a cinco municipios en el grado "medio" de vulnerabilidad alimentaria: Zapotitlán Tablas, Malinaltepec, Atlamajalcingo del Monte, Tlacoapa y Xochihuehuetlán, y aunque ninguno de éstos presentó déficits en la producción de maíz, el ingreso promedio per cápita por día, con excepción de Xochihuehuetlán, fue 1.38 USD, lo que también representaría un problema de poder adquisitivo para la satisfacción de sus necesidades de maíz.

La utilidad bruta por hectárea del cultivo de maíz fue de 1 701.3 pesos en promedio para la región; sin embargo, en los cinco municipios con la más alta vulnerabilidad alimentaria se registraron pérdidas de 987.3 pesos promedio por hectárea y en el caso de Iliatenco llegó a los 1 252 pesos por hectárea. En el grupo de vulnerabilidad media, sólo Xochihuehuetlán registró pérdidas de 1 647 pesos por hectárea.

Los trece municipios con media a muy alta vulnerabilidad alimentaria, exceptuando a Xochihuehuetlán, se localizan en la zona geográfica con mayores elevaciones y pendientes inclinadas, donde los suelos son predominantemente típicos de zonas boscosas: de color rojizo o café obscuro (podzoles, regosoles), muy delgados, de baja fertilidad, muy frágiles a la erosión por efectos climáticos y antropogénicos y poco aptos para la agricultura. Además, presentan los mayores indicadores de marginación y pobreza (Conapo, INEGI y Coneval), destacando Cochoapa el Grande y Metlatónoc a nivel nacional.

Los municipios de Tlapa, Tlalixtaquilla, Alpoyeca, Cualác, Huamuxtitlán y Olinalá que concentran 39.1% de la población de La Montaña, presentaron una baja y muy baja vulnerabilidad alimentaria. Para el caso de Tlapa, centro administrativo, económico y poblacional de la región, el déficit de maíz fue de 11 437 toneladas; no obstante, registra los mayores ingresos per cápita por día (3.5 dólares), después de Huamuxtitlán (3.86 dólares). Estos seis municipios, incluyendo a Xochihuehuetlán, se ubican en la zona geográfica con relieve menos accidentado, entre las vertientes de los ríos Tlapaneco y Balsas, donde se localizan pequeños valles, alturas bajas e intermedias con escasas inclinaciones pronunciadas, con vegetación predominante de selva baja y mediana caducifolia y suelos más aptos para la agricultura (chernozem, luvisoles y fluvisoles).

El agrupamiento para vulnerabilidad alimentaria de municipios realizado con el uso de análisis de componentes principales (PCA) coincidió, en términos generales con el VIM, en 59.7% de la población que mostró de media a alta vulnerabilidad y en 40.3% con la que mostró baja o muy baja vulnerabilidad alimentaria (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Vulnerabilidad alimentaria municipal por ACP y criterios de categorización

Municipio	PCA	Grado
Alpoyeca	-3.5494	Muy Bajo
Huamuxtitlán	-2.7576	Muy Bajo
Tlapa	-2.4642	Muy Bajo
Cualác	-2.4238	Muy Bajo
Olinalá	-2.2766	Muy Bajo
Tlalixtaquilla	-1.1563	Bajo
Xochihuehuetlán	-0.9419	Bajo
Zapotitlán	-0.6694	Medio
Malinaltepec	-0.2128	Medio
Iliatenco	0.0125	Medio
Atlamajalcingo	0.0933	Medio
Tlacoapa	0.2259	Medio
Copanatoyac	0.5553	Medio
Acatepec	1.4472	Alto
Xalpatláhuac	1.8483	Alto
Atlixtac	2.1417	Alto
Metlatónoc	2.3724	Muy Alto
Alcozauca	2.888	Muy Alto
Cochoapa	4.8674	Muy Alto

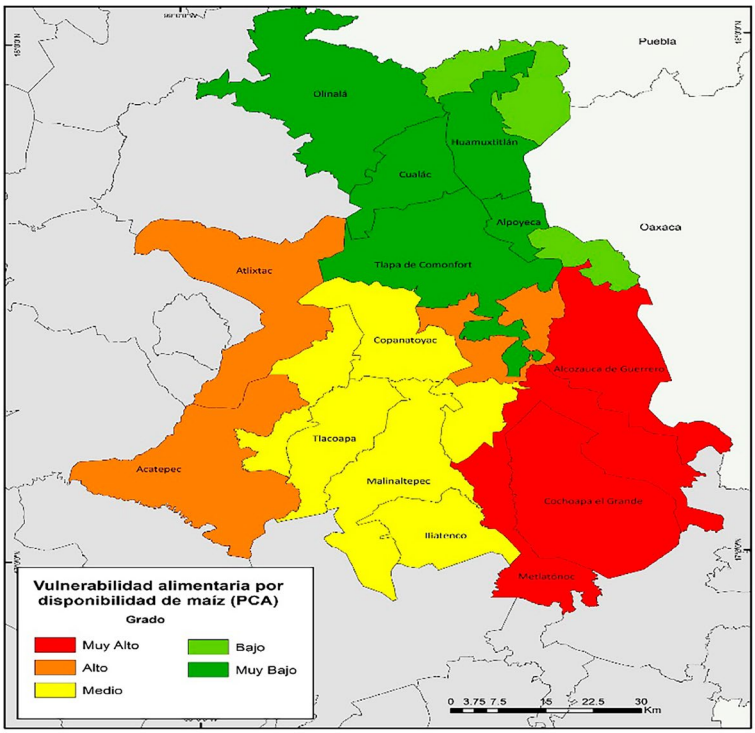
Criterios de Categorización de Vulnerabilidad ACP			
Límite inferior	Límite superior	Categoría	Grado
-3.5494	-2.1466	5	Muy Bajo
-2.1466	-0.7487	4	Bajo
-0.7487	0.6589	3	Medio
0.6589	2.0616	2	Alto
2.0616	y más	1	Muy Alto

*Amplitud de rango por categoría ACP: (Coordenada máxima-Coordenada mínima) / 6 desviaciones del centro mapa biplot: (4.867 – (-3.549) / 6 = 1.4027

Fuente: Elaborado con información de INEGI 2010, Conapo 2015 y PNUD 2012.

Para la clasificación de las unidades territoriales dentro de cada grupo la coincidencia fue menor, ya que ésta sólo alcanzó 55% de la obtenida con VIM. No obstante, es importante destacar (ver figura 3) que los municipios de la región ubicados entre las vertientes de los ríos Tlapaneco y Balsas muestran ser los menos vulnerables: cinco de ellos (Huamuxtitlán, Alpoyeca, Olinalá, Cualác y Tlapa) con muy baja vulnerabilidad alimentaria por producción y disponibilidad de maíz, y dos más (Xochihuehuetlán y Tlalixtaquilla) con baja vulnerabilidad.

Figura 3. La Montaña: Vulnerabilidad alimentaria por disponibilidad de maíz con PCA



Fuente: Elaboración propia 2020, con software QGis®.

El PCA permitió, asimismo, agrupar a los municipios que mostraron algún grado de vulnerabilidad alimentaria, para la disponibilidad de maíz (medio, alto y muy alto), en aglomeraciones más definidas en términos de sus condiciones de mayor marginación y pobreza.

En ese sentido, Copanatoyac, Zapotitlán Tablas, Malinaltepec, Atlamajalcingo del Monte e Iliatenco fueron clasificados en grado medio; Acatepec, Atlixtac y Xalpatláhuac en grado alto; y Cochoapa el Grande, Metlatónoc y Alcozauca en grado muy alto de vulnerabilidad alimentaria.

Conclusiones

La evaluación de la vulnerabilidad alimentaria, tomando como caso específico la producción y disponibilidad de maíz por persona en la región La Montaña de Guerrero, mostró que siete de sus 19 municipios presentaron altas y muy altas condiciones de inseguridad alimentaria. Esta situación fue particularmente más evidente para los tres municipios con mayor pobreza y marginación de la región, como son Cochoapa el Grande, Metlatónoc y Alcozauca, mismos que corren el riesgo de padecer eventos críticos de inseguridad alimentaria, como podrían ser periodos de hambre y desnutrición, sobre todo en la población de niños, ancianos y mujeres embarazadas.

Sólo los seis municipios de mayor desarrollo social y económico son, aparentemente, autosuficientes o cuentan con mayor acceso al maíz, sea por producción o por ingresos económicos, como es el caso de Tlapa. Ahora bien, es importante destacar que con excepción de áreas reducidas que disponen de riego en los valles de Tlapa, Alpoyeca y Huamuxtitlán; las demás zonas de Cualác, Olinalá y Xochihuehuetlán, donde se cultiva una importante superficie de maíz, se han visto sometidas en los últimos años, con mayor frecuencia, a eventos de sequía, pérdida de los cultivos y de la producción. Esto último, además de afectar de manera directa la disponibilidad de grano para el autoconsumo, somete a las familias a procesos de mayor empobrecimiento y vulnerabilidad.

Los dos procedimientos, VIM y ACP mostraron ser útiles, en el presente trabajo, en la clasificación o agrupamiento por diferencias en la vulnerabilidad alimentaria a partir de las variables socioeconómicas, de producción y disponibilidad per cápita de maíz. No obstante, existen diferencias sustanciales en los métodos usados, ya que el VIM ocupa sólo el promedio de la desviaciones estandarizadas, entre -2 y 2, para generar índices y categorías sin considerar su variación y relación conjunta; por el contario, el ACP toma en cuenta, en un análisis matricial, las combinaciones lineales de

la diferentes variables por individuos, para generar variables nuevas no correlacionadas (componente principal), y una representación conjunta fila/columna con base en la inercia de cada vector, por lo que los efectos de varianza, covarianzas y correlación se toman en cuenta para la clasificación. Como los recomienda García de León 1989, el VIM sólo debe usarse cuando no se cuente con los dispositivos que permitan un análisis complejo de los datos, como es el caso de las computadoras, y cuando no exista tanta diferencia en las variables temáticas a analizar.

Finalmente, bajo las actuales condiciones de restricción social por el COVID-19, que ha derivado en crisis económica y laboral en el estado y el país, gran parte de la población de La Montaña se encuentra ante la posibilidad más cercana de riesgo de desastre, por falta de acceso y disponibilidad de un producto imprescindible en su dieta cotidiana, como lo es el maíz. Por tal razón es importante que los responsables de las políticas públicas a nivel municipal, estatal y nacional consideren un importante y oportuno apoyo para garantizar en todo momento a la población y los hogares vulnerables, el abasto y acceso al maíz, así como a otros productos básico de su alimentación.

Referencias

Bankoff, G., *et al.* (2004). Mapping vulnerability. Disasters, development and people. Ed. Eartscan. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/40125800_Mapping_Vulnerability_Disasters_Development_and_People [Consultado el 22 de diciembre de 2020].

Chen, Y., *et al.* (2020). Excess mortality associated with the COVID-19 pandemic among Californians 18-65 years of age, by occupational sector and occupation. Recuperado de: https://doi.org/10.1101/2021.01.21.21250266 [Consultado el 28 de enero de 2021].

Conapo. (2016). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015. Anexo B. Serie: Colección de índices sociodemográficos. Consejo Nacional de Población, México. Recuperado de: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015 [Consultado el 17 de diciembre de 2020].

Coneval. (2015). Informe de pobreza en México 2014. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. México. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Documents/Informe-pobreza-Mexico-2014.pdf [Consultado el 9 de diciembre de 2020].

Falkendal, T., *et al.* (2021). Grain export restrictions during COVID-19 risk for food insecurity in many low and middle-income countries. *Nature Food*, 2, January 2021, pp. 11-14. Recuperado de: www.nature.com/natfood [Consultado el 28 de enero de 2021].

FAO y CELAC (2019). Seguridad alimentaria bajo la pandemia de COVID-19. Informe técnico asociado al ODS 2: Hambre cero en los indicadores de subalimentación, inseguridad alimentaria y desnutrición infantil. Organización para la Agricultura y la Alimentación y Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños. Santiago de Chile. Recuperado de: http://www.fao.org/documents/card/es/c/ca8873es/ [Consultado el 8 de diciembre de 2020].

Figueroa, P., (2005). Grupos vulnerables y su caracterización como criterio de discriminación de la seguridad alimentaria y nutricional en Brasil. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.*, Recife. 5 (3), pp. 367-375, jul-set 2005. Recuperado de: https://doi.org/10.4060/ca8873es [Consultado el 23 de diciembre de 2020].

García de León, L. (1989). La metodología del valor índice medio. *Investigaciones Geográficas*. 19, UNAM, México. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111989000100005 [Consultado el 29 de octubre de 2020].

González, Ch., y Macías, A. (2007). Vulnerabilidad alimentaria política agroalimentaria en México. *Desacatos.* 25, septiembre-diciembre, pp. 47-78. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-050X2007000300003&script=sci_abstract [Consultado el 23 de diciembre de 2020].

INEGI. (2010). Censo de población y vivienda 2010. Tabulados predefinidos. Guerrero. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#Tabulados [Consultado el 16 de diciembre de 2020].

INEGI. (2019). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut). Tabulados. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ensanut/2018/#Tabulados [Consultado el 16 de diciembre de 2020].

Katzman, R. (1999). Marco conceptual sobre activos, vulnerabilidad y estructura de oportunidades. Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Montevideo. Recuperado de: https://www.cepal.org/es/publicaciones/28663-marco-conceptual-activos-vulnerabilidad-estructuras-oportunidades [Consultado el 26 de enero de 2021].

Manly, B. (1994). *Multivariate statistical methods. A primer*. Estados Unidos: Chapman and Hall / CRC. 2nd edition.

Martínez, R., *et al.* (2015). Inseguridad alimentaria y vulnerabilidad social en Chiapas: el rostro de la pobreza. *Nutrición hospitalaria*, 31 (1), pp. 475-481. Recuperado de: http://scielo.

isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000100054 [Consultado el 23 de diciembre de 2020].

Pizarro, R. (2003). La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina. CEPAL, ONU. Serie: Estudios Estadísticos. Santiago de Chile, febrero de 2003. Recuperado de: https://www.cepal.org/es/publicaciones/4762-la-vulnerabilidad-social-sus-desafios-mirada-america-latina [Consultado el 22 de diciembre de 2020].

Sagarpa. (2017). *Maíz grano blanco y amarillo mexicano. Planeación agrícola nacional 2017-2030*. México: Sagarpa. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B_sico-Ma_z_Grano_Blanco_y_Amarillo.pdf [Consultado el 25 de noviembre de 2020].

SIAP-Sader, 2020. Estadísticas de producción agrícola. Datos abiertos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php [Consultado el 25 de noviembre de 2020].

Rencher C. (2002). *Methods of multivariate analysis*. 2nd edition. Estados Unidos: Wiley and sons. Series in probability and mathematical statistics.

Risk, B., *et al.* (2003). *At risk. Natural hazards, people´s vulnerability and disasters*. 2nd edition. Londres: Routledge.

CUARTA PARTE

DESAFÍOS PARA CONSTRUIR TERRITORIOS INTELIGENTES

EL IMPACTO DEL COVID-19 EN LA DESERCIÓN DE LA EDUCACIÓN BÁSICA. UN PROBLEMA DE VULNERABILIDAD Y DESIGUALDAD

Agustín Olmos Cruz[*]
Fernando Carreto Bernal[*]
Carlos Reyes Torres[*]

Resumen

La deserción es un fenómeno de ausentismo parcial o total que se produce cuando un alumno abandona la escuela, lo cual produce un daño social considerable de largo alcance para el desarrollo económico de un país, pero además hunde a masas numerosas de la población en la incultura privándoles del disfrute de uno de los valores más esenciales como es la educación. El objetivo del trabajo es analizar el impacto que la COVID-19 tendrá en la deserción de los escolares de educación básica respecto a su permanencia como estudiantes regulares, al transformar el proceso enseñanza-aprendizaje de presencial y tomar clases a distancia, por el confinamiento establecido para evitar contagios masivos; el déficit de herramientas tecnológicas como medio pedagógico será la limitante para atender las clases virtuales. En este sentido, nos auxiliaremos con la teoría económica que hace señalamientos sobre el abandono prematuro de la escuela de personas de una edad temprana (en promedio), de nivel socioeconómico bajo. Con respecto a la metodología, la estructuramos con el método descriptivo situacional, la regionalización socioeconómica que nos proporciona un marco de referencia global homogénea que, desde el punto de vista geográfico, económico, demográfico, étnico y cultural, nos muestra el nivel de vida económica de la población, con lo cual presentamos resultados importantes sobre este aspecto que se convierte en un problema de vulnerabilidad y desigualdad en el ciclo escolar 2020-2021 en México.

Palabras Clave: Educación básica, Deserción, Pandemia, cultura, vulnerabilidad.

* Universidad Autónoma del Estado de México: aolmosc@uaemex.mx | fcarretob@uaemex.mx | creyest@uaemex.mx

Abstract

Dropouts are a phenomenon of partial or total absenteeism, which occurs when a student drops out of school, which produces considerable far-reaching social damage to the economic development of a country, but also plunges large masses of the population into inculture depriving them of the enjoyment of one of the most essential values such as education. The objective of the work is to analyze the impact that COVID-19 will have on the dropout of basic education students regarding their permanence as regular students, by transforming the teaching-learning process of face-to-face and taking classes remotely, by the confinement established to avoid mass contagions; the lack of technological tools as a pedagogical means, will be the limitation to attend the virtual classes. In this sense we are auxiliary with the economic theory that makes points about the premature abandonment of the school of people of more or less early age, of low socioeconomic level. With regard to the methodology, we structure it with the situational descriptive method, the socioeconomic regionalization that provides us with a homogeneous global frame of reference that from the geographical, economic, demographic, ethnic and cultural point of view, presents us with the economic standard of living of the population, with which we present important results on this aspect that becomes a problem of vulnerability and inequality in the 2020-2021 school year In Mexico.

Keywords: Basic education, Desertion, Pandemic, culture, vulnerability.

Introducción

La deserción escolar es considerada un fenómeno donde el alumno abandona la escuela. En nuestro país esta situación se presenta muy fuerte en todos los niveles, lo que vulnera el desarrollo cultural y científico de nuestra sociedad. Este ausentismo parcial o total se produce cuando un estudiante abandona la escuela por diversas circunstancias, muchas veces de tipo económico, o por factores familiares o psicológicos que impiden su permanencia en la institución.

La deserción se ha dado de manera natural durante todos los ciclos escolares, con porcentajes de promedios mínimos, pero ahora hay que agregar los efectos que producirá la pandemia de COVID-19, por el confinamiento de la población en

general para evitar contagios masivos, que incluye a los estudiantes que cursan la educación básica en todo el país, convirtiendo al hogar en escuela y estudiar a distancia, para continuar con el ciclo escolar actual. Se tuvo que hacer uso de los recursos que se tenían a la mano para poder continuar con el ciclo escolar, esto representó un desafío para la Secretaría de Educación Pública (SEP), de evitar el abandono escolar, que en muchos años no ha logrado abatir por diversas situaciones como la falta de presupuesto y voluntad política para cubrir las necesidades que cada región geográfica tiene y atender la matrícula existente.

El impacto que la COVID-19 tendrá en el desarrollo de la educación básica por el confinamiento plantea un problema de abandono muy fuerte, se pronostica que será de 10% en el ciclo escolar 2020-2021; es decir, que aumentará en 5 puntos porcentuales, por la serie de dificultades económicas y tecnológicas que los alumnos experimentan para atender sus clases diarias. Brindar el servicio educativo igualitario e incluyente representa un desafío en estos momentos de pandemia por las limitantes que se tienen tanto tecnológicas como de herramientas digitales, para atender sus clases diarias que ahora son a distancia. En este sentido se utiliza la televisión, radio, correo, computadora e Internet, los cuales en algunas regiones del país no se cuenta con electricidad o Internet.

Por ello, el objetivo de este trabajo centra su atención en los hechos que en sí mismos se presentan, apoyando en el entendimiento de la realidad del abandono escolar, como conjunto articulado de unidades sociales y espaciales que muestran los comportamientos específicos y las desigualdades existentes, incrementadas en la COVID-19 que genera la vulnerabilidad educativa.

En ese contexto el abandono es inminente por la precariedad económica en la que se encuentran muchas familias que viven en zonas rurales y marginadas, por lo que hoy en día es difícil conservar la matrícula. Precariedad que se acentúo principalmente por la pérdida de trabajo de algunos padres de familia los vuelve vulnerables por tener menores ingresos y la menor accesibilidad a beneficios sociales durante este proceso; hay que agregar el hecho de que no pueden estudiar a distancia durante la contingencia por carecer de computadora o algún otro dispositivo electrónico, peor aún porque no cuentan con conexión a Internet.

La pobreza en general y la crisis de COVID-19 son afectaciones que incrementarán el abandono escolar, aunado a las disparidades educativas existentes, como la falta de material didáctico suficiente que ha sido recurrente, reduciendo las oportunidades de

asistencia de los alumnos que están en el rango de edad de 6 a 14 años, y por estar dentro del grupo de población vulnerable, lo que invariablemente afectará al grado promedio de escolaridad del país, repercutiendo en el desarrollo económico actual nacional.

Antecedentes de la deserción escolar en educación básica en México

Las últimas décadas del siglo XX y principios del XXI se han caracterizado por ser una época de grandes transformaciones en los diversos órdenes de la vida nacional; cambios que han implicado el rompimiento de paradigmas sociales, personales y organizacionales y el impacto de la ciencia y la tecnología que han influenciado notablemente en la mejora de la educación, con la evolución de la pedagogía (ANMEB, 1992).

En consecuencia, la educación ha sido transformada para atender los requerimientos de la época actual; por una parte, para promover el desarrollo económico, y por otra, fortalecer el aspecto social sustentado en la equidad de oportunidades. Por ello, el sistema educativo mexicano ha realizado grandes esfuerzos por atender a toda la demanda educativa, buscando abatir reprobación y rezago, ofreciendo mejores formas de incorporación al servicio.

En este contexto se describen algunos datos históricos sobre el rezago educativo, tomando como base el ciclo escolar 1994-1995, período en que se pone en marcha el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica y Normal (ANMEB, 1992), y donde se hace el registro de datos más sistemático, que sirvió de base para extender la cobertura y elevar la calidad de los servicios a través de una estrategia que atendía a la herencia cultural y educativa. Y también sirvió de base para plantear la Reforma Educativa del periodo presidencial de Enrique Peña Nieto (2012-2018).

A partir de la implementación del ANMEB se integra como nivel básico la educación preescolar, primaria y secundaria y se reforma el Artículo 3ro. Constitucional, para incluir como obligatorio a estos niveles e integrarlos a la educación primaria, que era el único hasta ese momento. Por lo anterior se afirmaba que el programa en desarrollo representaba un desafío para la atención de toda la matrícula existente y que la intención de disminuir el rezago era total, por lo que se buscaba ampliar la cobertura de los servicios, mejorar su pertinencia e introducir las innovaciones que

en ese momento se requerían (Servicios Educativos Integrados al Estado de México [SEIEM], 1997).

La información estadística del ciclo escolar 1994-1995 es representativa, ya que es el año en que se aplica el ANMEB, el cual registró datos de aprobación, reprobación y abandono escolar, mismos que se obtuvieron del formato 911.1. Para el caso del nivel preescolar, éste no contenía el apartado de deserción escolar; sin embargo, el registro quedó de la siguiente forma.

En el nivel preescolar, modalidad que atiende las capacidades físicas afectivo sociales y cognoscitivas en beneficio de una mejor y mayor atención a los menores de 6 años; en el ciclo escolar 1994-1995 no era obligatorio la asistencia a la escuela, por ello la cobertura de atención fue de 75% de la matrícula potencialmente existente en ese momento; la relación alumno-maestro fue de 23.8% y la deserción de un 8.2%; este porcentaje se debió principalmente a una baja cobertura en las zonas rurales e indígenas.

En el nivel primaria, el comportamiento de la matrícula atendida fue de 98%, la relación alumno-maestro de 30.9%, el índice de reprobación fue de un 8.1% y la deserción de 3.4%, teniendo un aprovechamiento escolar de 7.6%. Es de notar que, aunque la matrícula de 6 a 12 años se atendió, el aprovechamiento fue bajo casi en su totalidad, considerando la forma desigual de atención en zonas urbanas y rurales.

En el nivel secundaria, la matrícula atendida fue de 88.2%, la relación alumno-maestro fue de 17.5%, el índice de reprobación se presentó en 23.5% y la deserción en 8.2%. Este nivel se volvió obligatorio a partir del ciclo escolar 1994-1995, y con el nuevo arreglo, en el aprovechamiento no hubo variación y se mantuvo en 7.5% en todos los ámbitos geográficos del país.

Aspectos teóricos de la deserción en educación básica

Para entender mejor el término deserción escolar, nos apoyamos en la información que genera Rafino (2020), presentando una descripción detallada sobre el tema:

¿Qué es la deserción escolar?

La deserción es el abandono de la escuela por los niños antes de cubrir el tiempo legal de la escolaridad. El ausentismo produce un daño social considerable en la

población de largo alcance, pues priva a los individuos de los valores más esenciales como es la educación y la cultura, y provoca que el nivel de desarrollo económico del área sea bajo (Ramírez y Galván, 2003).

Causas de la deserción escolar

Este fenómeno puede darse tanto en la educación primaria como en secundaria y no tiene una causa sencilla ni única, sino que se debe a diversos factores, que facilitan o complican el estudio, generalmente económicos, sociales y culturales que confluyen para que los estudiantes abandonen la escuela y se dediquen a la realización de otras actividades, o los que impiden o no permiten el estudio, como pueden ser problemas personales de aprendizaje.

Teorías y factores que intervienen en la deserción escolar

Los estudios sobre deserción escolar en la actualidad se han presentado de manera desorganizada, por lo que ha sido muy difícil coincidir en su estudio, ya que existen diversos puntos de vista para explicarla. En este sentido se plantea una forma de organizar los diversos factores condicionantes que ayuden a estudiar el tema; para este fin, en el cuadro 1 se presenta el enfoque de algunas teorías sobre deserción escolar.

Cuadro 1. Teorías de la Deserción Educativa

Teoría económica	El aspecto económico influye en la continuidad de los estudios.
Teoría organizacional	La atención en los efectos de la organización escolar burocrática influye en la satisfacción de los alumnos.
Teoría ambiental de organización	Se considera que la estructura organizacional es para atender y satisfacer los intereses de ciertos grupos de alumnos.
Teoría interaccional	Considera la conducta de los alumnos como reflejo de los atributos individuales y organizacionales.

Teoría psicológica	Los atributos intelectuales de cada individuo influyen en su aprendizaje.
Teoría del lugar central	Es el núcleo de población que ofrece bienes y servicios especializados a un área mucho más amplia que la ocupada físicamente por el mismo.

Fuente: Elaboración propia con base en Huerta y Allende (1989).

Estas teorías son las que en la actualidad dominan los puntos de vista más comunes en el abandono escolar. Se considera la conducta de los alumnos como un punto de referencia que refleja la forma de comportamiento social que influye en lo individual y por consiguiente en la organización escolar.

En una explicación más amplia, se describen los factores condicionantes que influyen en la deserción escolar:

- *Factores socioeconómicos.* La falta de ingresos familiares insuficientes son causa muchas veces del abandono, situación que se presenta cuando un padre de familia tiene un salario muy bajo y varios hijos; las necesidades básicas de sustento generan un estímulo al trabajo temprano.
- *Factores personales.* Cuando los alumnos provienen de áreas rurales marginadas, la carencia de estímulos personales impide tener una comunicación efectiva, motivo por el cual no logran darse a entender.
- *Factores psicológicos.* Presentan deficiencia en el desarrollo biológico que incluyen problemas congénitos que los ponen en desventaja con el resto de sus compañeros.
- *Factores institucionales.* La institución presenta deficiencia en su infraestructura y ausencia de material didáctico, además de no promover el apoyo de becas, situación que provoca desamparo e incrementa la desigualdad.
- *Factores familiares.* Cuando la familia es disfuncional por drogadicción, violencia, condiciones sanitarias y la vivienda, estimulan al alumno a desertar.
- *Factores sociales.* La vulnerabilidad social que se vive en muchas localidades del país, como la criminalidad, la emigración o la presencia de bandas delictivas, producto de la marginación y pobreza, fomentan el abandono escolar.

Consecuencias de la deserción escolar

La educación es uno de los valores más preciados para el individuo, ya que le brinda la oportunidad de ser una mejor persona, ofreciéndole madurez cognitiva, proceso de socialización temprana, educación en los valores cívicos, morales y democráticos y el fortalecimiento de las habilidades físicas e intelectuales para desarrollar la actividad profesional en la que se prepare. Plasmado en el Artículo 3º Constitucional, es un derecho ciudadano para ser educado por el bien de la patria, sin embargo, la deserción escolar es un problema cotidiano que vuelve vulnerable al sector escolar, delatando profundas razones, entre ellas de tipo cultural, institucional y político.

Vulnerabilidad

En el diccionario enciclopédico ilustrado Emán (2004), la palabra "vulnerabilidad" se define como "que puede sufrir algún daño moral o físico". Desde la perspectiva geográfica se cuenta que la forma y calidad del terreno hace que sus habitantes se acostumbren a la inseguridad producida por los riesgos y amenazas constantes de las inclemencias climáticas, geológicas o sociales. Factores importantes que forjan el carácter de personalidades duras, resistentes y predispuestas a sacrificios provocados por las limitantes territoriales y sociales que casi siempre está asociado a los conceptos de pobreza y marginación (Cardoso, 2019).

Vulnerabilidad educativa

Se refiere a aquellos individuos que experimentan una serie de dificultades marcada a lo largo de su trayectoria escolar que les impiden sacar provecho al currículo y a las enseñanzas dentro del aula de clase (Díaz y Pinto, 2017). En el cuadro 2 se presenta la estructura que se instrumenta para atender el objetivo de este trabajo.

Cuadro 2. Estructura de la vulnerabilidad económica

Teoría económica	Marginación	Hay una correlación entre el bajo rendimiento escolar y el abandono de las aulas por las malas condiciones que se deriva de una situación general de pobreza, alimentación deficiente, hacinamiento y falta de material para el estudio.
	Educación a distancia	Hay una correlación entre las tecnologías de la información y comunicaciones y las estrategias de enseñanza centradas en el alumno, es decir, atender formas de autoaprendizaje.
	Brecha digital	Hay una correlación entre las tecnologías de la información y comunicaciones y el material didáctico requerido para el autoaprendizaje, el cual se vincula con el acceso a internet de acuerdo con las regiones geográficas.

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de deserción económica de Lomelí (2021).

Metodología

Tipo de investigación: Descriptivo

La metodología que se utiliza para el desarrollo este trabajo y ayuda a responder al objetivo planteado, es de tipo descriptivo, la cual de acuerdo con Hernández Sampieri (1998) "permite describir situaciones y eventos" y de esta manera conocer cómo se manifiesta un determinado fenómeno, para lo cual se contemplaron las siguientes etapas: la regionalización; recopilación datos de población de diversas fuentes institucionales oficiales.

El diseño metodológico estructurado contiene factores e indicadores que ayudan a diagnosticar el tema de la deserción educativa, enfocándose principalmente en los aspectos socioeconómicos, pedagógicos y sociodemográficos. Para asistir a la escuela es fundamental el factor socioeconómico, los bajos ingresos familiares repercuten en la necesidad de ausentarse del aula de clase, pues existe la necesidad de trabajar para contribuir al gasto familiar. Con respecto al factor pedagógico se tiene la referencia

sobre las carencias más elementales que las escuelas tienen para la impartición de clases y ahora se integran otros elementos como el Internet y la infraestructura digital y, por último, el factor sociodemográfico describe la edad y área de residencia del alumno. En el cuadro 3 se muestran los factores e indicadores utilizados en este estudio.

Cuadro 3. Variables e indicadores de la deserción escolar

Variables	Indicadores
Factores socioeconómicos	• Índice de marginación
Factores pedagógicos	• Recursos con cuenta el alumno
Factores sociodemográficos	• Edad • Lugar de residencia

Fuente: Elaboración propia con base en los factores propuestos por Rafino (2020).

Criterios de análisis

Después de plantear las etapas mencionadas, se indican los resultados describiendo por región geográfica la realidad del abandono escolar, y se establece la relación de la educación básica y los efectos de la COVID-19. Además, se resaltan semejanzas y diferencias que existen en cuanto a la atención de la matrícula, y así poder identificar las posibles causas de la deserción escolar (Lisker, 2017).

Resultados

Descripción

La información socioeconómica, sociodemográfica y pedagógica se presenta por región geográfica tomando como base los criterios establecidos por el doctor Ángel Bassols en su libro *Geografía socioeconómica de México* (2012), para ubicar las regiones donde la deserción escolar es mayor en la época actual, por ello se presenta en el cuadro 4 la organización regional agrupando las entidades federativas.

Cuadro 4. Regionalización socioeconómica de México por entidades federativas

Región Noroeste	Región Norte	Región Noroeste	Región Centro-Norte	Región Centro-Occidente
Baja California	Chihuahua	Nuevo León	Zacatecas	Nayarit
Baja California Sur	Coahuila	Tamaulipas	San Luis Potosí	Jalisco
Sonora	Durango			Aguascalientes
Sinaloa				Guanajuato
				Colima
				Michoacán
Región Centro	Región Sur	Región Este	Región Península de Yucatán	
Querétaro	Guerrero	Veracruz	Campeche	
Estado de México	Oaxaca	Tabasco	Yucatán	
Cd. De México	Chiapas		Quintana Roo	
Hidalgo				
Morelos				
Tlaxcala				
Puebla				

Fuente: Bassol (2002), *Geografía socioeconómica de México*.

La concentración de entidades en algunas regiones del país está caracterizada por el factor económico, que determina los modos de producción y a la vez expone el nivel de pobreza y marginación, permitiendo clasificar a la población en cuatro categorías: bajo, medio, alto y muy alto.

Para ubicar a una familia en una de estas cuatro categorías se conjugó el nivel de ingreso, educación y ocupación, lo que representó identificar los problemas de asistencia de alumnos de educación básica, que al abandonar la escuela se convierten en rezago educativo, por la ambigüedad de las acciones institucionales y el nivel cultural de nuestra sociedad, hacen una correlación que abona a este indicador. En el cuadro 5 se muestra el índice de marginación por región.

Cuadro 5: Regionalización socioeconómica de México por entidad federativa

Región	Índice de marginación		Región	Índice de marginación	
Región Noroeste	-0.73140	bajo	Región Centro	-1.27454	bajo
Región Norte	-0.6231	bajo	Región Sur	2.149076	muy alto
Región Centro-Norte	0.2950	alto	Región Este	0.96648	alto
Región Noreste	-1.04155	Muy bajo	Región Península	0.241286	alto
Región Centro-occidente	-0.305721	bajo	Nacional	0.3333	

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010.

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica, expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo nacional.

Las regiones geográficas clasificadas por categorías se agrupan de la siguiente manera: categoría de índice muy bajo está la región noreste; con un índice bajo, estas cuatro regiones: noroeste, norte, centro-occidente y centro, con índice alto hay tres regiones, que son: centro-norte, este, península, y con índice muy alto, la región sur.

Para los alumnos que habitan estas regiones de índice de marginación muy alto, tiene serias implicaciones vivir en la pobreza, por la explotación de la que son objeto. Habitar en alguna de estas regiones donde faltan los servicios básicos necesarios para tener una calidad de vida óptima, son factores negativos que representan exclusión y desigualdad, lo que se traduce en abandono escolar.

Otros componentes asociados a la deserción escolar y por ende al rezago educativo, es el Grado Promedio de escolaridad de la población total, que representa los años estudiados de manera general y cuya influencia en el abandono escolar repercute. En el cuadro 6 se presenta el panorama por región.

Cuadro 6. Grado de escolaridad por regiones socioeconómicas

Región	Grado promedio de escolaridad	Región	Grado promedio de escolaridad
Región Noroeste	9.8	Región Centro	9.4
Región Norte	9.5	Región Sur	7.5
Región Noreste	9.9	Región Este	8.7
Región Centro Norte	8.7	Región Península de Yucatán	9.1
Región Centro-Occidente	7.3	Nacional	9.2

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015.

La información que se presenta en este cuadro se clasifica de la siguiente manera: un grado de escolaridad alto se considera los 9.0 puntos que se traduce en Educación Secundaria terminada, ubicando a las regiones noroeste, norte, noreste, centro y península; un grado medio de 8.0 puntos se traduce en segundo grado de secundaria y están contenidas las regiones centro-norte y la del este y el grado promedio de escolaridad bajo 7.0 puntos, es culminado el primer año de secundaria y las regiones que tienen este nivel son la centro-occidente y sur.

Cuando se habla de las repercusiones de este factor en el abandono, se refiere a que los padres de familia por la contingencia deben apoyar a sus hijos en las actividades y tareas escolares, sin embargo, para ellos es una tarea adicional en primer lugar y en segundo: sus conocimientos están desfasados y les resulta muy difícil acompañarlos, esta situación se presenta más en zonas marginadas y lugares habitados por indígenas que sienten que la educación no es importante.

En referencia a la infraestructura digital en la actualidad se presentan datos estadísticos que nos revelan cuántos hogares existen en México que cuentan con televisores, telefonía fija, conectividad a Internet, e incluso servicio postal. En el cuadro 7 aparece el concentrado de datos de la infraestructura digital (ENDUTIH-INEGI, 2019).

Cuadro 7. Indicadores de infraestructura de México

Indicador	Unidad de medida	Cantidad
Total de viviendas particulares 2020	Hogares habitados	35 219 141
Viviendas con televisores	Televisor/ hogar	32 200 000
Viviendas particulares con líneas telefónicas fijas 2018 (IFT)	Línea telefónica	20 032 550
Viviendas con conexión a internet	Viviendas con internet	20 130 000
Viviendas con computadora (2019)	Viviendas con computadora	15 876 835

Fuente: Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y uso de Tecnologías de la Información en Hogares (ENDUTIH), INEGI, 2019.

En México existen 35 millones de hogares, 89% cuenta con al menos una televisión, 55% con una línea telefónica fija y 49% con Internet, es decir, aproximadamente 67 millones de habitantes disponen del servicio.

En cuanto a la tasa de deserción, la estructuración del cuadro 8 ha considerado prácticamente dos niveles educativos: primaria y secundaria. El nivel preescolar no por ser una etapa de maduración, donde el juego cobra relevancia para socializar a los niños de 3 a 6 años; en la primaria comienza el aprendizaje y la matriculación es un dato importante para los análisis de aprovechamiento, reprobación y deserción, al igual que en el nivel secundaria. En el cuadro 8 se presenta la tasa de deserción por región del ciclo escolar 2018-2019.

Cuadro 8. Regionalización socioeconómica de México por entidades federativas

Región	Tasa de deserción	Región	Índice de marginación
Región Noroeste	4.6 %	Región Centro	4.8%
Región Norte	5.3%	Región Sur	6.0%
Región Centro-Norte	5.7%	Región Este	4.8%
Región Noreste	4.3%	Región Península	4.6%
Centro-occidente	6.2%	Nacional	5.0%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2019.

La descripción por regiones queda de la siguiente manera: una tasa de deserción alta se considera de 6.0 puntos porcentuales; las regiones que están en este rango son la centro-occidente y la sur; de deserción media tiene 5.0 puntos porcentuales y las regiones en este rango son centro-norte y norte; una baja deserción es la que contiene 4.0 puntos porcentuales, y las regiones consideradas en este rango son noroeste, noreste, centro, este y península.

En la información referente a la COVID-19 se obtuvo el dato estadístico por entidad federativa del mes de diciembre de 2020 en cuanto a contagios registrados, los cuales ascendían 2 150 262, que representa 1.7% de la población total del país. En el cuadro 9 presenta la distribución de contagios.

Cuadro 9. Contagios de COVID-19 por región

Región Noroeste	7.9%	Región Centro	44.2%
Región Norte	6.3%	Región Sur	3.9%
Región Centro-Norte	3.8%	Región Este	5.1%
Región Noreste	7.6%	Región Península	2.8%
Región Centro-occidente	18%	Nacional	100%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2020.

Clasificando los datos, se tienen diversos rangos, los contagios más altos se concentran en dos regiones: la centro-occidente y la centro que, juntas, contienen 62.2% de personas infectadas; suman 13 entidades federativas y cuentan con el mayor número población. En ambas hay zonas metropolitanas que representan 19% de la población total; en un rango medio pueden ser consideradas las regiones noroeste, norte, noreste y este, y en un rango bajo las regiones centro-norte, sur y península.

Comparación

En este apartado se resaltan las semejanzas de los datos obtenidos en el estudio que nos ayudan al entendimiento de la realidad como conjunto articulado de unidades sociales y espaciales que muestran los comportamientos específicos de los factores económicos, demográficos y pedagógicos por región geográfica y que impactan directamente en la tasa de deserción, por lo cual, el cuadro 10 da cuenta de este esbozo.

Cuadro 10. Comparación de los factores económico y pedagógico

Región	Grado promedio de escolaridad	Índice de marginación	Tasa de deserción	Región	Grado promedio de escolaridad	Índice de marginación	Tasa de deserción
Región Noroeste	9.8	-0.73140 bajo	4.6	Región Centro	9.4	-1.27454 bajo	4.8
Región Norte	9.5	-0.6231 bajo	5.3	Región Sur	7.5	2.149076 muy alto	6.0
Región Noreste	9.9	-1.04155 Muy bajo	4.3	Región Este	8.7	0.96648 alto	4.8
Región Centro-norte	8.7	0.2950 alto	4.3	Región Península	9.2	0.241286 alto	4.6
Región Centro – Occidente	7.3	-0.305721 bajo	6.2	Nacional	9.2	0.333	5.0

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010-2019.

La información que se presenta en el cuadro se clasifica considerando la relación existente de los tres factores y así se tiene que la región noroeste presenta un índice de marginación muy bajo, tienen un grado de escolaridad alto (9.8) y una tasa de deserción baja (4.6), es decir, tiene un nivel de escolaridad de casi primer año de medio superior, un nivel bajo de pobreza de la población y su tasa de deserción es menor a la nacional, hay correspondencia en esta relación de factores.

Siguiendo con esta clasificación y análisis, se observa que las regiones norte y noreste tienen datos similares: escolaridad por arriba del nivel secundaria (9.7), bajo índice de marginación y tasas de deserción menores a la nacional (4.8).

Continuando con este orden de ideas, la parte contraria tenemos las regiones centro-norte, este y península, que tienen tasa de deserción abajo del nivel nacional (4.5), pero índices de marginación altos y el nivel de escolaridad menor a las tres regiones del norte del país, aquí casi terminan la secundaria (8.8).

Y la región con una tasa por arriba del promedio nacional es la del sur (6.0), la marginación es muy alta y la escolaridad es de primer año de secundaria (7.5); hay correspondencia entre los datos en esta zona del país.

Se han presentado las relaciones de las regiones donde las tasas de deserción no tendrán variabilidad por COVID-19; sin embargo, hay dos regiones con afectaciones muy serias las cuales son: la región centro-occidente y la centro. Ambas suman 13 entidades federativas y concentran a 64 millones de habitantes, de acuerdo con el censo de población y Vivienda (INEGI, 2020), lo que representa un alto nivel de contagios, pues se calcula en 1.3 millones de personas infectadas a diciembre 2020, lo que equivale a 60% del total nacional.

El nivel de confinamiento en estas regiones es estricto para evitar más contagios y defunciones, en este sentido los alumnos de educación básica del ciclo escolar 2020-2021 toman clases en sus hogares, utilizando tecnología como la televisión abierta, televisión de paga, computadoras e Internet; hay regiones donde también el servicio postal es utilizado, como sucede en el estado de Michoacán.

Sin embargo, se observa que la población de manera general no puede atender sus actividades vía remota, para los alumnos tomar clase por televisión les causa aburrimiento y a los padres de familia preocupación por no saber cómo apoyarlos; los conocimientos que se imparten ahora no los entienden y poco pueden hacer; por lo tanto, el aprendizaje es incierto y la deserción parece inminente. La educación a distancia es más observable y cuestionada.

Análisis de las discrepancias

Detallar las causas de la deserción de los alumnos de educación básica en el ciclo escolar 2020-2021 e identificar las causas que origina el abandono escolar, es un tema de vulnerabilidad que requiere ser atendido de manera prioritaria. La debilidad económica lacera a los hogares mexicanos y su impacto se refleja en los hijos que tienen que integrarse al ámbito laboral para ayudar con el gasto familiar, además de tomar clases en casa, pero sin la instrumentación tecnológica adecuada.

Con el análisis realizado de los tres factores considerados para este estudio, se estableció una clasificación sencilla de alto, medio y bajo, con la finalidad de observar semejanzas y diferencias, en el rubro de vulnerabilidad económica, por lo tanto, las

relaciones que se describen dan idea de cómo está el comportamiento de la deserción escolar y cómo lo afecta el COVID-19.

La relación de los índices arrojados de las operaciones precedidas dentro de la clasificación de bajo, medio y alto, mantienen una congruencia entre sí. Por ejemplo, la región sur presenta datos de índices bajos de escolaridad, deserción y marginación, los datos tienen una congruencia de valores entre sí, por lo que se observa que el impacto de COVID-19 será mínimo. Las localidades están muy alejadas y las variantes en la deserción no tendrán cambios significativos. Este comportamiento lo tienen las otras seis regiones que mantienen constancia en sus datos y la relación es muy parecida.

Sin embargo, las regiones centro-occidente y centro agrupan a 13 entidades de la República que concentran a 50% de la población total, por consiguiente, la tasa de contagios es alta. Entre ambas suman 62.2% de personas infectadas del total nacional; de acuerdo con los resultados del Censo de 2020, es parte de 70% de la población urbana, por ello el confinamiento es más estricto.

Alberga a 16 051 957 millones de familias, de los cuales 14 millones tienen al menos un televisor y cuentan con conectividad a Internet; sin embargo, el servicio brindado a todos los hogares de manera masiva se satura, por lo que el servicio se vuelve deficiente y en algunos casos no existe.

Ésta es una discrepancia que se menciona, pues en las regiones más pobladas del país, los servicios tecnológicos digitales no son suficientes para atender la educación a distancia, a pesar de contar con los servicios requeridos, como Internet y energía eléctrica, mismos que tienen fallas por la saturación del servicio.

Éstas son las regiones, donde su matrícula se identifica plenamente y, por consiguiente, es más fácil de detectar la deserción escolar; es aquí donde se verá incrementado en 10% el factor del abandono escolar.

Conclusiones

El impacto que la COVID-19 tendrá en la deserción de la Educación Básica como panorama no es alentador, por lo que se convierte en un problema de vulnerabilidad y desigualdad, al centrar la atención en los hechos que en sí mismos se presentan, apoyándose en el entendimiento de la realidad del abandono escolar como conjunto,

articulado de situaciones tanto económicas como sociales que acompañan al alumno en su entorno y los efectos espaciales que muestran los comportamientos específicos de la organización del Sistema Educativo Mexicano, que no favorece el aprendizaje de los que menos tienen de manera natural y los provocados por la pandemia.

Los efectos se presentan como un problema fuerte que hay que resolver, pues se observa un importante incremento de 5.0 puntos porcentuales, impactando principalmente las regiones centro-occidente y centro; zonas que concentran 50% de la población total de país, según los resultados del Censo 2020, proporcionados por el INEGI, donde el contagio es mayor, por lo cual son lugares de alto riesgo de abandono escolar por las condiciones existentes, por el déficit de herramientas tecnológicas para tomar clases de manera virtual como la televisión o la computadora, y porque no todas las familias cuentan con estos insumos, aunado al incremento de problemas de Internet o a la falta de energía eléctrica en zonas rurales.

Tomar clases a distancia plantea fuertes inconvenientes, como cultura del aprendizaje que es tradicionalmente presencial, la interacción entre compañeros es esencial para el fortalecimiento cognitivo y social del alumno y al carecer de estos elementos, el aprendizaje es poco atractivo, aunado a la precariedad económica de las familias, y que el abandono es inminente.

De igual manera, la cultura del docente de impartir clase es evidentemente presencial, e impartir vía remota representa un grave problema de organización y entendimiento, no hay explicaciones claras lo que lleva a confundir al alumno y esto también contribuye al abandono escolar.

Cada una de las condiciones antes descritas contribuirá al crecimiento de las desigualdades educativas, ya de por sí grandes en nuestro país, lo que se verá reflejado en una disminución del aprendizaje de la población, en particular aumentar la vulnerabilidad económica y social de la población.

Referencias

Banco Mundial. (2020). Covid-19: Impacto en la educación y respuestas de política pública. Recuperado de: http://pubdocs.worldbank.org/en/143771590756983343/Covid-19-Education-Summary-esp.pdf

Backhoff, E. (2020). Educación y Covid-19 en México. Recuperado de: https://www.eluniversal.com.mx/opinion/eduardo-backhoff-escudero/educacion-y-covid-19-en-mexico-ii

Bassols, B. (2012). *Geografía socioeconómica de México, Aspectos físicos y económicos por regiones*. México: Trillas.

Castro, D. y Cano, G. (2013). Pobreza y vulnerabilidad: factores de riesgo en el proceso educativo. Contextos Educativos. *Revista de Educación*. Recuperado de: https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/contextos/article/view/1290/1209

Cardoso, M. (2019). Estudio de la vulnerabilidad y la resiliencia en la ciudad de Santa Fe, Argentina: El rol de los servicios urbanos en general y del transporte de pasajeros en particular. *Revista de Geografía Norte Grande, Scielo*. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022019000200133

Conapo. (2010). Recuperado de: www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/2010

Coneval, 2018. Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social [Documento normativo]. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx

Díaz, L. y Pinto, L. (2017). Vulnerabilidad educativa: un estudio desde el paradigma socio crítico. *Revista electrónica Praxis*. Recuperado de: https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/1267/1834

SEP. (1992). Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB). *Diario Oficial de la Federación.* México. Recuperado de: https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/b490561c-5c33-4254-ad1c-aad33765928a/07104.pdf

Fernández, M. *et al.* (2020). Lecciones del COVID-19 para el Sistema Educativo Mexicano. *Nexos*. Recuperado de: https://educacion.nexos.com.mx/?p=2228

Gobierno de México. (2020). SEP estima deserción de 10% en educación básica y 8% en superior por la COVID. Recuperado de: https://www.animalpolitico.com/2020/08/sep-desercion-educacion-covid/

González, R. (1990). La brecha digital en la educación básica en México. Recuperado de: https://recursos.educoas.org/sites/default/files/VE14.381.pdf

Heredia, R. (2020). El Sistema Educativo Mexicano frente a la crisis del COVID-19. "Desde otro Ángulo". Recuperado de: https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/blanca-heredia/el-sistema-educativo-mexicano-frente-a-la-crisis-del-covid-19

Hernández, R. *et al.* (1998). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hil.

INEE. (2019). La educación obligatoria en México. Informe 2019, Instituto Nacional para la Evaluación Educativa. Recuperado de: https://www.inee.edu.mx/medios/informe2019/stage_02/index.html

INEGI. (2004). El rezago educativo en la población mexicana. Recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825497538/702825497538_1.pdf

INEGI. (2015). Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años por entidad federativa según sexo, años censales seleccionados 2000 a 2015. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/pxweb/pxweb/es/Educacion/-/Educacion_05.px/table/tableViewLayout2/?rxid=85f6c251-5765-4ec7-9e7d-9a2993a42594

INEGI. (2020). Población total por entidad federativa y grupo quinquenal de edad según sexo, 1990 a 2020. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_01_e60cd8cf-927f-4b94-823e-972457a12d4b

Huerta, I., y Allende, C. (1989). Teorías de la Deserción Escolar. Recuperado de: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10551/Capitulo1.pdf

Jaimes, J. (2020). El Sistema educativo en México vs Covid-19. Recuperado de: https://www.elsoldecuernavaca.com.mx/cultura/el-sistema-educativo-en-mexico-vs-covid-19-5132782.html

Lisker, L. (2017). Análisis de las discrepancias. Recuperado de: https://prezi.com/p6oi0fstmoo7/analisis-de-la-discrepancia/

Lomelí, A. (2021). Estudios sobre deserción escolar (Marco teórico). [Tesis]. Recuperado de: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10551/Capitulo1.pdf

Olmos, C. (2018). Los logros de la Reforma educativa. En *Enrique Peña Nieto: el arquitecto del México posmoderno*. México: Conocimiento y saber Siglo XXI.

Olmos, C., *et al.* (2019). La vulnerabilidad educativa, un aspecto de la marginación social en México, 2010. Una visión geográfica. En Santana, *et al. Resiliencia, territorios y gobernanza* [libro electrónico]. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.

Pérez, P. y Merino, M. (2010). Definición de vulnerabilidad. Recuperado de: https://definicion.de/vulnerabilidad/

Raffino, M. (2020). Deserción escolar. Recuperado de: https://concepto.de/desercion-escolar/#ixzz6jG9m3EiG

SEIEM. (1997). Programa de Desarrollo Institucional 1996-200 de los Servicios Educativos Integrados al Estado de México. Toluca: SEIEM.

Tourdert, D. (2013). La brecha digital en los contextos de marginación socioterritorial en localidades mexicanas: exploración y discusión. *Revista Comunicación y Sociedad*. Universidad de Guadalajara. Recuperado de: file:///Users/aolmc/Documents/11.%20Vulnerabilidad%20Educativa/La_brecha_digital_en_los_contextos_de_marginacion_.pdf

UNAM, 2020. Rezago y desigualdad será el costo de la COVID-19 en educación. Recuperado de: https://www.msn.com/es-mx/noticias/mexico/rezago-y-desigualdad-ser%C3%A1-el-costo-de-la-covid-19-en-educaci%C3%B3n/ar-BB18j1BE

LA BRECHA DIGITAL Y EL AULA VIRTUAL UNIVERSITARIA EN TIEMPOS DE COVID-19

Yuridia Lozano Peñaloza[*]
Neftalí García Castro[*]

Resumen

Esta investigación tuvo como propósito identificar algunas de las principales dificultades a las que se han enfrentado los estudiantes de nivel superior en sus actividades académicas, debido al desarrollo de éstas en el aula virtual y, en consecuencia, el uso imprescindible de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). En ese contexto, la brecha digital se ha fortalecido como un factor de exclusión y desigualdad en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un número importante de los estudiantes universitarios del país. Si bien el aula virtual ha dado pauta para dar continuidad a las labores escolares durante la contingencia sanitaria relacionada con el COVID-19, esta modalidad de las actividades escolares también ha tenido un impacto negativo en las condiciones de trabajo de los estudiantes. El presente capítulo se desarrolló con base en la revisión de la literatura especializada sobre la brecha digital, con especial énfasis en el papel que ésta desempeña como limitante para la implementación de la educación en línea en contextos económicamente desfavorecidos. Asimismo, a partir del diseño de una encuesta en Google Forms y su aplicación en la plataforma de Classroom, se conocieron las condiciones adversas que enfrentan algunos estudiantes de la Universidad Autónoma de Guerrero. De esta manera, se pudieron identificar las consecuencias de la puesta en práctica del aula virtual y algunas de las principales áreas de oportunidad de la misma.

Palabras Clave: Brecha digital, Tecnologías de Información y Comunicación, COVID-19.

* Universidad Autónoma de Guerrero: loz.uagro1@gmail.com | neftaligc@hotmail.com

Abstract

The purpose of this research is to identify some of the main difficulties that higher-level students have faced in their academic activities, due to the development of these in the virtual classroom and, consequently, the essential use of Information Technology and Communication. In this context, the digital divide has been strengthened as a factor of exclusion and inequality in the teaching-learning processes for a significant number of university students in the country. Although the virtual classroom has given a guideline to give continuity to schoolwork during the health contingency related to COVID-19, this modality of school activities has also had a negative impact on the working conditions of both students and students. teachers. The present work was developed based on the review of the specialized literature on the digital divide, with special emphasis on the role that this plays as a limitation for the implementation of virtual education or online education in economically disadvantaged socio-territorial contexts. Likewise, from the design of a survey in Google Forms and its application in the Classroom platform, the adverse conditions faced by a large part of the students of the Autonomous University of Guerrero were known. In this way, it was possible to establish a typology of the consequences of the implementation of the virtual classroom and some of its main areas of opportunity.

Keywords: Digital divide, Information and Communication Technologies, COVID-19.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define a la brecha digital como el acceso diferenciado que tienen las personas a la sociedad de la información y a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Este organismo internacional ha señalado que existe una correlación significativa entre brecha digital y pobreza, debido a que las personas que no tienen acceso a las TIC quedan rezagadas de los beneficios sociales y económicos relacionados con éstas. De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información 2020, únicamente 56.4% de los hogares del país tiene acceso a Internet.

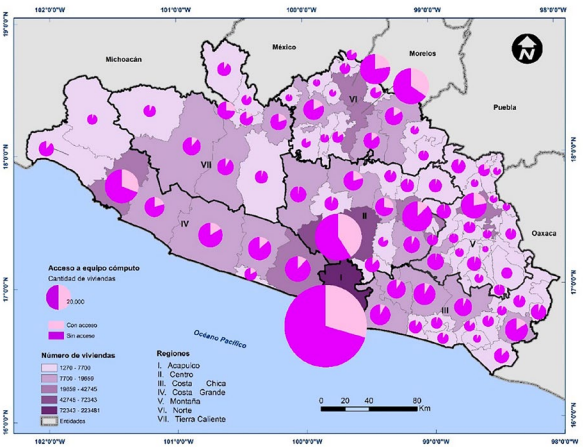
En ese sentido, el Índice de Desarrollo de las TIC (IDT), propuesto por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), pondera el acceso, uso y conocimientos sobre las TIC. Los resultados de este índice oscilan entre de 0 y 10, cero denota desarrollo nulo y diez es el más alto nivel de desarrollo de TIC. A nivel nacional el IDT es de 5.07, por encima de esta cifra están 16 entidades federativas; destacan la Ciudad de México (6.99), Nuevo León (6.56) y Sonora (6.53). En contraste, los estados con calificaciones más bajas son: Guerrero (3.90), Oaxaca (3.63) y Chiapas (3.18).

La contingencia sanitaria derivada del Covid-19 ha ocasionado cambios en las actividades cotidianas, entre ellas la educación. La formación de profesionistas de manera remota ha puesto a prueba los modelos de educación en línea, ya que éstos tienen ventajas, pero el desigual acceso a la conectividad, y los dispositivos inadecuados para desarrollar actividades escolares en esta modalidad, ha generado desequilibrios en el proceso formativo. En el país, sólo 55% de los estudiantes inscritos en universidades privadas cuentan con las condiciones para recibir educación en línea, en las instituciones públicas esta cifra es menor (20%).

Por otra parte, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en México existen 35 156 897 viviendas habitadas con las características siguientes: 62.18% no tienen computadora, 47.67% están sin conexión a Internet y 12.21% no cuentan con teléfono celular. Las demarcaciones con mayor porcentaje de viviendas sin equipo de cómputo son: Chiapas (83.7), Oaxaca (79.3) y Guerrero (79.2). En materia de la falta acceso a internet, destacan las entidades de Chiapas (77.2), Oaxaca (70.3) y Guerrero (67.9). Y entre los estados rezagados en telefonía móvil están Chiapas (29.4), Oaxaca (27.3) y Guerrero (23.4) (INEGI, 2020).

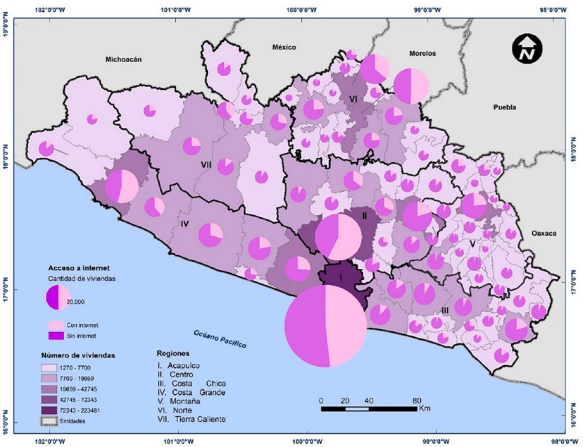
Por lo que respecta al estado de Guerrero, éste reporta un total de 939 989 viviendas habitadas, 79.2% de éstas no tienen equipo de cómputo, 67.8% no cuentan con acceso a Internet y 23.4% no disponen de un dispositivo de telefonía móvil. *Groso modo*, los municipios de La Montaña muestran una brecha digital marcada; por ejemplo, en Cochoapa el Grande, Atlamajalcingo del Monte, Acatepec, Metlatónoc y Zapotitlán Tablas, más de 97% de las viviendas no tienen acceso a una computadora (ver figura 1). Un escenario similar presenta el nivel de acceso a Internet y disponibilidad de teléfono celular, regiones como La Montaña, Costa Chica y Centro destacan por la cantidad de viviendas sin acceso a estas TIC (ver figura 2 y 3).

Figura 1. Guerrero: viviendas con equipo de cómputo por municipio, 2020



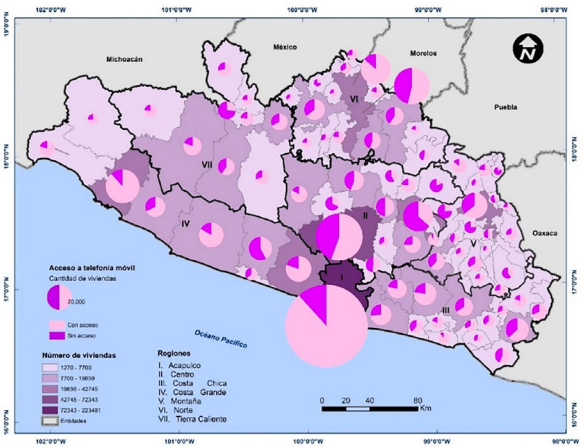
Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2020.

Figura 2. Guerrero: viviendas con Internet por municipio, 2020



Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2020.

Figura 3. Guerrero: viviendas con teléfono celular por municipio, 2020



Fuente: Elaborado con base en INEGI, 2020.

Esta investigación tuvo como propósito identificar algunas de las principales dificultades a las que se han enfrentado los estudiantes de nivel superior en sus actividades académicas, debido al desarrollo de éstas en el aula virtual y, en consecuencia, el uso imprescindible de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). En ese contexto, este trabajo tuvo como supuesto que la brecha digital se ha fortalecido como un factor de exclusión y desigualdad en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un número importante de los estudiantes universitarios del estado de Guerrero.

Marco de referencia

La brecha digital es un concepto que tiene sus orígenes en Estados Unidos en el decenio de 1990, este término nace debido a la creciente ola tecnológica de aquella época, con la finalidad de mostrar la creciente expansión digital de manera desigual en diferentes áreas geográficas. En términos generales, la brecha digital se concibe como aquella línea que divide a personas (en el plano individual o en conjunto); por un lado, están aquellos que tienen acceso a las TIC, y por otro, los que no tienen las posibilidades de integrarlas a su vida diaria (Rodríguez, 2006).

Cañón *et al.* (2016) mencionan que la brecha digital "se puede entender como la diferencia en aspectos básicos para la vida cotidiana que supone una desigualdad de oportunidades en el acceso a la información, el conocimiento y la educación" (p.121), esta problemática es pensada como un factor que determina el curso o desarrollo del individuo dentro de la sociedad; el limitado o escaso uso de las TIC suele generar un considerable rezago social. Gutiérrez (2003) refiere que la brecha digital se concibe hoy en día como una barrera para el desarrollo personal y social, con el mismo peso que aspectos de carácter económico.

Tello (2008) sugiere que existen grupos sociales que no han podido acceder a las innovaciones tecnológicas para interactuar constantemente con estas herramientas digitales, lo que pone de manifiesto las disparidades de carácter socio-territorial que dieron lugar a tal atraso. Las tecnologías de la información y comunicación han producido avances significativos en muchas áreas de la vida contemporánea; sin embargo, también han dado pauta para intensificar las condiciones adversas que caracterizan a los espacios que históricamente han quedado al margen del desarrollo en sus dimensiones distintas.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define a la brecha digital como una línea que separa a las personas (de manera individual o colectiva), en función de su nivel de acceso a las TIC. Este concepto ha revelado problemáticas en materia digital que suelen presentarse con distintas escalas territoriales (OCDE, 2001). En ese sentido, si bien se han registrado intentos de reducción de esta distancia socio-tecnológica que limita el desarrollo igualitario de las personas, la brecha digital sigue incrementándose sobre todo en espacios económicamente menos favorecidos.

Para Martínez (2020), la brecha digital puede considerarse un factor de exclusión social, ya que esta problemática tiene adjunta una serie de impactos que influyen de manera negativa en el devenir socio-territorial; por lo general, asociados con la nula o escasa posibilidad de adquirir dispositivos electrónicos y tener acceso a internet, debido a condiciones socioeconómicas adversas. Por lo tanto, las variadas situaciones desfavorables que caracterizan a las personas o espacios concretos dan lugar a la brecha digital.

Muñoz (2015) describe que la brecha digital también es considera como brecha social, debido a su impronta relevante en el ámbito económico, político, social y cultural; asimismo, cada una de estas dimensiones están presentes en los procesos de desarrollo tecnológico de cada territorio. Según Lloyd (2020), el grupo social al que

se pertenece, el origen étnico, el género, la ubicación geográfica, así como el nivel de instrucción formal, son elementos que influyen fuertemente en el grado de educación digital que puede presentar una persona o grupo humano.

Las TIC han tenido un papel fundamental desde la mitad del siglo XX; han trastocado las formas de vida (Cuen y Ramírez, 2013). Espinoza *et al.* (2018) puntualizan que la utilidad e importancia de las TIC es extensa, sus funciones operan en diversos campos de la vida diaria; se han logrado construir espacios de interacción virtual que dan pauta para la realización de distintas actividades del ser humano. En ese orden de ideas, Tello (2008) refiere que las tecnologías de la información y comunicación han aportado grandes avances en materia digital, como "almacenar, intercambiar y procesar" información de forma rápida, así como muchas más funciones que facilitan la interacción de las personas, en la actualidad.

En términos generales, las TIC fomentan el desarrollo en todas sus vertientes. No obstante, según Lloyd (2020) para explotar el potencial de éstas debe haber ciertas condiciones socioeconómicas básicas que garanticen el acceso y uso de las TIC. En el país, según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos del Hogar, 55% de los estudiantes tienen dificultades considerables para conectarse a Internet debido a sus condiciones socioeconómicas adversas y sólo 2% de la población goza sin restricciones de estos recursos digitales (INEGI, 2018).

De acuerdo con Lloyd (2020), las disparidades en el acceso y uso de las TIC son tan notorias como son los contrastes socioeconómicos en las que emergen; por ejemplo, entre espacios educativos públicos y privados existen diferencias sustanciales, en los primeros se encuentra la población que tiene dificultades significativas para integrarse a la educación en línea debido a la falta de dispositivos de cómputo e Internet. En ese sentido, en los segundos están las familias que logran acceder con mayor facilidad a la educación virtual; sin embargo, en ambos espacios existen otros factores que deben tomarse en cuenta; sobre todo la preparación o capacitación en el uso de los dispositivos tecnológicos por parte de los facilitadores, alumnos y padres.

Materiales y método

Esta investigación se realizó con la colaboración de estudiantes de nivel superior, procedentes de diferentes partes del estado de Guerrero. Para conocer el impacto

que ha generado el cambio del aula física al aula virtual en los jóvenes, se formuló una encuesta en Google Forms y se aplicó mediante las herramientas digitales de Google for Education. Este recurso se ha convertido en un medio importante para realizar muchas de las actividades escolares de manera virtual. Al respecto, Mora (2011) refiere que este tipo de TIC ayuda a realizar, compartir y presentar las tareas con instantaneidad, portabilidad e interactividad; por lo tanto, resultan indispensables para el trabajo digital, también señala que un "formulario en línea constituye una aplicación en internet por medio de la cual se pueden generar encuestas" (p. 96). Estas herramientas web dan pauta para diseñar ítems o preguntas, así como variadas formas de representar la información; otra característica positiva que se le atribuye es que permite enviar un documento a diferentes usuarios simultáneamente. En este orden de ideas, los formularios pueden recoger, ordenar y sistematizar los resultados, estas acciones se llevan a cabo con agilidad, debido a la precisión en el manejo correcto de los datos (Mora, 2011).

En la investigación reportada, se levantaron 950 encuestas a estudiantes de licenciatura,[1] los cuestionarios fueron enviados de manera simultánea a todos los participantes. En la encuesta se indagaron los aspectos siguientes: *1)* lugar de origen, *2)* condición socioeconómica, *3)* disponibilidad de Internet, *4)* tipo de dispositivo usado para realizar las tareas, *5)* el número de personas que utilizan estos dispositivos, *6)* el impacto de la modalidad virtual en su desempeño académico y *7)* cambios en su estatus laboral originados por el incremento de los gastos relacionados con el uso de Internet.

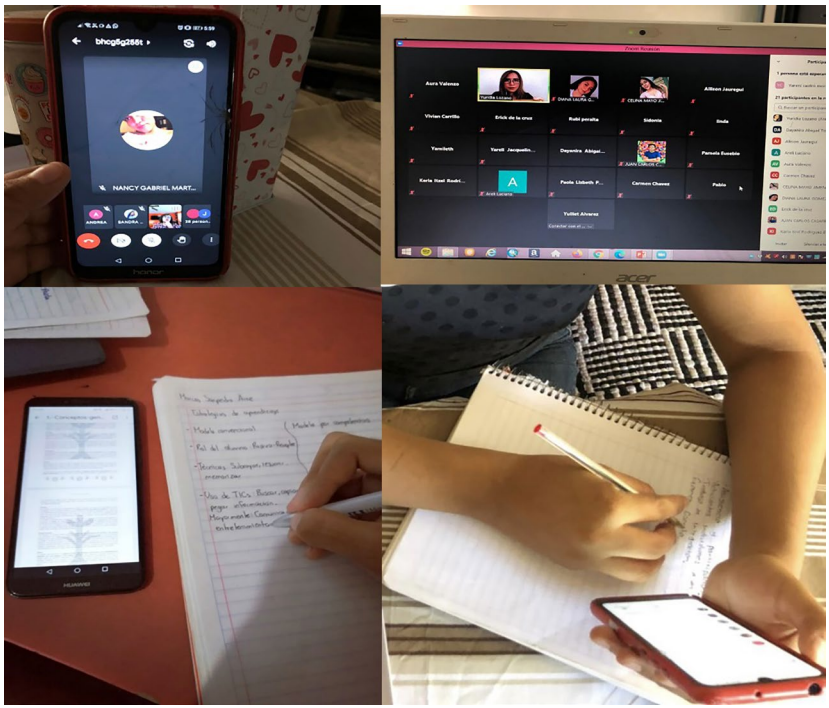
Resultados

En este estudio se abordó el impacto de la brecha digital sobre el aula virtual universitaria puesta en práctica debido a la COVID-19. Si bien la brecha digital está presente en esta

[1] Los grupos participantes se seleccionaron mediante un muestreo por conveniencia debido a que se contó con la ayuda de otros colegas de la Universidad Autónoma de Guerrero, y porque esta alternativa de muestreo, respecto a otras, representa una mejor opción en términos de velocidad, costo-efectividad y facilidad para obtener la muestra. De acuerdo con la literatura especializada, el investigador elige a los participantes con base en su proximidad y no toma en cuenta si verdaderamente estos constituyen una muestra representativa de la población que se examina. Por lo general, esta técnica suele utilizarse para observar hábitos, opiniones, y puntos de vista de las personas consultadas.

entidad del país desde hace un par de decenios, vale la pena mencionar que las consecuencias del acceso diferenciado a las TIC se exacerbaron con la llegada de la pandemia, las mediadas de confinamiento y el desarrollo de varias actividades cotidianas de manera virtual, entre ellas la educación. No obstante, la transición del aula física a la modalidad en línea ha sido complicada y extenuante para la mayoría de los estudiantes (ver figura 4).

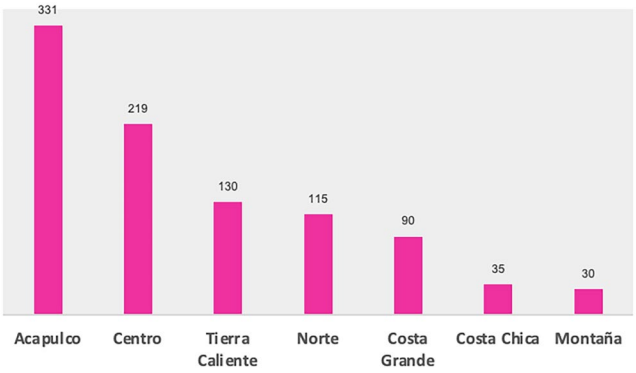
Figura 4. Aula virtual: dispositivos utilizados



Fuente: Imágenes proporcionadas por los participantes.

En esta investigación se identificaron algunas de las dificultades que enfrentan los estudiantes de nivel licenciatura de las siete regiones del estado de Guerrero (Acapulco, Centro, Costa Chica, Costa Grande, La Montaña, Norte y la Tierra Caliente) (ver gráfica 1). De acuerdo con los resultados obtenidos, 71% de los jóvenes consultados vive en un asentamiento urbano; principalmente: Acapulco, Chilpancingo, Iguala y Taxco. El porcentaje restante radica en localidades rurales, sobre todo pertenecientes a las regiones Centro, Acapulco, Montaña y Norte.

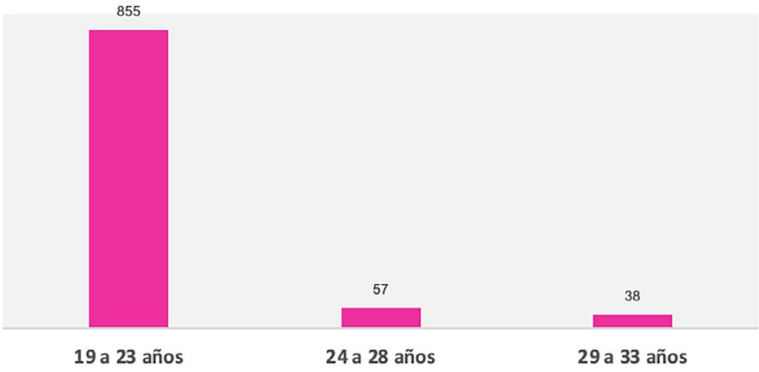
Gráfica 1. Número de participantes según región de procedencia



Fuente: Elaborada con base en la información proporcionada por los participantes.

En cuanto al perfil sociodemográfico de los encuestados y encuestadas, destacan los hallazgos siguientes: 56% de los participantes pertenecen al sexo femenino y 44% son hombres. Las edades de los estudiantes oscilan entre 19 y 23 años, en más de 90% de los casos (ver gráfica 2). Otra característica notable fue el hecho de que aproximadamente 70% de los jóvenes consultados se refiere a sí mismo como el primer integrante de la familia que recibe educación universitaria. Además, un porcentaje similar expresó que por lo menos uno de sus padres tiene la educación media superior concluida.

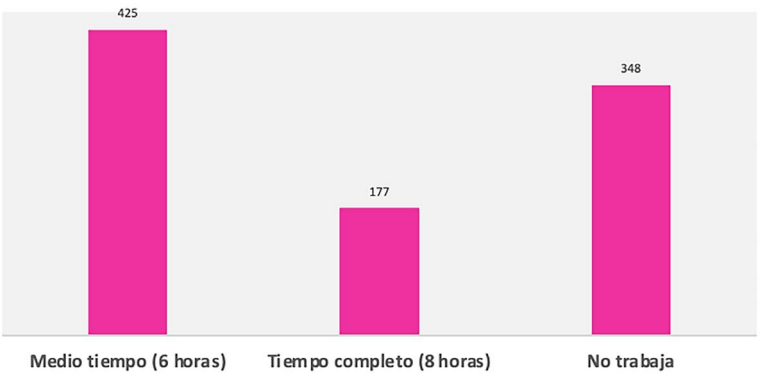
Gráfica 2. Número de participantes según rango de edad



Fuente: Elaborada con base en la información proporcionada por los participantes.

Por lo que respecta a los ingresos económicos, 52% expresó que su familia cuenta con menos de 2 000 pesos a la semana; 38%, entre 2 000 y 4 000 pesos; 9% entre 4 000 y 6 000 pesos; y sólo 1% más de 6 000 pesos. Por otra parte, 64% de los estudiantes refirieron que tienen menos de 200 pesos diarios para sus gastos personales; 28%, entre 200 y 400 pesos, 5%, entre 400 y 600 pesos; y únicamente 3% más de 600 pesos. Además, 63.4% de las personas examinadas respondió que ha tenido que trabajar para contribuir con los ingresos familiares (ver gráfica 3).

Gráfica 3. Número de participantes según horas trabajadas



Fuente: Elaborada con base en la información proporcionada por los participantes.

En materia de disponibilidad de TIC, 57% de los estudiantes contestó que tiene equipo de cómputo en su casa y 93% declaró poseer un teléfono inteligente. Ambos dispositivos han sido utilizados para conectarse a sus clases en línea; 66.4% lo han hecho mediante el teléfono móvil, 16.6% con la ayuda de su computadora y 17% señaló que han usado ambos dispositivos de manera simultánea. Además, 70.2% mencionó que cuenta con servicio de Internet en casa y los demás han buscado diferentes alternativas para conectarse a sus clases.

En relación con este último aspecto, 21.7% se enlaza por medio de recargas telefónicas. En tanto el porcentaje restante manifestó que han podido tener sus sesiones en línea debido a que: *1)* un familiar o vecino les proporciona Internet, *2)* compran fichas de compañías de Internet por hora, *3)* acuden a un cibercafé o *4)* se enlazan desde lugares públicos que ofrecen Internet. La calidad de la conectividad utilizada en sus sesiones escolares fue calificada de la manera siguiente:

66.4% expresó que es regular, 18.3% mala, 9.8%, buena; 3.0%, muy mala; y 2.5, muy buena.

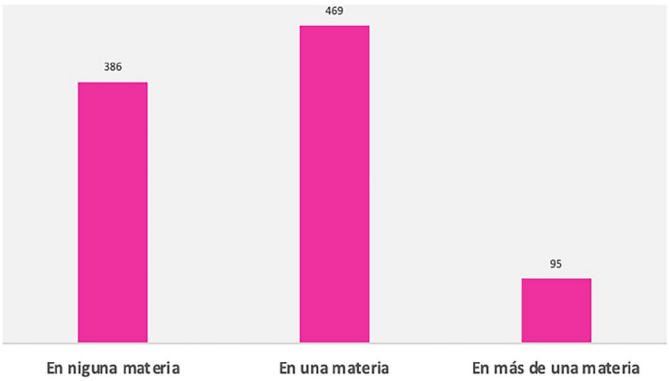
La encuesta también dio pauta para conocer información relacionada con la cantidad de personas, por hogar, que requieren tanto de equipo de cómputo y teléfonos inteligentes como de conexión a Internet para tomar clases en línea. De acuerdo con los estudiantes consultados, 28.1% de ellos declaró que en el lugar que habitan hay dos personas que utilizan estas TIC, 26% expresó que son tres personas, 23% señaló que sólo él las emplea, 13.2% seleccionó la opción de cuatro personas y 9.8% alude a que existen más de esta última cifra.

El 63.4% de los estudiantes mencionaron que, en los últimos doce meses, han tenido que buscar empleo para tener recursos económicos que les permitan pagar el Internet utilizado durante sus clases en línea. Estos resultados son congruentes con los datos proporcionados sobre el origen de los recursos usados para pagar el servicio de Internet; 29.4% de los estudiantes mencionó que son ellos quienes lo pagan; 20.9% dijo que ambos padres; 18.7% indicó que la madre; 15.7% comentó que el padre; 12.3%, otro familiar; y el porcentaje restante señaló que la pareja.

El 69.4% de los encuestados reconoció que les resulta costoso pagar el servicio de internet para ingresar a todas sus clases en línea. Aproximadamente, se requiere 500 pesos a la semana para cubrir esta necesidad, esto fue señalado por 59.1% de los estudiantes; 37% advierte que necesitan entre 500 y 1 000 pesos; 2%, entre 1 000 y 1 500 pesos, y 1.9% más de 1 500 pesos. En consecuencia, 82.6% de los participantes en este ejercicio expresó que ha tenido que faltar a clase debido a la falta de recursos para conectarse.

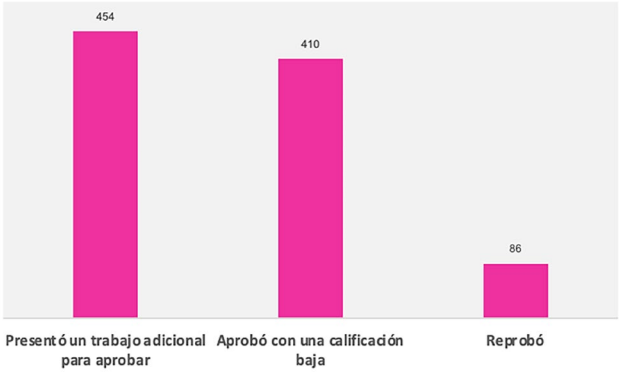
El número de inasistencias semanales, debido a la falta de conectividad, se comportó de la manera siguiente: 53.6% se ausentó sólo una vez; 23%, dos veces; 14.5%, en tres ocasiones; 7.2%, más de cuatro veces, y el resto, en cuatro ocasiones. Debido a este ausentismo, 49.4% de los estudiantes reportó que ha obtenido una mala calificación en por lo menos una materia y 9% manifestó que reprobó alguna de esas asignaturas (ver gráficas 4 y 5). No obstante, 29% de los participantes ha pensado abandonar sus estudios de licenciatura debido a las dificultades técnicas y económicas derivadas del cambio del aula física a la virtual.

Gráfico 4. Número de participantes según la cantidad de materias con malas notas



Fuente: Elaborada con base en la información proporcionada por los participantes.

Gráfico 5. Número de participantes aprobados/no aprobados



Fuente: Elaborada con base en la información proporcionada por los participantes.

Desde la perspectiva del docente, la transición al aula virtual puso de manifiestó la necesidad de implementar modelos que promuevan la inclusión de los estudiantes. Cuando en los medios de comunicación mencionaron el descubrimiento de un nuevo virus, en Wuhan, China, a finales de diciembre de 2019, no se concibió la magnitud de este problema de salud, e incluso se creía que no afectaría a México. Desafortunadamente, el gobierno estatal anunció, el 15 de marzo de 2020, los primeros casos y con el paso de los días se fue incrementando el número de contagios.

En ese contexto, se optó por suspender las clases presenciales y recurrir a la modalidad virtual para continuar con los cursos.

De esta manera, tuvo lugar la capacitación de la población universitaria: docentes y alumnos; es sustancial mencionar lo complejo que esto resultó para muchos catedráticos que estaban arraigados a sus pizarras físicas y no familiarizados con las TIC; fue todo un proceso complicado que hasta el momento continúa. Muchos estudiantes tuvieron que comprar, contratar o pedir prestados recursos tecnológicos para darle continuidad a sus estudios; esto fue sin duda un cambio significativo en sus vidas. En la práctica docente como facilitadores, suelen escucharse vivencias de los estudiantes que reflejan distintos grados de complejidad relacionados con la brecha digital. En ese sentido, estas experiencias de los alumnos y alumnas con dificultades pueden agruparse de la manera siguiente:

En el grupo uno se encuentran los alumnos que lograron incorporarse a lo largo de todo el curso. Cabe mencionar que lo hicieron con ciertos inconvenientes de conectividad y de disponibilidad de equipos tecnológicos adecuados. Aunque estuvieron presentes durante las clases, hubo actividades reforzadoras que no pudieron realizar o participar debido a los requerimientos técnicos de Google for education. Estas dinámicas forman parte de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula virtual; desafortunadamente, hay estudiantes que no pudieron realizarlas, sólo fueron espectadores y no pudieron poner en práctica lo aprendido.

En el grupo dos se concentraron los alumnos que ingresaron de manera intermitente, debido a la mala conectividad, sea esto último por el mal servicio contratado o por los escasos datos móviles con los que contaban en sus teléfonos (el principal dispositivo utilizado para tomar la clase en línea). En ese sentido, es común escuchar las expresiones siguientes: "maestra, me sacó", "no puedo entrar", "se corta", "no se escucha completo", "no entendí lo que dijo porque me sacó", "se trabó" y "se terminaron mis datos". Esto es una muestra del panorama complicado para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje de los jóvenes universitarios que no cuentan con las condiciones adecuadas para integrarse al modelo virtual, debido a las condiciones económicas adversas que suelen enfrentar.

En el tercer grupo están los estudiantes que no ingresaron a ninguna sesión virtual, pero que sí entregaron sus trabajos, con retraso, e incluso hasta final del semestre, pero cumplieron. Los estudiantes refirieron que no tuvieron la posibilidad de estar en clases virtuales debido al contexto geográfico donde

habitan, mencionaron que no cuentan con señal telefónica y por consecuencia Internet; asimismo, dijeron que para enviar sus tareas asignadas en Classroom viajaron a localidades donde hubiera un cibercafé, lo cual resultó muy costoso para sus familias.

En un cuarto grupo están los estudiantes que no lograron adaptarse y optaron por la vía de la deserción escolar o baja temporal, los casos conocidos durante esta etapa como docente fueron varios, algunos de ellos intentaron tomar las clases en línea, pero finalmente aludieron que no les fue posible seguir debido a las formas de trabajo que requieren el acceso y uso de TIC. También expresaron que no lograban adaptarse a estas nuevas herramientas tecnológicas; por lo general, esto fue frecuente entre personas que rebasan la edad promedio de los estudiantes, quienes tienen familia, esposa y/o hijos.

Conclusión

Esta investigación muestra la difícil situación que han tenido que enfrentar los estudiantes para darle continuidad a sus estudios en línea, el panorama adverso en el que se desarrollan las actividades académicas de estos jóvenes es, sin duda, reflejo de la marcada brecha digital presente en el estado de Guerrero. Este distanciamiento, entre quienes tienen acceso y usan las TIC y quienes no, se agudizó con la llegada de la COVID-19. Esta emergencia sanitaria ocasionó medidas de confinamiento que, a la postre, derivaron en la implementación de la modalidad virtual para darle continuidad a las actividades educativas.

En esa transición, aula física-aula virtual, se suscitaron eventos que afectaron de forma directa a los estudiantes de nivel superior, para quienes ha sido complejo este cambio porque han tenido que enfrentar las consecuencias de no contar con las condiciones físicas, económicas y tecnológicas para realizar sus actividades escolares en la nueva modalidad, lo que los sitúa en condición de vulnerabilidad educativa. Este estudio determinó que un importante porcentaje de los estudiantes han padecido debido a las condiciones adversas de conectividad, equipos de cómputo y dificultades económicas.

En ese orden de ideas, fue importante mencionar las experiencias derivadas de la interacción cotidiana con los estudiantes dentro del aula virtual, ya que

permiten complementar los datos obtenidos con las encuestas; destacan los testimonios relacionados con los reportes por faltar a clases, las entradas y salidas del aula virtual durante la sesión en línea por no contar con Internet o datos móviles, el uso compartido del único equipo de cómputo en el hogar; debido en la mayoría de las ocasiones a las complicadas condiciones socioeconómicas de los estudiantes. Los datos de la encuesta reflejaron que un considerable porcentaje de los alumnos con Internet, tuvieron que trabajar para pagar este servicio, lo que tuvo un impacto negativo en el desempeño académico de los estudiantes.

Otro aspecto sustancial fue que los jóvenes provenientes de zonas rurales han vivido con mayor dificultad el paso al aula virtual, e incluso varios no entraron a ninguna clase virtual, sólo entregaron algunos trabajos y con mucho retraso, esto con la finalidad de no reprobar la materia. Como se mencionó antes, la falta de líneas telefónicas o servicios digitales en sus comunidades de origen es un problema muy frecuente. Es visible la falta de infraestructura tecnológica en muchos espacios del estado de Guerrero; lugares marginados donde no existe la misma oportunidad para que los jóvenes puedan continuar con las clases virtuales.

Son muchas las circunstancias desfavorables que los jóvenes han enfrentado durante este proceso de cambio; debido a la falta de medios tecnológicos no pudieron realizar actividades reforzadoras que requieren de una computadora, o que exigía una buena conectividad, ya que quienes lograban conectarse con sus datos móviles, lo hacían con contratiempos o se les terminaban muy rápido sin concluir las actividades. Éstas son algunas de las situaciones que se han constatado con el estudio que se realizó, por lo que es importante fijar la mirada en la población vulnerable para que ésta tenga las mismas oportunidades de crecimiento académico.

Referencias

Cañón, R. *et al.* (2016). Brecha digital: impacto en el desarrollo social y personal. Factores asociados. *Tendencias pedagógicas*. 28, pp. 115-132.

CIO México. (2020). ¿Cómo vamos en el índice del desarrollo TIC y la brecha digital en México? Recuperado de: https://cio.com.mx/como-vamos-en-el-indice-del-desarrollo-tic-y-la-brecha-digital-en-mexico/ [Consultado el 12 de octubre del 2020].

Cuen, C. y Ramírez, J. (2013). Usos, funciones y efectos de las TIC en el aprendizaje de una Licenciatura en Ciencias de la Comunicación. Recuperado de: https://www.uned.ac.cr/academica/edutec/memoria/ponencias/cuen_ramirez_133.pdf [Consultado el 14 de septiembre del 2020].

Espinoza F. *et al.* (2018). La implementación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 1 (3), pp. 10-17.

Gutiérrez, A. (2003). *Alfabetización digital.* Barcelona: Gedisa.

Hernández, G. (2020). *Covid-19 acentúa la brecha digital e impacta también la formación de profesionistas.* Recuperado de: https://factorcapitalhumano.com/carrera/covid-19-acentua-la-brecha-digital-e-impacta-tambien-la-formacion-de-profesionistas/2020/08/ [Consultado el 16 de noviembre del 2020].

INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal 2015.* Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/ [Consultado el 18 de diciembre del 2020].

INEGI. (2019). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/ [Consultado el 22 de diciembre de 2020].

Lloyd, M. (2020). Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19. En H. Casanova (coord.), *Educación y pandemia: una visión académica* (pp.115-121). México: UNAM-Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.

Martínez, O. (2020). Brecha digital educativa. Cuando el territorio es importante. *Sociedad e infancias*, 4 (1), pp. 267-270.

Mora, V. (2011). Experiencia en el uso de encuestas en línea para la evaluación diagnóstica y final de un curso virtual. *Revista Tecnología en Marcha*, 24 (4), pp. 96-104.

Muñoz, R. (2015). La incidencia de la brecha digital y la exclusión social tecnológica: el impacto de las competencias digitales en los colectivos vulnerables. *Praxis sociológica*, 19 (1), pp. 225-240.

Rodríguez, A. (2006). *La brecha digital y sus determinantes.* Recuperado de: http://ru.iibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI_UNAM/L100/1/brecha_digital_y_determinantes.pdf [Consultado el 22 de octubre del 2020].

Tello, L. (2014). La brecha digital: Índices de desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en México. *Ciencias de la Información*, 45 (1), pp. 43-50.

Stoiciu, A. (2011). *El Papel de la gobernanza electrónica en la reducción de la brecha digital.* Recuperado de: https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-la-gobernanza-electronica-en-la-reduccion-de-la-brecha-digital#:~:text=El%20concepto%20de%20brecha%20digital,y%20las%20comunicaciones%20(TIC) [Consultado el 23 de noviembre del 2020].

Otros títulos

Temas sobre la educación media superior y superior en México: casos, tendencias y reflexiones
Rafael Juárez Toledo,
Alma Rosa Muñoz Jumilla y
Gonzalo Valdés Hernández
-Coordinadores-

La muerte digna como un derecho humano
Ricardo Antonio Millán Maya y
María José Bernal Ballesteros

Desarrollo, cultura y administración en espacios turísticos
Yanelli Daniela Palmas Castrejón,
Rocío del Carmen Serrano Barquín,
Mónica Isabel Mejía Rocha y
Betzabeth Dafne Morales
-Coordinadres-

Niñas, niños y jóvenes en las movilidades México-Estados Unidos. Acercamientos a sus experiencias de vida y escolares
Oscar Ariel Mojica Madrigal,
Norma Baca Tavira y
Porfiria Bustamante De la Cruz
-Coordinadores-

La tradición oral de San Martín Tilcajete contada por tía Maco. Herencia reencontrada de un pueblo zapoteco de Oaxaca
Zuzana Erdösová

Estudios de género y teoría queer desde América Latina y el Caribe: una aproximación al cuerpo y la identidad
Guadalupe Flores Grajales y
Víctor Saúl Villegas Martínez
-Coordinadores-

Breve historia de los Estudios Avanzados en la Universidad Autónoma del Estado de México
Carlos Alfonso Ledesma Ibarra
-Coordinador-

La Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESyG) con sede en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), en su sexto año de existencia ofrece su sexto libro, cuyo objetivo es difundir conocimiento actual sobre los territorios sustentables en el contexto de la pandemia de COVID-19, cumpliendo su finalidad social por su pertinencia ante una problemática mundial. En términos científicos, conduce a la renovación del conocimiento, metodologías e instrumentos de acción, aún más, es la oportunidad de la sociedad para la reconstrucción necesaria de los territorios. La obra ofrece trabajos que brindan un conocimiento científico sobre el impacto de la pandemia en la salud, la economía, el ambiente y los territorios y se plantean desafíos para hacer más sostenible la vida en las ciudades y en el campo para insertarse y poder competir a nivel global. Está destinado a docentes, investigadores y alumnos universitarios, pero también es de utilidad para aquellos que toman decisiones y que están interesados en construir un futuro mejor.

SDC