

# LA ENCRUCIJADA AMBIENTAL



**Enfoques y experiencias en el  
devenir de los territorios**



**COMUNICACIÓN  
CIENTÍFICA**



Universidad Autónoma  
del Estado de México

**Carlos Alberto Pérez Ramírez  
Isidro Rogel Fajardo  
(coordinadores)**



# La encrucijada ambiental

*Enfoques y experiencias en el devenir de los territorios*

Carlos Alberto Pérez Ramírez  
Isidro Rogel Fajardo  
(coordinadores)



Universidad Autónoma  
del Estado de México



**Ediciones Comunicación Científica** se especializa en la publicación de conocimiento científico de calidad en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, autenticación antiplagio, comités y ética editorial, acceso abierto, métricas, campaña de promoción, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autenticación antiplagio. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso Abierto.



[www.comunicacion-cientifica.com](http://www.comunicacion-cientifica.com)

[DOI.org/10.52501/cc.120](https://doi.org/10.52501/cc.120)



  
**COMUNICACIÓN  
CIENTÍFICA** PUBLICACIONES  
ARBITRADAS  
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

**CC+**  
COLECCIÓN  
CIENCIA e  
INVESTIGACIÓN

# La encrucijada ambiental

*Enfoques y experiencias en el devenir de los territorios*

Carlos Alberto Pérez Ramírez  
Isidro Rogel Fajardo  
(coordinadores)



Universidad Autónoma  
del Estado de México



---

La encrucijada ambiental : Enfoques y experiencias en el devenir de los territorios / Carlos Alberto Pérez Ramírez, Isidro Rogel Fajardo (coordinadores). — Ciudad de México : Comunicación Científica ; Toluca, Estado de México : Universidad Autónoma del Estado de México, 2023  
323 páginas : Ilustraciones. — (Colección Ciencia e Investigación).

ISBN UAEMEX 978-607-633-659-5

ISBN ECC 978-607-59749-7-2

DOI 10.52501/cc.120

1. Ecología humana. 2. Sociología — Aspectos ambientales I. Pérez Ramírez, Carlos Alberto., coordinador. II. Rogel Fajardo, Isidro., coordinador. II. Serie.

LC: HM856

Dewey: 363.7

---

Primera edición: 23 de agosto de 2023,



*La encrucijada ambiental. Enfoques y experiencias en el devenir de los territorios*, Carlos Alberto Pérez Ramírez, Isidro Rogel Fajardo

Libro sometido a sistema antiplagio y publicado con la previa revisión y aprobación de pares doble ciego externos, ambos forman parte del Sistema Nacional de Investigadores, uno con nivel I; otro con nivel II. El número de expediente de la obra es 328/04/2022. Dirección de Difusión y Promoción de la Investigación y los Estudios Avanzados, adscrita a la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la UAEMEX.

DOI: 10.52501/cc.120

ISBN 978-607-633-659-5 Impreso, Universidad Autónoma del Estado de México  
ISBN 978-607-633-673-1 PDF, Universidad Autónoma del Estado de México  
ISBN 978-607-59749-7-2 Impreso, Ediciones Comunicación Científica S.A. de C.V.  
ISBN 978-607-59749-8-9 PDF, Ediciones Comunicación Científica S.A. de C.V.

D.R. © Universidad Autónoma del Estado de México  
Av. Instituto Literario 100 Oriente. Colonia Centro  
C.P. 50000, Toluca de Lerdo, Estado de México  
www.uaemex.mx

Ediciones Comunicación Científica S.A. de C.V., 2023  
Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400  
Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,  
Tel. (52) 55 5696-6541 • móvil: (52) 55 4516 2170  
info@comunicacion-cientifica.com • www.comunicacion-cientifica.com  
 comunicacioncientificapublicaciones  @ComunidadCient2



Esta obra queda sujeta a una licencia *Creative Commons*-Atribución No comercial-Sin derivadas 4.0 Internacional. Puede ser utilizada con fines educativos, informativos o culturales, ya que permite a otros sólo descargar sus obras y compartirlas siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna o usarlas de manera comercial. Disponible para su descarga en acceso abierto en: [ri.uaemex.mx](http://ri.uaemex.mx)

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos.  
El proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en acceso abierto,  
en <https://doi.org/10.52501/cc.120>

Universidad Autónoma del Estado de México

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales

CARLOS EDUARDO BARRERA DÍAZ

*Rector*

Doctora en Ciencias Sociales

MARTHA PATRICIA ZARZA DELGADO

*Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados*

Maestro en Estudios Urbanos y Regionales

ISIDRO ROGEL FAJARDO

*Director de la Facultad de Planeación Urbana y Regional*

Maestra en Administración

SUSANA GARCÍA HERNÁNDEZ

*Directora de Difusión y Promoción de la Investigación  
y los Estudios Avanzados*





# Índice

<i>Introducción</i> . . . . .	13
-------------------------------	----

## Primera parte ENFOQUES PARA EL ANÁLISIS DE LA ENCRUCIJADA AMBIENTAL EN LOS TERRITORIOS

I. Ciudades de baja entropía, propuestas de gestión de la masa, energía y sus consumos	
<i>Cristian Julián Díaz Álvarez</i> . . . . .	21
Metodología . . . . .	24
Resultados . . . . .	26
Conclusiones . . . . .	37
Bibliografía . . . . .	39
II. Un modelo de autosostenibilidad urbana como fractalidad del metabolismo social	
<i>Mauricio Eugenio Ramírez Ruano, Elizabeth Escandón Bojórquez</i> . . . . .	45
Metodología . . . . .	47
Resultados . . . . .	48
Conclusiones . . . . .	69
Bibliografía . . . . .	70
III. Movilidad y resiliencia urbana en tiempos de pandemia: Hacia un marco teórico desde los sistemas complejos	
<i>José de Jesús Jiménez Jiménez, Jesús Enrique de Hoyos Martínez, Alberto Álvarez Vallejo</i> . . . . .	71
Metodología . . . . .	73
Resultados . . . . .	77

Conclusiones . . . . .	86
Bibliografía . . . . .	88
IV. Contribuciones del diseño complejo para la atención de comunidades vulnerables en territorios de América Latina	
<i>Francisco Platas López, Fernando Carreto Bernal</i> . . . . .	91
Metodología . . . . .	93
Resultados . . . . .	95
Conclusiones . . . . .	106
Bibliografía . . . . .	106
V. Gobernanza y su relación con el desarrollo turístico en la administración municipal	
<i>Natali Carolina Rubi Fernández, Delia Gutiérrez Linares</i> . . . . .	109
Metodología . . . . .	111
Resultados . . . . .	112
Conclusiones . . . . .	125
Bibliografía . . . . .	127
VI. Espacios urbanos y cambio climático a nivel mundial: Una disertación de la problemática	
<i>Alfredo David Zarazua Rodríguez, María del Carmen     Salgado Vega</i> . . . . .	129
Metodología . . . . .	132
Resultados . . . . .	133
Conclusiones . . . . .	146
Bibliografía . . . . .	147
VII. Los sistemas de barrancos: Enfoques en el estado del arte	
<i>Miqueas Colín Yaxi, Luis Miguel Espinosa Rodríguez,     José Isabel Juan Pérez</i> . . . . .	149
Metodología . . . . .	151
Resultados . . . . .	152
Conclusiones . . . . .	168
Bibliografía . . . . .	168

**Segunda parte**  
**EXPERIENCIAS DE ESTUDIOS SOBRE LOS DESAFÍOS Y**  
**COYUNTURAS QUE ENMARCAN LA ENCRUCIJADA AMBIENTAL**

VIII. Factores del metabolismo social en la actividad alfarera de Metepec, México	
<i>Ricardo Farfán Escalera, Carlos Alberto Pérez Ramírez,</i>	
<i>María del Carmen Torres Salazar</i> . . . . .	175
Metodología . . . . .	177
Resultados . . . . .	178
Conclusiones . . . . .	196
Bibliografía . . . . .	197
IX. Transformación territorial en la región de los volcanes: Un análisis multifuncional de la vulnerabilidad, resiliencia y sustentabilidad	
<i>Gabriela Rodríguez Licea, Karen Jaqueline Palma Ramírez,</i>	
<i>María Zamira Tapia Rodríguez</i> . . . . .	201
Metodología . . . . .	203
Resultados . . . . .	205
Conclusiones . . . . .	212
Bibliografía . . . . .	212
X. Resiliencia en Áreas Naturales Protegidas: Caso de estudio: Parque Estatal “Isidro Fabela”	
<i>Angélica Reyes Olivares, Verónica Miranda Rosales</i> . . . . .	215
Metodología . . . . .	221
Resultados . . . . .	222
Conclusiones . . . . .	232
Bibliografía . . . . .	233
XI. Territorios de paz, la realidad del proceso de reincorporación de las FARC-EP: Una mirada desde la ingeniería y sus dispositivos (Areandina, Colombia)	

	<i>Liliana María Fuentes Osorio, Karen Hinrichsen Prieto,</i>	
	<i>Cristian Julián Díaz Álvarez</i> . . . . .	235
	Metodología . . . . .	238
	Resultados . . . . .	239
	Conclusiones . . . . .	247
	Bibliografía . . . . .	248
XII.	Una comparación de la gestión de los recursos hídricos en el Cono Sur: Argentina, Chile y Uruguay	
	<i>Ana Ayelén Goti Ayala, Lisandro Roco, Jimena Andrieu</i> . . . .	251
	Metodología . . . . .	254
	Resultados . . . . .	255
	Conclusiones . . . . .	264
	Bibliografía . . . . .	265
XIII.	Vinculación entre exposición a contaminantes ambientales y entorno urbano durante el transporte activo en Montevideo	
	<i>Mauro D'Angelo Taibo, Valentina Colistro, Ana Clara</i>	
	<i>Vera de Armas</i> . . . . .	269
	Introducción . . . . .	270
	Metodología . . . . .	272
	Resultados . . . . .	283
	Conclusiones . . . . .	287
	Bibliografía . . . . .	288
XIV.	Caracterización de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco para el diseño de rutas y circuitos turísticos	
	<i>Alan Reza Curiel, Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo,</i>	
	<i>Rocío del Carmen Serrano Barquín</i> . . . . .	291
	Introducción . . . . .	292
	Metodología . . . . .	293
	Resultados . . . . .	296
	Conclusiones . . . . .	311
	Bibliografía . . . . .	313
	<i>Conclusiones</i> . . . . .	315
	<i>Notas sobre los coordinadores</i> . . . . .	323

# Introducción

La compleja situación ambiental actual se revela como una encrucijada que sitúa al ser humano al centro de profundas problemáticas económicas, sociales, culturales y ambientales que ponen en riesgo la calidad del entorno y la propia continuidad de su forma de vida. Pero, al mismo tiempo, lo posiciona frente a excepcionales oportunidades para compensar la intensidad de los impactos que propician los procesos antrópicos, así como para fundamentar alternativas de desarrollo que favorezcan la conservación ambiental y el bienestar social.

De esta forma, la encrucijada ambiental representa el lugar donde se superponen o se atraviesan entre sí diversos caminos enmarcados por las actividades antrópicas y su incidencia en la naturaleza, tales como la emisión de gases de efecto invernadero y el aumento de la temperatura global, el crecimiento urbano y los asentamientos humanos irregulares, los cambios de uso de suelo y la pérdida de la cubierta forestal, la inadecuada gestión del agua y las tensiones territoriales, así como el incremento de la vulnerabilidad y el riesgo que constituyen intrincados problemas ambientales actuales (Santiago, 2009; Jiménez *et al.*, 2021; Leija *et al.*, 2020; Rolland y Vega, 2010; García-Benítez y Adame-Martínez, 2017).

Pero también en esta intersección es posible identificar planteamientos coyunturales que pretenden contribuir a la construcción de soluciones a estas problemáticas, soportadas en la planeación urbana y regional, el ordenamiento espacial de las actividades productivas, la instrumentación de

programas de desarrollo, la formulación de acciones para la adaptación climática, la gestión hídrica, el desarrollo forestal, el fortalecimiento de la resiliencia, el diseño arquitectónico, la movilidad para la sustentabilidad urbana, el impulso a la actividad turística como alternativa económica y la conservación ambiental (Gutiérrez-Chaparro y Márquez-González, 2021; Orozco *et al.*, 2020; Luján *et al.*, 2016; González, *et al.*, 2020; Calderón, 2019; Thomé-Ortiz, 2015).

Esta confluencia de desafíos y oportunidades ambientales se suscita en el territorio que, como concepto teórico y metodológico, expresa la complejidad de las relaciones sociales con el entorno, así como los procesos económicos, políticos, sociales, culturales, simbólicos y ambientales que ocurren en la actualidad. De esta forma, el territorio constituye una noción interdisciplinaria que posibilita el estudio de las nuevas realidades vinculadas con los procesos sociales en una dimensión espacial (Llanos-Hernández, 2010).

No obstante, la propia dinámica del modelo económico imperante ha transformado las relaciones sociales y fragmentado la integralidad espacial del territorio, más allá de los límites comunitarios, regionales y políticos que enmarcan los Estados nación, para enlazarse con otros procesos que se desarrollan en el contexto global. Así, es posible referir a los territorios como los barrios, colonias, comunidades, pueblos, ciudades, regiones, municipios, zonas metropolitanas, estados, provincias, naciones o transnacional, conformando un territorio en red que sobrepasa la contigüidad y continuidad del espacio físico (Spíndola, 2016).

Además, estos territorios no son estáticos y han sido objeto de múltiples y complejos procesos de transformación a lo largo del proceso histórico, que inciden en su configuración, estructura, funcionalidad ambiental, las condiciones de vida de la población y el propio imaginario social. Estas transformaciones territoriales son producto del crecimiento y dispersión de la población, la fragmentación social, la reestructuración productiva, la desconcentración espacial de las actividades industriales y comerciales, la explotación de los recursos naturales, así como el desarrollo de proyectos de infraestructura que inciden tanto en las interrelaciones externas, como en la propia dinámica y configuración interna de las ciudades y regiones (Gorenstein, 2015).

De esta forma, el devenir es indisociable al territorio, al referir al reino del tiempo y lo irracional que viene a ser y deja de ser, tal como lo enunció Platón. Por su parte, Hegel propone la idea del tiempo como devenir percibido parcialmente por la conciencia, en tanto que Heidegger señala que el tiempo no es finito ni está limitado al presente, sino que es circular y refiere a la posibilidad y porvenir del poder-ser (Andrade y Méndez, 2005).

Así, el devenir conlleva a reflexionar sobre el pasado y el presente en las formas del ser del territorio, mediante el acercamiento a la confluencia espacio-tiempo para explicar las problemáticas que enfrentan los territorios, por lo que su configuración actual y las transformaciones que enfrentan son consecuencias del propio devenir histórico (Papazian, 2021; Spíndola, 2016).

La presente obra tiene como objetivo analizar la encrucijada ambiental actual en el devenir de los territorios, conformando un espacio de confluencia, colaboración e intercambio de experiencias y conocimientos para el abordaje de los desafíos ambientales, así como las coyunturas para dar solución a las problemáticas contemporáneas.

El documento se estructura en dos apartados que reúnen colaboraciones teóricas, conceptuales, metodológicas y empíricas para el abordaje de la problemática ambiental en los ámbitos rural y urbano.

Inicialmente se presentan trabajos que refieren a distintos enfoques teóricos, conceptuales y marcos de análisis que soportan el diseño y el desarrollo de proyectos de investigación ambiental en los territorios, considerando una aproximación termodinámica al sistema complejo urbano y la entropía para la sostenibilidad ambiental, la autosostenibilidad urbana como fractalidad del metabolismo social, los sistemas complejos para la movilidad, la resiliencia y la sostenibilidad urbana, el diseño complejo para el estudio del territorio, la gobernanza y nuevas prácticas gerenciales, la relación entre el crecimiento de los espacios urbanos y el cambio climático, así como la revisión teórica y epistemológica de los estudios de los sistemas de barrancos.

El segundo apartado del libro integra diversas experiencias de estudios sobre los desafíos y coyunturas que enmarcan la encrucijada ambiental a partir de trabajos empíricos a diversas escalas territoriales, los cuales se estructuran en relación con las temáticas del primer apartado, aunque su desarrollo no corresponde a la verificación empírica de los planteamientos

teóricos, sino a casos de estudio que pueden contribuir a la generación de nuevos conocimientos y a la solución de problemáticas prácticas.

De este modo, este apartado presenta estudios relacionados con el estudio del metabolismo social de la actividad alfarera en Metepec, la capacidad de resiliencia respecto a la adaptación y reconversión multifuncional en la región de los volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl, así como los factores que la afectan en el Parque Estatal “Isidro Fabela”, la intervención de diversos actores sociales para la implementación de programas de desarrollo con enfoque territorial, en las comunidades de Tierra Grata y Pondores en Colombia, la comparación de la administración del agua en Argentina, Chile y Uruguay, la exposición a contaminantes ambientales, la zonificación del transporte activo y el trazado de infraestructura ciclista en Montevideo y, finalmente, el diseño de rutas y circuitos turísticos en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco.

El libro contiene aportes de reconocidos académicos e investigadores provenientes de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), Universidad Austral de Chile y Universidad de Santiago de Chile (Chile), Universidad de la República (Uruguay), Fundación Universitaria del Área Andina y Corporación Universitaria del Meta (Colombia), así como el Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología, A. C. y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y la Universidad Autónoma del Estado de México (México).

## Referencias

- Andrade, R., y Méndez, R. (2005). Tiempo y devenir: Imaginario de futuros imposibles. *Frónesis*, 12(1), 38-62. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-62682005000100003&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-62682005000100003&lng=es&tlng=es)
- Calderón, J. (2019). *Propuesta de un plan de movilidad urbana para la Zona Metropolitana de Cancún (ZMS), México*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- González, G., Nava, G., Arteaga, T., y García, B. (2020). Análisis del programa de conservación de suelos en el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca. *Investigaciones Geográficas*, (102), e59998. <https://doi.org/10.14350/rig.59998>
- García-Benítez, M., y Adame-Martínez, S. (2017). Propuesta metodológica para evaluar la vulnerabilidad por ciclones tropicales en ciudades expuestas. *Quivera: Revista de Estudios Territoriales*, 19(2), 35-58. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9749>



- Gutiérrez-Chaparro, J. J., y Márquez-González, L. K. (2021). Planificación urbana y participación en el Estado de México. *Revista de Urbanismo*, (44), 21-38. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2021.57938>
- Gorenstein, S. (2015). Transformaciones territoriales contemporáneas: Desafíos del pensamiento latinoamericano. *EURE*, 41(122), 5-26. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000100001>
- Leija, E. G., Valenzuela-Ceballos, S. I., Valencia-Castro, M., Jiménez-González, G., Castañeda-Gaytán, G., Reyes-Hernández, H., y Mendoza, M. E. (2020). Análisis de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo en la región centro-norte de México: El caso de la cuenca baja del río Nazas. *Ecosistemas*, 29(1), 1826. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1826>
- Llanos-Hernández, Luis (2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 7(3), 207-220. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722010000300001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722010000300001&lng=es&tlng=es)
- Luján, C., Olivas, J., González, H., Vázquez, S., Hernández, J., y Luján, H. (2016). Desarrollo forestal comunitario sustentable en la región norte de México y su desafío en el contexto de la globalización. *Madera y Bosques*, 22(1), 37-51. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712016000100037&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712016000100037&lng=es&tlng=es)
- Jiménez, P., González, M., Rosas, F., y Calderón, J. (2021). Impactos socioambientales de los asentamientos humanos irregulares en zonas y áreas naturales protegidas: Chetumal, Quintana Roo, México. *Ciudades, Estados y Política*, 8(1), 87-99. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2462-91032021000100087&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2462-91032021000100087&lng=en&tlng=es)
- Orozco, M., Álvarez, G., y Reyes, M. (2020). Aptitud social de la percepción ambiental en el Parque Metropolitano Bicentenario, ciudad de Toluca, México. *Revista de Urbanismo*, (42), 151-175. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.56964>
- Papazian, A. (2021). Una propuesta teórico-metodológica en el devenir territorial: Pulmarí y sus rizomas. *Memoria Americana: Cuadernos de Etnohistoria*, 29(2), 98-110. [Dhttps://doi.org/10.34096/mace.v29i2.10258](https://doi.org/10.34096/mace.v29i2.10258)
- Rolland, L., y Vega Cárdenas, Y. (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 6(2), 155-188. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72618890006>
- Santiago, A. (2009). La globalización del deterioro ambiental. *Aldea Mundo*, 14(27), 63-72. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54315984008>
- Spíndola Zago, O. (2016). Espacio, territorio y territorialidad: una aproximación teórica a la frontera. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, LXI(228): 27-55. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42149082003>
- Thomé-Ortiz, H. (2015). Turismo agroalimentario y nuevos metabolismos sociales de productos locales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1373-1386. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S200709342015000600018&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342015000600018&lng=es&tlng=es)



Primera parte

**ENFOQUES PARA EL ANÁLISIS DE LA  
ENCRUCIJADA AMBIENTAL EN LOS TERRITORIOS**



# I. Ciudades de baja entropía, propuestas de gestión de la masa, energía y sus consumos

CRISTIAN JULIÁN DÍAZ ÁLVAREZ\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.01>

## Resumen

Considerando que la sostenibilidad ambiental urbana se puede definir en términos de entropía, que la retroalimentación, la homeostasis y la disipación son tres mecanismos de respuesta ante la continua perturbación asociada a los flujos de materia, energía e información, que dichos flujos se pueden cuantificar en un contexto social, político, económico y ambiental —y de manera agregada— bajo el concepto de metabolismo urbano y que una aproximación termodinámica al sistema complejo urbano es necesaria para comprender las implicaciones ambientales de este singular tipo de máquina térmica, en el presente capítulo se proponen alternativas urbanas para el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (ODS 11) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en términos de una operación urbano-regional sustentable. En este orden de ideas, y llevando el discurso al argot del gobierno urbano, una ciudad de baja entropía podría ser viable mediante la adopción de políticas, planes, programas y proyectos enfocados en fortalecer los tres mecanismos de respuesta antes mencionados, propiamente en los siguientes frentes de trabajo: (a) alcanzando un crecimiento cero, renovando e insertando cabalmente la naturaleza en la urbe; (b) estabilizando la población; (c) racionalizando el consumo agregado y per cápita; (d) aprovechando los residuos y definiendo estructuras de flujo bajo la

---

\* Vicerrectoría Académica y de Investigaciones de la Corporación Universitaria del Meta (UNIMETA), Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4212-4947>; correo electrónico: [cristian.diaz@unimeta.edu.co](mailto:cristian.diaz@unimeta.edu.co)

lógica de un metabolismo circular, y (e) gestionando la entropía y compensando a la población que paga el precio termodinámico de la existencia urbana. La exposición de estas propuestas, puestas en práctica en distintas ciudades en el mundo, evidencia que el cambio es posible, pero que las medidas aún se encuentran en etapas piloto, siendo insuficientes para la magnitud del problema ambiental y del riesgo de colapso, y que aún no benefician a la mayoría de los habitantes urbanos, al ser consideradas intervenciones urbanísticas con fines de plusvalía o meras atracciones turísticas. Finalmente, se esperaría que el actual pensamiento lineal en la gestión ambiental urbana deba mutar a lógicas complejas.

**Palabras clave:** *entropía, ciudad, disipación, naturaleza, capacidad de carga.*

La continua concentración de la población, actividades económicas y servicios en las grandes ciudades y asentamientos humanos, sumados al incremento de una infraestructura monumental y la expansión urbana, se constituyen hoy en día en un reto social, político, económico, cultural y ambiental para asegurar su propia subsistencia y para evitar el agotamiento de las regiones circundantes, la ruralidad y los ecosistemas estratégicos de abasto y provisión. Esta realidad, que se agudizará en la primera mitad del siglo XXI, presenta dos grandes escenarios “dialécticos” en continua disputa, principalmente en países en desarrollo y economías emergentes, como los grupos BRIMCA o CIVETS,<sup>1</sup> a saber: la urbanización tiende a exacerbar la pobreza, el crecimiento de los cinturones de miseria y diversos problemas ambientales (contaminación de agua, pérdida de suelos, pérdida de la calidad del aire, concentración de sustancias peligrosas y ruido, entre otros); pero también ofrece una oportunidad de transformación positiva que puede coadyuvar en el cumplimiento de los actuales Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y al crecimiento económico, aunque esto quede en entredicho luego de la actualización de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (Díaz, 2012; Díaz y León, 2012; Martine *et al.*, 2008; Sánchez-Rodríguez, 2008; Tacoli *et al.*, 2008; UNDesa, 2008; UnHabitat, 2018).

<sup>1</sup> Al grupo BRIMCA corresponden Brasil, Rusia, India, México, China, Argentina y países árabes; mientras que Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica pertenecen al grupo CIVETS.

Esta idealización de ciudad ha conllevado a que los asentamientos humanos, en economías con un rápido crecimiento por encima del promedio nacional y mundial, muestren tasas de incremento no vegetativo de población y del área construida en horizontal superiores a sus congéneres establecidos en las principales economías mundiales. Expansión que, aunada al rezago y deterioro de la infraestructura física, a las restricciones presupuestales y a las crisis financieras, a la pobreza en la que buena parte de su población vive, y a la falta de gobierno, gobernabilidad y gobernanza en distintos niveles de toma de decisiones, entre otros elementos y condiciones urbanas, determina “[...] brechas sociales, exclusión, disparidad de oportunidades humanas e inequidad; asimismo, generan un deterioro ambiental tanto al interior del sistema urbano como en los asentamientos [...]” humanos próximos y sistemas naturales adyacentes de soporte y provisión (Díaz, 2011: 102; Martine *et al.*, 2008: 2; Sánchez-Rodríguez, 2008: 151; Curtit, 2003).

Esta afectación obedece sobre todo a la disipación hacia las fronteras y el contorno de formas de materia y energía no aprovechables, como por ejemplo las basuras, las aguas servidas, los residuos peligrosos y las emisiones, en la primera categoría, y las radiaciones no ionizantes y el ruido, en la segunda. Estos flujos de entrada, salida y recirculación constituyen perturbaciones en el interior, periferia, líneas de frontera y en el exterior de la ciudad, que, en algunos casos, logran ser *pseudo* estabilizadas en condiciones muy alejadas del equilibrio, principalmente por las sucesivas reorganizaciones del sistema urbano con y hacia estructuras cada vez más complejas (García, 2006); pero en otras ocasiones pueden generar un cambio de estado desfavorable para sus habitantes.

Como expresión de esta incansable operación de mantenimiento y lucha por la supervivencia de la ciudad —en un contexto de rápida producción del suelo urbanizado—, gran variedad de problemas ambientales en las matrices agua, aire, suelo y biota afloran; así como la “[...] probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados, asociados con fenómenos naturales y antrópicos” (Curtit, 2003: 17; Díaz, 2011: 29).

Esta forma de relación *intramuros* y con el entorno, que en la mayoría de los casos es artificialmente construida, está indefectiblemente regida por los principios y leyes naturales, entre éstas las correspondientes a la termo-

dinámica; razón por la cual una variación y aumento de la entropía del sistema es inevitable. Este incremento de “desorden” o de energía e información no útil, junto al crecimiento demográfico, a la presión sobre la infraestructura y capacidad instalada urbana, al consumo desmedido y al agotamiento de la oferta ambiental de las áreas productivas de soporte, pueden provocar un colapso parcial o total que se traducirá en “[...] un drástico descenso en el tamaño de la población humana y/o en la complejidad política, económica y social durante un periodo de tiempo prolongado debido, entre otros aspectos, a un suicidio ecológico impremeditado” (Diamond, 2006: 23); tal como posiblemente ocurrió en otras civilizaciones, como por ejemplo: *Rapa Nui* en la Isla de Pascua (siglo XVI), las ciudades estado Mayas en la península de Yucatán (siglo IX), *Harappa* en el Valle del Indo (siglo XIV a. C.) y *Angkor* en la actual Camboya (siglo XV), entre otras.

## Metodología

Ante el riesgo creciente de crisis e inestabilidad de las ciudades y asentamientos humanos que afectan las dimensiones ambiental, económica, política, social, cultural y religiosa, y que no han podido ser resueltas con los instrumentos deterministas reinantes en la planeación urbana, surge la propuesta de comprender las ciudades desde la aproximación termodinámica, haciendo hincapié en la gestión de la entropía (Díaz, 2018; Díaz y Pulecio, 2016).

Esta propuesta desde la principal ciencia de la complejidad (Prigogine, 2008), la termodinámica, tiene sus orígenes en los estudios y contribuciones teóricas y metodológicas sobre metabolismo urbano iniciadas por Wolman (1965) y perfeccionadas por Odum (1971), Baccini y Bruner (1990), Newman (1999), Kennedy *et al.* (2007), Díaz (2011), Delgado *et al.* (2012), Inostroza (2013), Jaramillo (2017), Testa *et al.* (2017) y la ONU en su Programa para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021), entre otros, que han tratado de cuantificar y explicar los flujos, magnitudes y consumos de agua, combustibles, alimentos y materiales de construcción, entre otras formas de materia, en varias ciudades en el mundo. Siempre en relación con la historia y con el contexto social, ambiental, político y económico en un periodo determinado.



Gracias a los resultados provenientes de los balances en los entornos urbanos se cuenta con la información fundamental para dimensionar el grado de perturbación que experimenta este tipo singular de sistema complejo con el flujo, la transformación y el consumo diario; así como el desecho de materiales y la disipación de energía que afecta al propio sistema y a los alrededores.

Habiendo aplicado los principios de la conservación de la masa y la energía, el análisis de la sostenibilidad desde el metabolismo urbano es complementado con un isomorfismo proveniente de la termodinámica no atomista o clásica: considerar a la ciudad como una máquina térmica compleja que continuamente genera y disipa entropía en su interior o en los alrededores (Díaz, 2020). Flujos no útiles que se expresan en el ambiente urbano como aguas residuales, residuos sólidos, emisiones, radiación no ionizante, isla de calor y ruido, principalmente; los cuales tienden a incrementarse a causa del principio de incremento de entropía (Ben-Naim, 2011; Cengel y Boles, 2012; Díaz, 2018), que advierte, para el caso urbano, sobre el inevitable cambio de estado al que están expuestos este tipo de sistemas complejos en el mundo, para el cual no necesariamente hay preparación ni capacidad de adaptación.

Finalmente, y teniendo en cuenta la investigación adelantada por Díaz (2020) sobre el metabolismo urbano en las principales ciudades capitalinas de América Latina, su diseño matemático para el cálculo de la entropía en entornos urbanos y la enunciación de Margalef (2002) sobre la característica de los sistemas naturales de convertir la entropía en información útil, a continuación se plantean cinco propuestas de intervención y acción que, se espera, mitiguen el riesgo de colapso urbano, mejoren los indicadores ambientales, reduzcan la presión sobre los sistemas de abasto y provisión y permitan una mejor calidad de vida para sus habitantes, así como para los de la región de influencia urbana:

- Alcanzar un crecimiento cero en la expansión, renovar la infraestructura e insertar cabalmente la naturaleza en el diseño de ciudad.
- Estabilizar la población.
- Racionalizar el consumo agregado y per cápita.

- Aprovechar los residuos y definir estructuras de flujo bajo la lógica de un metabolismo circular.
- Gestionar la entropía y compensar a la población que paga el precio termodinámico de la existencia urbana.

Propuestas que serán viables, si y sólo si se logra modificar el pensamiento lineal reinante en la gestión ambiental y la planeación urbana para llegar a lógicas complejas (Díaz y Montero, 2019).

## Resultados

### El crecimiento cero, la renovación y la naturaleza

La urbanización inclusiva y de bajo impacto ambiental sólo se logrará conteniendo la expansión horizontal del área construida, renovando la infraestructura degradada e insertando la naturaleza en el entorno urbano. El mejor ejemplo de contención lo ofrecen las ciudades Estado que no cuentan con hectáreas disponibles para crecer a sus anchas, como Singapur, Malta, Ciudad del Vaticano, San Marino y los principados de Mónaco y Liechtenstein.

Sin embargo, hay ciudades que han establecido unos límites fijos al asfalto, concreto, ladrillo y demás materiales, definiendo su propia capacidad de carga, y fomentando una circunvalación y contravalación urbana con zonas de amortiguamiento (áreas verdes, suelos agrícolas, áreas de reserva forestal y conservación) y parches naturales con adecuadas conexiones ecológicas al interior de la ciudad (véase la tabla I.1); permitiendo que la entropía generada pueda ser transformada —a través de mecanismos naturales y de las cadenas tróficas— en información útil (Margalef, 1986; 2002). Tal como lo ha hecho la ciudad de Vancouver (Canadá), que frenó su expansión en horizontal, protegiendo sus áreas de conservación, fomentando el repoblamiento de especies salvajes y aumentando las zonas verdes y parques; convirtiéndose en una de las ciudades más ecológicas del mundo (City of Vancouver, 2018). Autoinducida y deliberada limitación a la urbanización en horizontal que se convierte en una lucha política de primer orden porque

se pone en juego la posibilidad misma de libertad y, por ende, la continuidad de ser *civitas augescens* (Agulles, 2017: 55; Cacciari, 2010: 16).

Tabla I.1. *Algunos proyectos urbanos llevados a cabo para alcanzar crecimiento cero en horizontal de área urbana, renovación urbana e inserción de la naturaleza*

<b>Categoría</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Descripción</b>
<i>Límites naturales al área urbana</i>	Vancouver (Canadá)	Establecimiento de límites con zonas de amortiguamiento	Aumento de áreas de conservación, repoblamiento de especies y aumento de áreas verdes
	Río de Janeiro (Brasil)	Recuperación de Favelas	Intervención municipal para mejorar el centro ampliado y realizar un urbanismo a favor de los pobres
<i>Renovación urbana</i>	Detroit (EE. UU.)	Recuperación económica e inmobiliaria	Mejoramiento del centro, uso de las praderas urbanas y viviendas derruidas
	Nueva York (EE. UU.)	Revitalización de un área urbana	Construcción del High Line Park
	Cleveland y Akron (EE. UU.)	Definición de un área verde entre las redes urbanas	Recuperación del río Cuyahoga
<i>Inserción efectiva de la naturaleza</i>	Seúl (Corea del Sur)	Creación de espacio público	Saneamiento y adecuación del río Cheonggyecheon.
	Berlín (Alemania)	Creación de espacio público	adecuación del otrora Aeropuerto de Tempelhoff
	San Francisco (EE. UU.)	Creación de un parque urbano	Aprovechamiento del abandonado emplazamiento militar y la prisión de Alcatraz
<i>Reubicación de asentamientos humanos</i>	Bogotá (Colombia)	Reducción del riesgo por deslizamiento	Reubicación del barrio Altos de la Estancia

FUENTE: Elaboración propia con información de Agery y Lawrence (2015), Alcaldía Mayor de Bogotá (2014), City of Vancouver (2018), Hickel (2016), Owens III *et al.* (2018), Regalado (2012), Ricotta (2017), Saborio (2017), SDP (2015) y Volner (2017).

Esta contención, que no implica un decrecimiento económico, debe ser complementada con procesos de renovación urbana de áreas construidas degradadas, guetos y tugurios, de tal forma que se mantengan las tradicionales dinámicas de creación de valor a partir del uso del suelo urbano, sin que esto provoque un aumento desproporcionado de los costos de alquiler o habitacional de los espacios transformados (*gentrificación*) o que el habitante urbano, agotado del frenesí, la especulación en los precios y la marca urbana, prefiera una vida más allá de la realidad física (*desgentrificación*) (Inzulza, 2012). Así las cosas, ejemplos exitosos de esta nueva producción urbana han sido la recuperación de favelas en Río de Janeiro (2008 a 2016)

para mejorar el centro ampliado de la ciudad y realizar un urbanismo a favor de los pobres<sup>2</sup> (Regalado, 2012; Ricotta, 2017; Saborio, 2017); la revitalización y usufructo de las praderas urbanas, casas derruidas y edificios vacíos y abandonados del centro de Detroit<sup>3</sup> (2008- a la actualidad) luego de la bancarrota municipal más grande en los Estados Unidos de Norte América (Ager y Lawrence, 2015; Owens III *et al.*, 2018); y el rediseño natural de vías abandonadas del ferrocarril en Nueva York<sup>4</sup> (2009) (Volner, 2017), entre otros en distintas ciudades del mundo (véase la tabla I.1).

En cuanto a la inserción efectiva del mundo natural se refiere, la mejor opción ha sido la habilitación de parques urbanos de gran envergadura y el aumento en el número de cuerpos de agua natural o artificial no contaminados a partir de la recuperación y uso de lotes baldíos, parcelas de pastizales, plantaciones boscosas, derruida infraestructura y abandonados emplazamientos industriales. Proyectos urbanísticos como los del río Cuyahoga (1974) en el Parque Nacional Valle Cuyahoga, entre las redes urbanas de Cleveland y Akron (EE. UU.), y la franja de agua que define el saneado río Cheonggyecheon (2005) en Seúl (Corea del Sur) demuestran que el agua puede ser el principal eje articulador del territorio. Asimismo, la adecuación del otrora Aeropuerto de Tempelhoff de Berlín (2010) para convertirse en un parque urbano, y las emblemáticas áreas recreativas nacionales de Golden Gate (1972) y Presidio (1996) en San Francisco (EE. UU.), han permitido una buena yuxtaposición entre el trajín de la ciudad y el

<sup>2</sup> La otrora capital de Brasil llevó a cabo un ambicioso *Plan de Pacificación* durante los años 2008 a 2016 como parte de los preparativos del Mundial de Fútbol 2014 y de los Juegos Olímpicos 2016, cuyo objetivo fue ocupar las favelas y reducir el crimen organizado con el actuar de Oficiales de Pacificación, permitiendo una posterior intervención municipal (Regalado, 2012); proceso que aunque efectivo urbanísticamente, no logró ganar legitimidad entre los residentes de estos barrios deprimidos (Ricotta, 2017; Saborio, 2017).

<sup>3</sup> Luego de la mayor bancarrota municipal de los Estados Unidos en año 2008, atribuida a las crisis de las deudas hipotecarias y al desmoronamiento de las empresas automotrices General Motors y Chrysler, Detroit —la otrora capital automotriz en el estado de Michigan— logró iniciar un proceso de recuperación económica e inmobiliaria gracias al capital proveniente de inversionistas y jóvenes aventureros, el cual ha resucitado el centro de la ciudad y promovido proyectos innovadores (Ager y Lawrence, 2015; Owens III, Rosi-Hamsberg y Sarte, 2018).

<sup>4</sup> Por su parte, en la Gran Manzana se logró construir un parque elevado sobre una línea férrea de 1.5 km de longitud, revitalizando un área abandonada desde el año 2008 (Volner, 2017).

descanso al aire libre, demostrando así que traer el mundo natural a la gente es una excelente idea (Hickel, 2016).

Finalmente, es importante incluir en este acápite la reconstrucción y/o reubicación de asentamientos subnormales, ilegales o que se encuentren en zonas de alto riesgo natural o antrópico. Altos de la Estancia, en Bogotá, el mayor fenómeno de deslizamiento de tierras urbanas en Latinoamérica con 73.8 hectáreas es un ejemplo de intervención para la reducción de riesgo y posterior uso para recreación pasiva de la población (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014; SDB, 2015).

## La estabilización de la población

Este reto debe asumirse en las dos grandes dimensiones demográficas: el crecimiento vegetativo de la población y la migración. En cuanto al primero, es importante advertir que el dicho popular colombiano de que *cada niño nace con un pan debajo del brazo* no aplica para estos momentos; por lo tanto, el mantenimiento y promoción de políticas públicas de control natal siempre será una buena inversión a futuro (Bouroncle *et al.*, 2018). Esto es de vital importancia en economías emergentes que presentan altos porcentajes en la línea de pobreza y pobreza extrema.

Aunque parte de los jóvenes reconocen el enorme costo de oportunidad en el que se incurre al procrear antes de tiempo o sin planeación alguna, hay que brindar oportunidades para que las futuras familias no se formen de repente o sin un plan de vida, razón por la cual los sendos programas de salud reproductiva de hombres y mujeres deben ser acompañados por calidad de vida, inteligencia emocional y la familia, y totalmente distantes de intereses de grupos dominantes e intereses de clase (Chávez, 2014; García, 2015).

Sin embargo, el mayor reto está en el crecimiento no vegetativo (por migración), ya que estas economías regionales —aunque estancadas algunas u otras en lento decrecimiento— siguen atrayendo personas o familias enteras connacionales o del extranjero debido a las escasas oportunidades y carencia de servicios en las regiones, y a crisis internacionales asociadas a los conflictos armados o *melt down* de sus economías. Drama humanitario que en estos momentos sufren los habitantes de ciudades capitales como

Bogotá, Quito, Lima y Santiago —y ciudades intermedias de sus respectivos países— por causa de la migración masiva de venezolanos, que lamentablemente han incrementado las cifras de criminalidad, pobreza y desplazamiento, a la vez que llevan al límite los sistemas de protección social en las respectivas economías (ACNUR, 2018).

Como propuesta a este flujo migratorio está la redefinición del concepto de capacidad de carga urbana, similar a la capacidad de carga de los ecosistemas estratégicos, con el cual se podría dar cuenta del metabolismo urbano óptimo, del potencial de rendimiento decreciente por unidad marginal de habitante (Ley de Rendimientos Decrecientes) y los costos reales de la urbanización. Ejemplo de esto son los estudios realizados sobre las ciudades y condados del Reino Unido (MKC, 2017), de La Paz, México (Moreno, 2016), y de algunos asentamientos humanos en la región de Coquimbo-Chile (Cortés, 2009); asimismo, la iniciativa de Densificación Urbana Inteligente de México (Fundación IDEA *et al.*, 2014), que plantea el agua potable, el drenaje urbano, la energía eléctrica, la red vial y el equipamiento urbano como los principales elementos y umbrales para la definición de la capacidad de carga de la ciudad (véase la tabla I.2).

Tabla I.2. Coincidencia de elementos de sostenibilidad entre el metabolismo urbano y la entropía, con la propuesta en la Iniciativa de Densificación Urbana Inteligente de México

Elemento	Agua	Drenaje y alcantarillado	Energía eléctrica	Combustibles	Alimentos y bebidas	Red vial	Equipamiento urbano	Emissiones GEI	Basuras	Entropía
Metabolismo urbano y entropía	x	x	x	x	x			x	x	x
Densificación urbana inteligente	x	x	x			x	x			

FUENTE: Elaboración propia.

En definitiva, el crecimiento urbano por causa de las tasas positivas de natalidad y la migración deberá compartirse con ciudades emergentes adecuadamente planificadas en otras regiones de cada país (Carrizosa, 2009), permitiendo así una circulación de capital y el adecuado uso del espacio

urbano en zonas que necesitan o tienen la capacidad de lograr una urbanización con industrialización de bajo impacto ambiental.

### **La racionalización del consumo**

Definido como la acción o efecto de organizar los flujos de materiales y las formas de energía que entran, se distribuyen y salen de una ciudad, con el objetivo de aumentar los rendimientos o reducir los costos al menor gasto termodinámico posible, la racionalización del consumo es una prioridad urbana relacionada con las líneas de abasto, el transporte, la intermediación, las pérdidas, la distribución, el consumo en sí y el desperdicio.

El primer y segundo asuntos exigen de amplias vías, sistemas de conducción, corredores de entrada y medios de transporte robustos y de bajo impacto ambiental que permitan el continuo flujo de agua, alimentos, bebidas, combustibles, materiales de construcción, materias primas, insumos, etc., ante situaciones extremas y eventos no deseados como condiciones desfavorables de tiempo atmosférico, extremos climáticos, desastres naturales, pandemias, bloqueos o desórdenes sociales. Asimismo, estas líneas de abasto y transporte deben evitar daños colaterales durante la operación y logística, y también asegurar que los materiales y formas de energía no pierdan sus cualidades y calidades de uso.

En cuanto a la intermediación, ésta no debe ser excesiva ni tampoco deberá elevar significativamente el valor del producto o restringir el consumo básico vía precios. Por su parte, la distribución deberá asegurar la equidad y el acceso libre bajo la lógica de una economía del bien común. A manera de ejemplo para los alimentos se encuentran las iniciativas de Mercados Campesinos en Bogotá y los tianguis mexicanos, que actualmente se presentan como eventos semanales (caso mexicano) o esporádicos (caso colombiano) que atienden una baja cantidad de población al compararse con las grandes cadenas de supermercados, tiendas de barrio, centrales de abasto y grandes superficies de venta al por mayor.

Considerando que buena parte del desperdicio de alimentos se presenta en la intermediación y en el consumo final del producto en los locales comerciales y en los hogares (FAO, 2020), habrá que concentrar esfuerzos

en campañas de concienciación ciudadana, y promover la formación y acción de sujetos políticos que estén dispuestos a tener hábitos de consumo más frugales y austeros. Asimismo, es conveniente definir estrategias para el aprovechamiento de productos próximos a vencerse, siendo el caso más representativo el *Banco de Alimentos de Bogotá*, iniciativa de la Arquidiócesis y del sector privado que, con fundamento evangélico y visión empresarial, logró entregar en el año 2020 más de 15 433 toneladas de comida a 1 129 organizaciones beneficiadas que auxilian a los más necesitados de la capital colombiana y su conurbano (Banco de Alimentos de Bogotá, 2020). El gran reto de este proceso de cualificación y compromiso social es la fuerte competencia con las fuerzas del mercadeo, que se enfocan en el consumo suntuario y desbocado, y en el desperdicio como demostración de la riqueza.

Finalmente, deberá reducirse drásticamente el consumo suntuario de la energía y promover mercados viables de generación distribuida en el sector doméstico y comercial, amparándose en los recientes marcos normativos expedidos<sup>5</sup> en la Región de las Américas. De igual manera, se recomienda masificar los procesos de cogeneración industrial para aumentar la eficiencia energética y el abastecimiento en los sectores productivos y de servicios, reconociendo que esto no es tan común en los emplazamientos industriales de vieja data, pero que es completamente viable en las nuevas instalaciones de mediana y gran envergadura.

Caso promisorio es la iniciativa de los distritos térmicos industriales y urbanos, que se están promoviendo como alternativa de eficiencia energética y mitigación al Cambio Climático en América Latina (ONU, 2020). Asuntos todos que deberán empezar a considerarse en los futuros planes de generación y expansión de energía eléctrica en cada país.

<sup>5</sup> Colombia cuenta con la Resolución de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG 030) de 2018, donde se reglamenta el procedimiento para que los usuarios puedan producir energía y vender sus excedentes al Sistema Interconectado Nacional. México tiene las Disposiciones Administrativas de Carácter General de la Comisión Reguladora de Energía. Perú, a través de la Osinergmin, cuenta con el Decreto Legislativo No. 1221, que mejora la regulación de la distribución de electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica. La Ley de Generación Distribuida 20/571 de 2017 y la 27.424 de 2017 son los congéneres para Chile y Argentina, respectivamente.



## El aprovechamiento y el metabolismo circular

La forma como generalmente la ciudad —a través de su estructura metabólica— usa, transporta y usufructúa las distintas formas de materia, es a través de un proceso lineal: múltiples entradas generan múltiples salidas, algunas de ellas son productos de consumo, *stock* y materiales aprovechables por el sistema; pero otras tantas, principalmente los vertimientos, los residuos sólidos y las emisiones son liberadas sin tratamiento, revalorización o reinyección al sistema que las generó (Díaz, 2020).

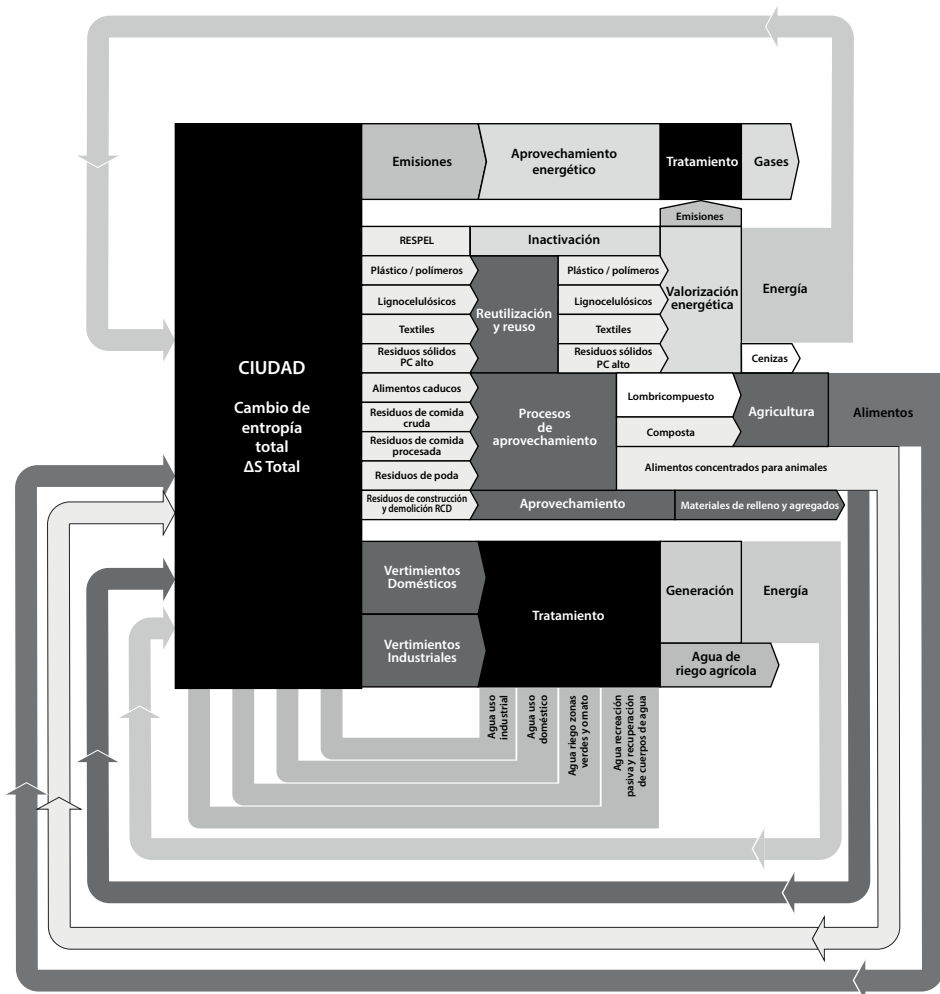
En este orden de ideas, y a manera de ejemplo, se propone que las aguas servidas no sólo sean tratadas en su totalidad, sino reinyectadas —en su mayoría— al sistema urbano para uso doméstico, ornato, recreación pasiva, recuperación de cuerpos de agua y uso industrial; y en el conurbano y la región para la generación hidráulica de energía eléctrica y la agricultura (véase la figura I.1). Esta idea parcialmente es llevada a cabo en ciudades como Bogotá (agua para riego y generación de energía eléctrica) y México (agua para riego); y con un mayor alcance y magnitud en Las Vegas y el Condado Clark-Nevada (LVVWD, 2018), cuyo sistema de reciclaje logra tratar y reinyectar casi toda el agua residual en la ciudad.

En cuanto a los residuos sólidos se refiere, se deben promover estrategias de economía circular (MinAmbiente y MinComercio, 2019) para alimentar distintos procesos industriales y agroindustriales. Restos de Construcción y Demolición-RCD, alimentos crudos y procesados residuales o caducos, y Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos-RAEE tienen un enorme potencial de reutilización como materiales de relleno, materia prima para la elaboración de concentrados para animales y composta, e insumos para industria de alta tecnología, respectivamente. Por su parte, los materiales lignocelulósicos, polímeros / plásticos, textiles y otros residuos agotados con alto poder calorífico, pueden ser valorizados energéticamente en usinas para la generación de energía eléctrica, siendo excelentes combustibles “cuasi renovables” debido a su alta tasa de generación urbana.

En este tipo de emplazamientos también pueden tratarse una gran variedad de Residuos Peligrosos (RESPEL), en virtud de las altas temperaturas de incineración que se alcanzan (RISE, 2021). En este aspecto, Ciudad de México será vanguardista al lograr aprovechar el poder calorífico de sus

basuras domésticas con la primera planta termo-valorizadora de América Latina, que generará 965 GWh/año con una inversión de 600 millones de dólares (BANOBRAS, 2018). Finalmente, en cuanto a metales, el vidrio y otros residuos recuperables, se deberán seguir alimentando los ya existentes procesos de recuperación y aprovechamiento (véase la figura I.1).

Figura I.1. Propuesta de metabolismo circular en las ciudades latinoamericanas



FUENTE: Elaboración propia.

## Gestión de la entropía y compensación a los que pagan el precio termodinámico de la existencia urbana

Como se mencionó anteriormente, la gestión de la entropía es una labor ineludible en las tareas encaminadas para alcanzar la sustentabilidad ambiental urbana, siendo la primera el tratar de convertirla en información útil; donde es fundamental un buen número de áreas verdes, parques y zonas de reserva (natural y forestal) para que la naturaleza haga su trabajo. Además, contar con organizaciones civiles, comunitarias, públicas y privadas que aprovechen el gasto termodinámico en la cualificación de las personas y sus funciones de relación, generando y transmitiendo conocimiento útil que otorgue valor social. Es decir, creando y cualificando sistemas colaborativos cognitivos, como se mencionó anteriormente.

Atendiendo el saneamiento básico, es menester asegurar un adecuado y rápido retiro de las formas de energía y materia no aprovechables —contaminantes y alterógenos—, con el fin de reducir los riesgos a la salud y mitigar el deterioro urbano y la afectación de los sistemas naturales. Por tal motivo es importante asegurar la adecuada gestión interna, transporte y gestión externa para el aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos generados, y la correcta evacuación y conducción de las aguas residuales para el tratamiento y posterior uso.

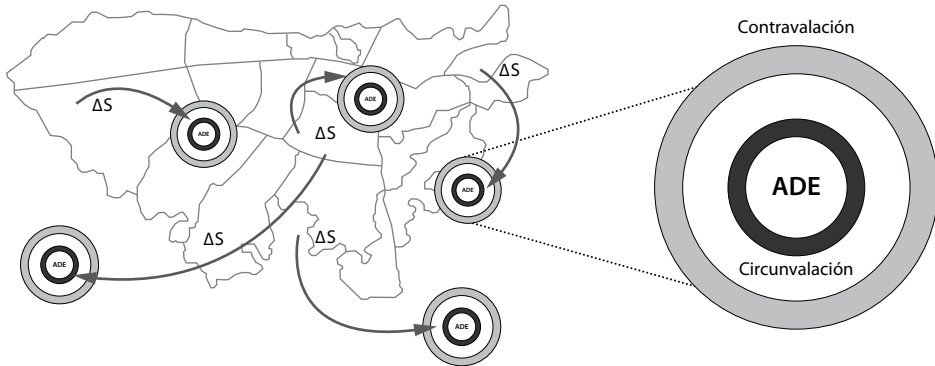
En cuanto a las emisiones se refiere, y en virtud de su *momentum* y la gran cantidad de energía que transportan, se recomienda su aprovechamiento en procesos de calentamiento, secado industrial y ciclos directos o indirectos de potencia; para posteriormente recibir un tratamiento antes de su liberación a la atmósfera baja, asegurando grandes volúmenes de dilución y dispersión. De esta manera se podrá reducir el riesgo toxicológico por inhalación de *alterógenos*, evitar el deterioro de la calidad del aire, salvaguardar la infraestructura y monumentos por efectos de gases ácidos o prevenir la destrucción de sistemas naturales por causa de la deposición ácida o alcalina (García *et al.*, 2004; Vélez *et al.*, 2010), entre otros logros.

Sin embargo, todas estas acciones enfocadas al tratamiento, procesamiento, aprovechamiento y disposición de los excedentes contaminantes urbanos terminan relocalizando las especies químicas en la matriz / fase donde expresen el menor riesgo posible, o agotando progresivamente el

ciclo de recuperación de la materia y la energía. Es por esto que la administración urbana deberá asegurar un mayor número de áreas internas y periurbanas para el emplazamiento de depósitos de alta entropía, como son las plantas de tratamiento de aguas residuales, las de transferencia y valorización energética de residuos, los caducos rellenos sanitarios, las recicladoras de materiales, y las granjas de lombricultura y compostaje.

Estos emplazamientos, que en su mayoría requerirán de serios estudios de impacto ambiental (EIA), exigirán amplias y robustas cercas vivas de circunvalación y de generosos corredores verdes de contravalación, con el fin de no afectar a la población con olores ofensivos, ruido y liberaciones accidentales de sustancias químicas peligrosas; de igual forma, para evitar el asentamiento humano en sus proximidades, algo que lamentablemente ocurre en la actualidad en todas las ciudades capitales latinoamericanas, requerirán áreas depósito de entropía (ADE) que, por su magnitud, tecnología, tamaño y capacidad de procesamiento, son localizadas al interior de la ciudad o en su conurbano; aunque lo ideal es que sea en sitios despoblados (véase la figura I.2).

Figura I.2. Propuesta para el emplazamiento de áreas depósito de entropía (ADE) en las ciudades



FUENTE: Elaboración propia.

La existencia tácita actual y técnicamente definida en un futuro de las ADE afectan y afectarán a una parte de la población; razón por la cual es un imperativo categórico y ético compensar a aquellos habitantes que, hoy día, pagan el precio termodinámico de la existencia urbana. No sólo con subsidios, sino

con inclusión social, respeto, caridad y, sobre todo, con iguales oportunidades para el disfrute de la vida y la ciudad.

Aquellos que gozan de comodidades, residen en las agraciadas zonas urbanas y que no padecen del desorden urbano tienen que recordar que su bello existir se logra a costa de la disipación e incremento de entropía en ciertas áreas urbanas y periurbanas donde muchas personas residen, principalmente pobres y desamparados.

## Conclusiones

### Hacia la gestión ambiental urbana no lineal

Desde la lógica del pensamiento complejo, se podría decir que la disipación de entropía es el Tercero Incluido de la dupla sostenibilidad y colapso (ecuación 1). La disipación es el fenómeno que le imprime el sello de sistema alejado del equilibrio a una ciudad.

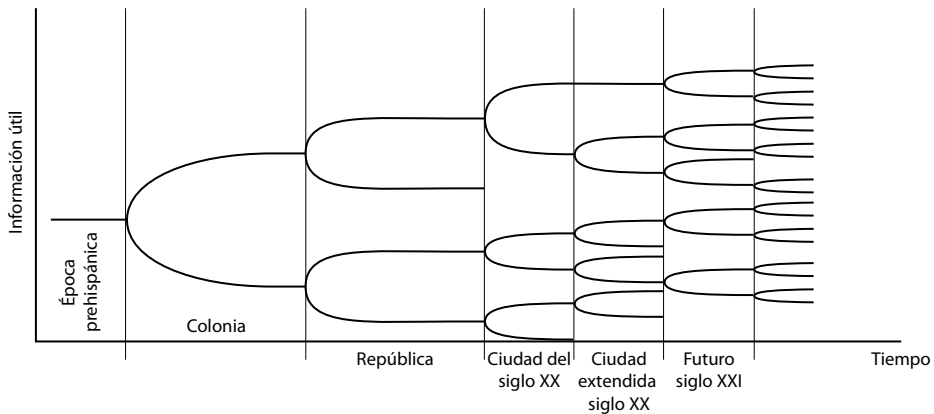
$$\begin{array}{c} \text{Sostenibilidad} \rightleftharpoons \text{Colapso} \\ (1) \\ \text{Disipación} \rightleftharpoons [ \quad ] \end{array}$$

Esta singularidad de no equilibrio es definida por Prigogine (2012) como un universo coherente en donde existen multiplicidad de soluciones: la imposibilidad de retornar al estado inicial contrasta con la amplificación de las fluctuaciones del sistema urbano. Luego de la perturbación y del actuar de la retroalimentación negativa, la homeostasis y la disipación, estas oscilaciones indeterminadas llevan al sistema hacia nuevos estados con posibilidades variadas (véase la figura I.3), los cuales se esperan favorables para la población, la economía, el orden social y la naturaleza. Sin embargo, la realidad muestra otra cosa: un devenir en el filo de la oportunidad para evitar el colapso.

Y aunque uno de los grandes retos de las ciudades capitales y emergentes es lograr mantener tasas de crecimiento positivas, mientras se promueven y anhelan condiciones ambientales estables y/o prístinas en las distintas

matrices ambientales, la utopía se evidencia en el continuo incremento en la generación de residuos, vertimientos y emisiones; asimismo, de las fuentes móviles y puntos de descarga, en la escasa masificación de tecnologías limpias, en precarios sistemas de transporte público, en el predominio de la lógica de comando y control en la gestión ambiental y en la desenfrenada expansión urbana sobre los límites municipales.

Figura 1.3. *Bifurcaciones y multiplicidad de soluciones posibles en el entorno urbano*



FUENTE: Elaboración propia con información de Prigogine (2012).

De igual manera, en la magnitud del metabolismo social / urbano de una población en aumento, que aporta significativas cantidades de sustancias químicas peligrosas asociadas a productos de consumo masivo (Díaz, 2017). Todo un galimatías urbano que evidencia la alta probabilidad de un cambio de estado no deseado que afectará la forma urbana de vivir como la conocemos.

En este orden de ideas, es conveniente repensar el modelo de gestión ambiental lineal y determinista de Presión-Estado-Respuesta, o su evolución actual de Fuerza Impulsora-Presión-Estado-Impacto-Respuesta, de tal forma que se considere la no linealidad de estos sistemas urbanos variopintos, altamente vulnerables al cambio y a la variabilidad climática, habitados por una población diversa en cultura, creencia, imaginarios y aspiraciones, y con una infraestructura urbana que históricamente se ha consolidado con escasos criterios urbanísticos y sociales.

La operación “sostenible” de la máquina térmica compleja urbana exigirá el aseguramiento de flujos de materia, energía, información y dinero ante escenarios de variabilidad y cambio climático, la gestión de la entropía que genere, y la creación y uso de nuevos instrumentos de planeación y administración urbana que atiendan la complejidad. El determinismo ya no es un paradigma urbano.

## Bibliografía

- ACNUR (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados). (2018, 5 de diciembre). *Alto Comisionado llama a una respuesta regional para la crisis de refugiados y migrantes venezolanos*. ACNUR. <https://www.acnur.org/noticias>
- Ager, S., y Lawrence, W. (2015). Recuperar Detroit. *Revista Oficial de la National Geographic en Español*, 37(5), 24-52.
- Agulles, J. (2017). *La destrucción de la ciudad: El mundo urbano en la culminación de los tiempos modernos*. Madrid: Catarata.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (5 de noviembre de 2014). *Altos de la Estancia: El mayor deslizamiento urbano en América Latina* (Boletín de prensa). <https://www.bogota.gov.com>
- Baccini, P. y Brunner, P. (1990). *Metabolism of the Anthroposphere*. Cambridge: MIT.
- Banco de Alimentos de Bogotá. (2020). *Cifras de enero a diciembre de 2020*. <https://www.bancodealimentos.org.com>
- BANOBRAS (Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos). (2018). *Ficha de proyecto 0796, Planta Termo Valorización en la CDMX*. BANOBRAS. <http://www.proyectos-mexico.gob.mx>
- Ben-Naim, A. (2011). *La entropía desvelada, el mito de la Segunda Ley de la Termodinámica y el sentido común*. Barcelona: Tusquets.
- Bouroncle, L., Díaz, J., y Alcalde, I. (2018). Overpopulation Effects. *Revista de Investigación de la Universidad Le Cordon Bleu*, 5(2), 119-132. <https://doi.org/10.36955/RIUL-CB.2018v5n2.010>
- Cacciari, M. (2010). *La ciudad* (Trad. M. Puente). Barcelona: Gustavo Gili.
- Carrizosa, J. (2009). Ciudades nuevas sostenibles en las regiones del Caribe y Orinoquía. *Revista de Ingeniería*, (30), 81-89. <https://doi.org/10.16924/revinge.30.10>
- Cengel, Y. y Boles, M. (2012). *Termodinámica*. México: McGraw Hill.
- Chávez, A. (2014). Contexto social del debate sobre el control natal en Colombia en las décadas de 1960 y 1970: política, medicina y sociedad. *Historia, Ciencias, Saúde-Manguinhos*, 21(4), 1467-1473. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702014000400011>.
- City of Vancouver. (2018). *Green Vancouver*. <https://vancouver.ca/>
- Cortés, S. (2009). La capacidad de carga como herramienta para la ordenación sostenible del territorio. *Hábitat*, (42), 35-56.

- Curtit, G. (2003). *Ciudad, gestión local y nuevos desafíos ambientales: reflexiones en torno a las políticas neoliberales y sus efectos sobre nuestros territorios*. Buenos Aires: Centro de Investigaciones Ambientales y Espacio Editorial.
- Delgado, G.C., Campos, C., y Rentería, P. (2012). Cambio climático y metabolismo urbano en las megaurbes latinoamericanas. *Habitat Sustentable*, 2(1), 2-25.
- Diamond, J. (2006). *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen* (Trad. R. García Pérez). Bogotá: Random House Mondadori.
- Díaz, C. J. (2020). *Entropía, homeostasis y metabolismo urbano: estudio de sostenibilidad ambiental de ciudades capitales en Latinoamérica* (Tesis de doctorado). MMR Edgar Morin. Sonora, México.
- Díaz, C. J. (2018). Complejidad, gestión y disipación en la ciudad: Aproximación desde la Entropía. *Revista Questionar*, 6(1), 25-36.
- Díaz, C. J. (2017). Del pensamiento lineal a la realidad compleja. ¿Por qué la gestión de la calidad del aire urbano falla? En: M.I. Páez. *Congreso Colombiano y Conferencia Internacional CASAP, Gestión de la calidad del aire, retos y alternativas para la salud urbana*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Díaz, C. J. (2012). *La ciudad, entre el espejismo del crecimiento y la utopía del metabolismo sostenible*. Degrowth in the Americas. Montreal: Concordia University.
- Díaz, C. J. (2011). *Metabolismo de la ciudad de Bogotá D.C.: Una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana* (Tesis de Maestría). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz, C. J., y León, N. (2012). Bogotá D.C.: Indicadores de insostenibilidad ambiental. En *Memorias del Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana*. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Díaz, C. J., y Montero A. L. (2019). La complejidad: ¿Entre la dicotomía de pensamiento y método? *Universciencia*, 17(50), 69-86.
- Díaz, C. J. y Pulecio, C. (2016). *Metabolismo y entropía en las ciudades: Análisis y gestión para la sustentabilidad*. En L. Álvarez, G.C. Delgado y A. Leal. *Los desafíos de la ciudad del siglo XXI* (pp. 343-362). Ciudad de México, México. Senado de la República, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Programa Universitario de Estudios Sobre Ciudad y Programa Universitario de Estrategias para la Sostenibilidad.
- FAO (2020). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura*. Roma: United Nation Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/cb1447es>
- Fundación IDEA, Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión, y SIMO Consulting (2014). *México compacto, las condiciones para la densificación urbana inteligente en México*. Fundación para la Implementación, Diseño, Evaluación y Análisis de Políticas Públicas A. C. Ciudad de México, México: Impresa.
- García, H., Antolínez, A. y Díaz, C. (2004). Estimativo de precursores y comportamiento de la precipitación ácida —húmeda y seca— en el norte de Bogotá D.C. *Meteorología Colombiana*, (8), 37-42.



- García, M. (2015). El control del crecimiento de la población y las mujeres en México: organismos internacionales, sociedad civil y políticas públicas. *Revista Colombiana de Sociología*, 38(2), 93-111.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Hickel, J. (2016). The true extent of global poverty and hunger: Questioning the good news narrative of the Millenium Development Goals. *Third World Quarterly*, 37(5), 1-19.
- Inzulza, J. (2012). Latino gentrification: focusing on physical and socioeconomic patterns of change in Latin American inner cities, *Urban Studies*, 49(10), 2085-2107. <https://doi.org/10.1177/0042098011423425>
- Inostroza, L. (2013). El metabolismo urbano: Un sistema de apropiación de excedentes ecológicos, la transformación de la estepa patagónica en arquitectura burguesa. En: *Espacio Urbano, reconstrucción y reconfiguración territorial*. México: Universidad Autónoma del Estado de México y Universidad Autónoma Nuevo León.
- Jaramillo, C. (2017). *Trabajo experimental: Estudio de metabolismo urbano en la ciudad de Cuenca* (Tesis de la carrera de ingeniería ambiental). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- Kennedy, C., Cuddity, J., y Engel-Yan, J. (2007). The changing metabolism of cities. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43-59. <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>
- LVVWD (2018). *Water recycling*. Las Vegas Valley Water District. Recuperado de 2018 de: <http://www.lvvwd.com/water-system>
- Margalef, R. (1986). Variaciones sobre el tema de la selección natural. Exploración, selección y decisión en sistemas complejos de baja entropía. En J. Wagensberg (ed.), *Procesos al azar* (121-140). Barcelona: Tusquets.
- Margalef, R. (2002). *Teoría de los sistemas ecológicos*. Barcelona, España: Alfaomega.
- Martine, G., McGranahan, G., Montgomery, M. y Fernández-Castilla, R. (2008). *The new global frontier: urbanization, poverty and environment in the 21st century*. Londres: Earthscan.
- MKC (2017). *Urban capacity study. Technical document*. Milton Keynes Council. <http://www.milton-keynes.gov.uk>.
- MinAmbiente y MinComercio. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular, cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. Bogotá, Colombia. Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- Moreno, G. (2016). *Capacidad de carga urbana y análisis espacio temporal del crecimiento de la Paz BCS, México*. La Paz, BCS, México: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Newman, P. (1999). Sustainability and cities: extending the metabolism model. *Landscape and Urban Planning*, 44(4), 21-226. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00009-2)
- Odum, E. (1971). *Fundamentals of Ecology*. W.B. Sanders. (3ª ed.). Estados Unidos. En D. Armenteras, T. M. González, L. M. Vergara, F. J. Luque, N. Rodríguez, M. A. Bonilla (2016), Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la naturaleza" 80 años después

- de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83-89. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-1.12>
- ONU DI (2020). *Proyecto Distritos Térmicos Colombia. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial*. <https://www.distritoenergetico.com>.
- Owens III, R., Rossi-Hansberg, E., y Sarte, P. (2018). *Rethinking Detroit* (Technical document). Detroit, EE.UU.: Richmond. Federal Reserve Bank of Richmond and Federal Reserve System.
- Prigogine, I. (2008). *Las leyes del caos* (Trad. J. Vivanco; revisión de J. García Sanz). Barcelona: Crítica.
- Prigogine, I. (2012). *El nacimiento del tiempo*. Buenos Aires: Tusquets.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente). (2021). *El peso de las ciudades en América Latina y el Caribe: Requerimientos futuros de recursos y potenciales rutas de actuación*. Panamá: PNUMA.
- Regalado, A. (2012). Un nuevo rostro para Río. *Revista Oficial de la National Geographic en Español*, 31(4), 76-92.
- RISE (2021). *Waste to energy and social acceptance: Copenhill WtE Plant in Copenhagen*. Research Institute of Sweden. Estocolmo: IEA Bionergy.
- Ricotta, G. (2017). En el territorio del enemigo: Las unidades de policía de pacificación en una favela de Rio de Janeiro. *Antípoda: Revista de Antropología y Arqueología*, (29), 83-79.
- Saborio, S. (2017). Policía pacificadora, legitimidad y prácticas de ocupación territorial. *Antípoda Revista de Antropología y Arqueología*, (29), 105-122.
- Sánchez-Rodríguez, R. (2008). Urban sustainability and global environmental change: reflections for an urban agenda. En G. Martine et al. (ed.). *The new global frontier: urbanization, poverty and environment in the 21st century* (pp. 149-164). Londres: Earthscan.
- SDP (2015). *Altos de la Estancia, nueva zona para el entretenimiento y recuperación ambiental* (Boletín de prensa). Secretaría Distrital de Planeación. <http://www.sdp.gov.com>
- Tacoli, C., McGranahan, G., y Satterthwaite, D. (2008). Urbanization, poverty and inequity: Is rural-urban migration a poverty problem, or part of the solution? En G. Martine et al. (Eds.), *The New Global Frontier: Urbanization, Poverty and Environment in the 21st Century* (pp. 37-54). Londres: Earthscan.
- Testa, J., Bertoni, M. y Maffioni, J. (2017). Análisis de los ciclos de metabolismo urbano para una ciudad turística sustentable y competitiva, el caso de Miramar (Buenos Aires, Argentina). En *Desafíos del Turismo para el Desarrollo Sostenible*. Universidad del Mar del Plata.
- UNDesa (2008). *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*. Nueva York, EEUU: United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- UNHabitat (2018). *The State of African Cities 2018: The Geography of African Investment*. Londres: United Nations Human Settlements Programme.
- Vélez, J., Valencia, M., Londoño, A., González, C., y Mariscal, J. (2010). *Contaminación del aire y lluvia ácida, diagnóstico del fenómeno en la ciudad de Manizales, Manizales*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Volner, I. (28 de noviembre de 2017). What the architects of the high line are up to next. *The Wall Street Journal Magazine*. <https://www.wsj.com/>
- Wolman, A. (1965). The metabolism of Cities. *Scientific American*, 213, 179-190. <http://irows.ucr.edu/cd/courses/10/wolman.pdf>



## II. Un modelo de autosostenibilidad urbana como fractalidad del metabolismo social

MAURICIO EUGENIO RAMÍREZ RUANO\*

ELIZABETH ESCANDÓN BOJÓRQUEZ\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.02>

### Resumen

El modelo de gestión del hogar urbano que proponemos es aplicable para los hogares de la clase media urbana en sus tres subclasificaciones; no obstante su tamaño y número de integrantes, ya que, como principio, el modelo se basa en la gradualidad de los avances en varios aspectos, donde todos suman resultados concretos en la descarga de presión al planeta, a la economía familiar y dinamizan el metabolismo social de las comunidades con un enfoque sostenible. La estructura del modelo se divide en tres grandes ramas sustantivas: las dimensiones de actuación, la filosofía de autosostenibilidad y los marcos conceptuales y referenciales que lo sustentan. Estas ramas tienen interacciones a través de círculos concéntricos que parten del individuo, continúan en la familia y relaciones cercanas, que crecen hacia la comunidad, al municipio y al Estado. Las dimensiones de actuación integran: el autocuidado a la salud, la alimentación presente y futura, la autonomía financiera sostenible, la disminución del impacto al ambiente que viene aparejada con los ahorros en costos de servicios basados en prácticas hogareñas y ecotecnias, y la gestión del espacio físico en los círculos concéntricos según la teoría ecológica de Urie Bronfenbrenner. Desde este pun-

---

\* Máster en Ingeniería en Gestión Ambiental. Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7965-3017>; correo electrónico: [sbs.ingenieros@gmail.com](mailto:sbs.ingenieros@gmail.com)

\*\* Máster en Ingeniería en Gestión Ambiental. Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1854-951X>

to de vista nuestro modelo reproduce a detalle a la menor escala prevista por el metabolismo social todos sus componentes de apropiación, transformación, consumo, distribución y excreción; resultando en una unidad fractal con potencial de multiplicación desde el punto de vista social siguiendo las interacciones de los círculos concéntricos en los que se basa el modelo.

**Palabras clave:** *autosostenibilidad urbana, metabolismo social.*

El concepto de *autosostenibilidad urbana* como actuación individual o grupal no es nuevo y tiene precedentes tanto en soluciones rústicas e improvisadas como altamente tecnificadas. En el mundo occidental posindustrial la aparición de los huertos urbanos en otros países se da con los llamados “Jardines de La Victoria” o también “Jardines de la guerra”, los cuales fueron creados para el cultivo de frutas y verduras evitando la escasez de alimentos ocasionada por la primera y la segunda guerras mundiales en diversas ciudades del Reino Unido, los Estados Unidos y Canadá (Guijarro, 2014).

Con ello se logró, además, un poderoso sentido de conciencia de la alteridad. En el artículo “Notas para la historia de la horticultura y el auto-abasto urbano en México”, Sánchez y Alfaro (2013) reflexionan acerca de la producción de biomasa en los centros urbanos para el autoconsumo, la historia desde la conquista, la paulatina desaparición por la transformación del uso territorial, las ideas higienistas y las políticas de modernización. El concepto de los espacios para el autoabasto urbano —también llamados traspatio, huerta, huerto, solar, ekuaru, calmil o chacra—, para efecto de nuestro modelo, es conocimiento popular que debe ser retomado.

Por otra parte, en lo relativo a las ecotecnias, según el programa para el Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas: del 2006 a 2016 se registró un incremento equivalente a 60% en el comercio global de ecotecnologías, consideradas limpias; ello ha promovido el empleo, el desarrollo económico, la innovación y resiliencia económica, y climática de forma proporcional (UNEP, 2019). El mercado actual es de 11.2 billones de dólares, con un crecimiento previsto de 26.6% para 2025 (36.6 billones de dólares), lo que las coloca en la categoría de Productos de comparación homogéneos, que son los que tienen el mismo tipo, tamaño y calidad y donde el precio es

importante, con tendencia a convertirse en Productos de consumo básico, que son los que se adquieren de forma sistemática, son indispensables y son de fácil adquisición.

## Metodología

El presente ensayo propone un modelo de gestión del hogar urbano que se basa en la integración de elementos de actuación basados en principios éticos acordes con el concepto del sistema socioecológico, desarrollados en los círculos concéntricos según la teoría ecológica de Urie Bronfenbrenner. Todo ello se asimila de forma natural en el modelo del metabolismo social propuesto por Víctor Toledo, que al momento de reducirse a la unidad básica de apropiación (el hogar) adquiere matices que le dan similaridad al sistema de mayor dimensión donde se aloja (comunidad, municipio, estado) e iteraciones propias de la geometría fractal de Mandelbrot. El modelo propone la gradual asimilación de los conceptos mencionados a través de la medición sistemática de lo que se apropia y excreta.

Nuestra propuesta es un Modelo de Gestión del Hogar Urbano visualizado como una unidad básica de apropiación en un metabolismo social de mayor dimensión, con enfoque a la clase media de las ciudades (según se define en el estudio exploratorio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021) “Cuantificando a la clase media”). Es la conjunción crítica y tamizada de varios elementos intuitivos y naturales, tales como la percepción cada vez más generalizada y persistente acerca de que el riesgo climático está a las puertas de cada hogar, suceso o actividad humana, independientemente de su orden social y ubicación territorial y conocimientos empíricos tradicionales. Adicionalmente a conocimientos técnico-científicos relacionados con las ciencias ambientales, la salud de las personas y los demás seres con los que interactuamos; conocimientos financieros, micro y macroeconómicos; producción, conservación, distribución y elección de alimentos, así como marcos teóricos de relaciones sociales. Todos y cada uno de estos elementos desde el punto de vista del metabolismo social son factores críticos de apropiación y excreción en el hogar, que pueden ser medidos y eventualmente disminuidos con trabajo focalizado. Todo lo an-

terior integra también dimensiones de actuación entendidas como la gama de acciones metodológicas medibles que aterrizan, miden y evalúan las iniciativas de autosostenibilidad en las urbes. El enfoque a la clase media responde al alto consumo que la caracteriza y a que las ecotecias existentes al momento implican una inversión que sale de la capacidad adquisitiva de las clases bajas, dado que no existen hasta el momento programas de subsidio dirigidos a su implementación en ese segmento de la población.

La estructura del modelo de autosostenibilidad urbana como fractalidad del metabolismo social se divide en tres grandes ramas sustantivas: las dimensiones de actuación, la filosofía de la autosostenibilidad y los marcos conceptuales y referenciales que lo sustentan, los cuales se describen a continuación; además, se presentan algunas reflexiones para la asimilación del modelo.

## **Resultados**

### **Las dimensiones de actuación**

Son los hechos realizados por una persona o comunidad hacia la autosostenibilidad y los desglosamos como sigue:

#### **El autocuidado de la salud**

Visto desde el punto de vista de círculos concéntricos, la enfermedad de cualquier miembro de un hogar impacta en diferentes formas al resto y en varias ocasiones trasciende hacia los demás círculos, dependiendo de la gravedad de la enfermedad, su posibilidad de contagio y los costos implicados en su atención. Aterrizando esto en los preceptos del metabolismo social, el proceso de enfermedad de cualquier individuo desencadena una rápida secuencia de apropiaciones no planificadas con sus consecuentes excreciones, que van desde alimentación especial, atención personalizada, consumo adicional de energía, adquisición de medicamentos y los posteriores desechos de diversas índoles relacionados con el uso de empaques, material de curación, transportación adicional, entre otros. Esto coloca al



autocuidado de la salud como uno de los elementos torales en un modelo de autosostenibilidad urbana. En la búsqueda de un marco de referencia que enfoque el autocuidado de la salud encontramos la filosofía humanista de las 14 necesidades fundamentales de la persona independiente, postulada por Virginia Henderson (Bonill y Amezcua, 2014), que es de relevancia para el modelo de autosostenibilidad urbana y para lograr un crecimiento fractal en el metabolismo social.

### **La alimentación presente y futura**

Entendida como la “seguridad alimentaria”, conjuga la autoproducción de alimentos orgánicos con la adquisición local basada en el consumo responsable. Desde el punto de vista de la autosostenibilidad urbana, autogenerar alimentos es un principio de contribución al metabolismo social en tanto que se asegura parte de la ingesta de los miembros de un hogar. Es claro que un hogar urbano no tiene la capacidad territorial para producir la totalidad de los alimentos requeridos por los miembros de la unidad de apropiación —aún si su forma de alimentación es vegana o similar—, ni pretendemos enfocar hacia allá el modelo, no obstante, la reducción del consumo de biomasa externo al microsistema coadyuva de forma consistente a mantener bajos los índices de apropiación y excreción en tanto que provee un relativo grado de certidumbre alimenticia frente a los incidentes de desabasto generados por impactos climáticos, sociales y económicos. En este sentido la autogeneración de alimentos en el hogar urbano debe enfocarse a la satisfacción de biomasa vegetal de consumo cotidiano que permita cuidado efectivo y una cosecha sencilla; los consabidos frutos y vegetales de uso diario tales como limón, tomate, acelga, etc. Aquí es donde retomamos el principio de medición para cuantificar la ingesta semanal de estos alimentos de los miembros del hogar, y con ello planificar la siembra hogareña, dando prioridad al vegetal y/o fruto de mayor consumo. Traeremos a cuentas un elemento que describiremos más adelante respecto al redimensionamiento del espacio físico, dado que la autoproducción requiere la habilitación espacios apropiados para ello, a través de calmiles, con la posible sustitución de plantas de ornato por alimenticias. Por su parte, el consumo local tuvo una gran relevancia durante la pandemia por COVID-19, pues hizo posible

ver en todos los centros urbanos a personas de localidades vecinas mercadeando productos agrícolas y pecuarios. En este sentido, es conveniente optar por lo que nos ofrecen estas personas en lugar de productos de distribución y fabricación industrial. Por supuesto es importante, como en cualquier transacción, aplicar criterios para una adquisición adecuada, lo que nos lleva al concepto de consumo responsable, que se define como los criterios básicos del consumo sustentable:

La producción y el consumo sustentable promueven el uso de servicios y productos que respondan a las necesidades básicas y mejoren la calidad de vida, al mismo tiempo que minimizan el uso de recursos naturales y de materiales tóxicos, además de tomar en cuenta la generación de residuos y contaminantes a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. (Semarnat, 2012: 32).

Lograr la totalidad de los estándares del consumo responsable es improbable en todas las circunstancias actuales, no obstante, siguiendo el principio de gradualidad es probable aproximarse paso a paso comenzando por lo que cada quien individualmente puede hacer, como es el respeto a las culturas, promover la inclusión por medio del poder del consumidor y evitar el regateo al productor o artesano.

### **La economía financiera autosostenible**

Guiados por el proverbio atribuido a Buda Gautama que reza “No es más rico quien más tiene, sino el que menos necesita”, nuestro modelo de gestión busca disminuir egresos y créditos de forma ponderada, en pos de una independencia económica basada en necesitar cada vez menos, sin sacrificar satisfactores ni posibilidades de desarrollo personal. El concepto de Finanzas Sostenibles se centra en dos factores principales: el medio ambiente y la sociedad a través de criterios éticos. De tal forma, la construcción de las finanzas personales desde la perspectiva de este modelo implica redefinir las inversiones que se consideran sustantivas hacia el logro de objetivos de desarrollo personal de largo plazo de los miembros del hogar, asociados con

una baja apropiación de recursos del medio y con ello la disminución progresiva de gastos corrientes derivados de la manutención del mismo hogar, en virtud de la autogeneración de energía, biomasa y disminución de apropiación no sustantiva. No queremos implicar con ello la asunción de una vida espartana desprovista de gustos superfluos o excentricidades.

El manejo de las finanzas personales es tema de la mayor privacidad y así lo entendemos, la intención del modelo es proveer un marco referencial de actuación, re-categorizando todos aquellos gastos e inversiones, tradicionalmente considerados necesarios para un hogar, cambiando el posible valor sustantivo que tengan en este momento, por un valor objetivo en el sistema hogareño. Ello implica hacer de lado gradualmente ciertos hábitos acendrados en nuestra cultura ligados al consumismo, con sus consecuentes creencias populares limitativas que inducen a la compra por impulso (*v. gr.* el que no debe, no tiene; ya me vieron con este vestido; ya tengo que cambiar de auto; este celular ya es viejo, etc.). De tal forma el modelo propone la planificación de la economía en torno a la liberación de compromisos de largo plazo (salir de deudas) que graviten con intereses altos sobre el gasto del hogar, buscando a su vez que las inversiones puedan redituar en disminución de costos de apropiación, basada en los siguientes criterios:

- Reenfocar inversiones hacia ecotecnias que permitan la disminución de apropiación de recursos del medio en tanto disminuyan los gastos fijos del hogar (calentadores solares, fotoceldas, iluminación LED, captación de agua pluvial, estufas con hornillas de inducción basados en energía eléctrica...).
- Disminución del crédito al consumo por la adquisición al contado de enseres y bienes no sustantivos, reservándolo a las líneas de crédito para expensas inesperadas, tales como emergencias de salud, o bien planificadas con apego al ingreso, tomando en consideración la máxima expresada por Tomás Jefferson: “No gastes tu dinero antes de ganarlo” en línea con ingresos propios reales.
- Enfocar las compras de bienes de consumo a los productos de mayor duración disponibles en el mercado, con criterios de inversión de mediano plazo, esto significa ponderar el valor de cada una de las

inversiones que se hacen en el lugar con respecto al uso y tiempo que nos darán servicio. El ejemplo más socorrido es el automóvil, que se deprecia en el momento mismo de la compra y sólo otorga valor en medida de que su uso sirve a los propósitos de la comunidad del hogar, fuera de ello es un foco de descapitalización permanente.

- La inversión en el desarrollo de las capacidades de las personas siempre será un acierto y debe ser visto también como una fuente de capital a futuro, eso incluye capacitación formal para el trabajo tanto como aficiones y gustos particulares por alguna expresión artística, cultural o deportiva.
- Los premios personales para los miembros del hogar que ingresan dinero al sistema son indispensables por el simple hecho de la motivación. Estos los entendemos como una fracción del ingreso remanente posterior al pago de los compromisos y gastos en donde el individuo que logró el ingreso pueda disponer libremente de una cantidad para su disfrute, sin necesidad de justificarlo.

Bajo esta perspectiva presentamos una clasificación de cuáles dimensiones específicas de actuación, respecto al impacto ambiental desde un hogar urbano, pueden considerarse bienes de capital por su inmediato efecto en sus finanzas, los cuales requieren de un manejo específico para poder lograr considerarse una aportación a la economía y cuáles son de adopción voluntaria sin la expectativa económica. Esta diferenciación implica que la adopción de las dimensiones de actuación que se consideran bienes de capital pueden ser sometidas a un análisis de rentabilidad financiera con perspectiva del lugar de mediano y largo plazo en tanto que aquellos que no cuentan con esa cualidad difícilmente podrían soportar un análisis económico, sin embargo, nuestra convicción es que el simple hecho de decidir adoptar un modelo de esta naturaleza implica que no todo será medido con el rasero de la rentabilidad inmediata, sino con la del beneficio-costo de largo plazo que implica el actuar decididamente en pos de disminuir el impacto ambiental.

La siguiente clasificación tiene como propósito diferenciar aquellas dimensiones de actuación que además pueden proveernos un beneficio económico de las que se hacen por convicción moral, haciendo hincapié en lo

que se planteó desde el principio de este trabajo referente a la disposición anímica para adoptar el modelo.

Tabla II.1. *Clasificación de dimensiones de actuación ambiental urbana por capacidad de generar valor económico al hogar (bienes de capital)*

<b>Consideradas Bienes de capital Rentables</b>	<b>Valor por oportunidad y manejo Posible rentabilidad</b>	<b>Adopción por voluntad no capitalizable Beneficio-coste de largo plazo</b>
La disminución de emisiones de gases invernadero por la co-generación de energía renovable, disminución de combustiones y transportes de baja emisión	El manejo del agua, por el uso racional, captura, filtrado y, de ser posible, tratamiento	El manejo de residuos por disminución de apropiación innecesaria, reciclaje y reutilización.
Producción de biomasa alimenticia vegetal y proteína animal por sistema de hidroponía y Acuaponía	Un conocimiento botánico básico relacionado con el autoconsumo	La armonización con la flora y fauna del entorno, tomando a las cinco libertades del bienestar animal como marco de referencia.

FUENTE: Elaboración propia.

## La disminución del impacto al ambiente

En el modelo de autosostenibilidad urbana como fractalidad del metabolismo social, la disminución del impacto en el medio ambiente es a su vez una consecuencia y un acto deliberado de responsabilidad social. En la actualidad, las ecotecnias para la generación de calor sustituyendo el gas y generando energía eléctrica a partir del sol, son bienes de capital que favorecen el ingreso hogareño, por lo que su adquisición trasciende las razones morales y se debe más a la conveniencia económica; si se cuenta con cualquiera de estas ecotecnias, lo anterior es fácil de comprobar a través de los recibos de energía eléctrica y gas. Cabe señalar que en México esto era impensable hace sólo siete a 10 años atrás.

Fuera de estos sistemas ya considerados *commodities*, la disminución del impacto al ambiente desde un hogar urbano requiere una disposición moral deliberada y trabajo no remunerado por ahorro de dinero, sino por la expectativa del legado ambiental a las siguientes generaciones, como la disminución de emisiones de gases invernadero por la co-generación de energía renovable, la disminución de combustiones y el uso de transportes de baja emisión, cuyas implicaciones actualmente son exclusivamente de ín-

dole económico y de planeación financiera, incluido en la posible adquisición de un vehículo híbrido o eléctrico.

Debido al deficiente manejo de residuos municipales generalizado particularmente en México, un manejo eficiente de residuos parte de la disminución de apropiación, reciclaje y reutilización en el hogar; por supuesto, la disminución del uso de plásticos de un solo uso y elección de desechables de fácil biodegradación. Sabemos de antemano que muchos de estos materiales biodegradables tienen un costo superior a los convencionales y es ahí donde entra precisamente el poder del consumidor y la capacidad de la clase media de generalizar productos y tecnologías que en principio son costosos y que al momento de su masificación disminuyen su precio.

### **El manejo del agua, por el uso racional, captura, filtrado y, de ser posible, tratamiento**

El manejo del agua en zonas urbanas es un poco más complicado, pues fuera de un uso racional y de la posible reutilización de aguas servidas, los sistemas de captación de agua requieren un espacio específico, sistemas de filtración y bombeo si se desea utilizarlos en consumo humano. Estos sistemas que por el momento implican inversión y reacondicionamiento del hogar sólo son efectivos una parte del año. El tratamiento de aguas servidas, por otro lado, sólo es factible económicamente por volumen. El avance en las ecotecnias y su transformación en *commodity* permiten una perspectiva de la aparición de una tecnología para manejo de aguas servidas en el hogar, de la cual hay que estar atentos.

### **Producción de biomasa alimenticia vegetal y proteína animal por sistema de hidroponía y acuaponía**

La producción vegetal en el hogar urbano con enfoque al cuidado del ambiente tiene tres vertientes básicas: la captura de carbono; la oferta de floración para abejas y la producción vegetal comestible que disminuye la apropiación. Al momento de escribir este documento la cochera de los autores es el único hogar urbano que conocen donde se produzca proteína de origen

animal a través de acuaponía, y la razón es comprensible, es un proceso asaz complicado y de bajo rendimiento en proteína animal, pero muy alto en producción vegetal y de bajo consumo de agua (pérdida de 5% mensual) y fertilizantes (provisto por las excretas de los peces por la recirculación de nutrientes). Cualquiera que sea la intencionalidad de la producción vegetal es loable y según el principio de gradualidad abona a la reducción de excretas al metabolismo social; sin embargo, es conveniente planificarla intentando dar cobertura a las tres vertientes.

### **La armonización con la flora y fauna del entorno**

Según el principio de conciencia de la alteridad mencionado previamente, los animales que nos acompañan y de los que no servimos deben recibir un trato mínimo basado en las “cinco libertades” que dan paso a la doctrina del Bienestar Animal: “libertad de hambre, de sed y de desnutrición; libertad de temor y de angustia; libertad de molestias físicas y térmicas; libertad de dolor, de lesión y de enfermedad; libertad de manifestar el comportamiento natural de su especie” (Olalde, 2020: 4). En lo que respecta a la flora de nuestro entorno, es de capital importancia conocer cuáles de las especies que nos rodean están protegidos por la norma, ya que se encuentran en peligro de extinción y está en riesgo su papel en el equilibrio ecológico. En el caso de México es frecuente vernos rodeados de mezquites y cactáceas que son parte de la protección brindada por la norma oficial mexicana y su desconocimiento desencadena depredaciones muchas veces involuntarias. Esta dimensión de actuación tiene componentes éticos profundos que dan solidez a la conciencia de alteridad y por consecuencia promueven la armonización con el entorno.

### **La gestión del espacio físico en círculos concéntricos**

Implica redefinir las funciones de los espacios tomando en consideración este nuevo enfoque de gestión dando un lugar a cada cosa y cada cosa en su lugar, haciendo, a su vez, un manejo de la temperatura a través de lugares de sombra, ventilación y otros recursos de bajo consumo de energía. Existe una máxima en el diseño que reza la “forma sigue la función”, que entendi-

do de forma muy sencilla significa que todo debe adoptar la composición requerida para funcionar adecuadamente. El diseño de las casas habitación urbanas —máxime si son construidas por urbanizadores— son diseñadas conforme a estándares de uso, derivados de costumbres de disminución de costos y normatividades que normalmente se alejan de un modelo de autosostenibilidad, salvo en muy honrosas excepciones.

Un ejemplo de ello es el famoso cuarto de servicio o traspatio que normalmente estaba destinado para el uso exclusivo del personal de servicio doméstico, por lo que se ubica en la parte trasera de la casa y separado de las zonas de convivencia. Será interesante contabilizar las generaciones que deben transcurrir antes de que tales cuartos de servicio o traspatios se integren de vuelta el cuerpo de la vivienda por el hecho de que cada vez es menor la contratación de servicio doméstico en los hogares de la clase media.

Con este antecedente no pretendemos promover una reforma a la estructura de la vivienda, sino una redistribución básica de funciones que tengan en consideración las nuevas funciones de producción de biomasa alimenticia y captación de energía solar en todas sus modalidades.

El aspecto de círculos concéntricos dentro de la unidad de apropiación tiene matices peculiares debido a que cada individuo que reside en esta unidad es el centro de un círculo que va a interactuar con los demás. De tal forma la gestión del espacio que proponemos toma en cuenta las necesidades particulares de cada uno de los miembros de un hogar, incluidas mascotas y plantas, y del centro de la entidad hacia fuera comienzan las interacciones que hay que tener en consideración. En su interacción con los demás miembros se requiere la armonización del propósito de las funciones a través del consenso y la negociación entre todos.

Es necesario que se prioricen al interior del hogar, entendido como unidad de apropiación, cuáles van a ser los elementos que se autogenerarán y la forma en cómo disminuir las excreciones, ello implicará que todos los miembros del hogar cedan espacios para su logro. Los criterios que proponemos para la gestión del espacio físico con enfoque en la autosostenibilidad —las 5S: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* y *Shitsuke*— provienen de la filosofía *Kaizen* y son los siguientes:



*Seiri* (clasificar): diferenciar entre lo útil y lo inútil; *Seiton* (organizar): ordenar lo útil asignando un nombre y una ubicación fija a cada objeto/proceso; *Seiso* (limpiar): limpiar el espacio de trabajo; *Seiketsu* (estandarizar): cuidar la higiene personal para evitar la aparición de suciedad y desorden; *Shitsuke* (autodisciplina): fomentar la autodisciplina. (Bizneo, 2021)

Así, se propone emplear habitualmente la filosofía Kaizen y las 5S en las actividades laborales y domésticas. Adicionalmente, hay aspectos como el control de la temperatura dentro del hogar, el cual se puede lograr a través de zonas sombreadas, ventilación por Venturi, la impermeabilización de techumbres con elementos reflectantes y el uso de fibras naturales como recubrimientos de ventanas y muros.

### **La filosofía de la autosostenibilidad**

Estamos frente a una toma de conciencia que, sin ser novedad, ahora es apremiante. Para integrar y operar todos los elementos del modelo es necesario hacerse de un bagaje de predisposiciones anímicas y criterios de decisión fundamentales, algunos de los cuales son precedentes a cualquier iniciativa autosostenible, en tanto que los demás se adquieren en el proceso, por el hecho mismo del intento.

### **Los principios que consideramos críticos**

La medición de todo lo que es apropiado y excretado por nuestra unidad de apropiación es el factor más efectivo de toma de conciencia en lo referente a la gestión del ambiente; según dice el Dr. J. Guadalupe Michel Parra “Lo que no se mide no existe”; desde el punto de vista del metabolismo social en un contexto urbano los elementos primordiales a medir son los materiales, la energía y el agua. En su aplicación práctica, son los materiales apropiados que equivalen a toda la adquisición de bienes de consumo (alimentos, ropa, productos de limpieza e higiene personal...) y todos los enseres utilizados en la cotidianidad. En tanto que la energía proviene de la apropiación de gas, energía eléctrica y combustibles para medios de transporte y aire. Por su lado, las excreciones de la unidad básica de apropiación

son: las aguas residuales, el CO<sub>2</sub> derivado de la combustión de combustibles fósiles y el que se emite de forma indirecta por la compra de energía eléctrica pública producida con tecnologías híbridas. Todos estos elementos han de medirse en la mejor forma que sea posible, dado que algunos son de difícil acopio, en tanto que otros tienen índices reflejados en recibos de pago e información existente en el internet.

De forma práctica, el ir a tirar la basura cotidianamente nos puede permitir llevar un registro de las bolsas que emitimos por semana; si la comparamos contra las bolsas que adquirimos en el supermercado en el mismo periodo podremos tener un parámetro, si bien rústico, de apropiación de materiales de uso cotidiano.

En lo que respecta a energía, la medición de apropiación puede ser mucho más precisa debido a que contamos con recibos de energía eléctrica, tanques de almacenamiento de gas y gasolina de los automóviles. En tanto que la medición de excreción la haremos tomando los factores según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, 2021), cuyo índice es:

$$0.494 \text{ tCO}_2\text{e} / \text{MWh} \text{ o } 0.494 \text{ kgCO}_2\text{e} / \text{kWh}$$

La combustión de gas, por su lado, tiene un índice de emisiones de 2.694 kg de CO<sub>2</sub> por cada kilo de gas quemado. Con estos índices podemos calcular que una familia de cuatro personas cuyo consumo promedio de energía eléctrica sea de 5 kW diarios (150 kW/mes) y un cilindro de gas de 30 kg mensual, tendrá una excreción de CO<sub>2</sub> aproximadamente de 440 kg al mes. Al adoptar la utilización del calentador solar y fotoceldas de capacidad apropiada podría disminuir la excreción a cero por esos conceptos. En lo relativo al agua, a excepción hecha de aquella que se utiliza para beber, cocinar o regar plantas (generación de biomasa) toda la demás es excretada como residual.

Una forma sencilla de medir sería cerrar la llave maestra de paso y contar el tiempo que toma que el depósito (tinaco o cisterna) se vacíe bajo uso normal. Conociendo la capacidad del depósito sabremos la apropiación y excreción del agua al metabolismo de mayor dimensión. Así, el resto de los elementos de apropiación y excreción pueden ser medidos de forma relati-

va o absoluta, ya que a pesar de que algunos de ellos puedan considerarse pedestres, son efectivos en la toma de conciencia. En nuestra experiencia, comenzar de forma sencilla origina curiosidad y búsqueda de mayor alcance en la precisión, en concordancia con la toma gradual de conciencia del impacto al medio.

### **La conciencia de la alteridad**

En su sentido más amplio observa a todo ser vivo con el que nos relacionamos y de los que nos servimos como un individuo que tiene relación de espacio y necesidades. La conciencia de la alteridad nos impone a la vez límites de actuación para con las personas que están en nuestros círculos concéntricos y comprensión de las circunstancias en las que cada uno de ellos se desenvuelve. Esto incluye a los animales y a las plantas en nuestro entorno, máxime si tenemos una relación directa con ellos, como veremos más adelante. Es en última instancia el mecanismo más adecuado que conocemos para armonizar en comunidad. Desde el punto de vista del modelo de autosostenibilidad urbana, la conciencia de la alteridad se manifiesta también como la forma en cómo intercambiamos posibles excedentes de apropiación o producción interna o cómo disminuir el impacto de las excretas propias en los demás, buscando el mutuo favorecimiento, lo que consideramos factor crítico para que el modelo opere. Esto adquiere una dimensión muy peculiar cuando entendemos que nuestras mascotas son parte inherente de nuestra unidad de apropiación, basta con medir la cantidad de alimento y agua que les facilitamos y los excrementos que de ellos debemos recoger.

### **La gradualidad del proceso**

La adopción de un modelo de esta naturaleza cuando no se ha tenido una experiencia cercana está llena de tropiezos, falta de información y en ocasiones frustración. La gradualidad que proponemos consta de apropiarse paulatinamente de cada uno de los aspectos disfrutando el camino, el aprendizaje con su dulzura y sinsabores. Ello nos permite ir evaluando los pequeños logros y ello constituye un factor de gozo, aprendizaje ineludible y ad-

quisición de resiliencia ante el error. La gradualidad se da también en las retribuciones que el ambiente nos da como expresión de la efectividad del modelo en forma de motivación a otras personas de nuestros círculos concéntricos y la disminución cada vez más plausible de la apropiación y sus costos. La gradualidad supone llevar un sencillo registro de todo lo que hacemos, los resultados que obtenemos, ensayo y error, en una pequeña libreta.

### **Los valores sustantivos**

De toda la constelación de valores morales que componen la conducta humana consideramos que tres son fundamentales para lograr un modelo de gestión hogareña hacia la autosostenibilidad; la templanza, la tenacidad y la gratitud. De ellos, creemos que el más necesario de todos es la gratitud, cuyo mayor valor es el reconocimiento de la alteridad a través de la estimación de los bienes recibidos, ya sean espirituales o materiales y que desembocan en un deseo voluntario de corresponder y compartir. Hoy por hoy, dar gracias por lo recibido a cualquier entidad superior que esté acorde con el sistema individual de creencias trasciende la mera cortesía o costumbre para convertirse en un poderoso vínculo con todo aquello que nos rodea.

Por su parte, la tenacidad y la templanza son requeridas para no abandonar la adopción del modelo frente a la múltiple cantidad de tropiezos y circunstancias no previstas que puedan darse, principalmente frente a la toma de conciencia. Desde la experiencia urbana, intentar generar biomasa para alimentación puede estar lleno dificultades que van desde espacio insuficiente hasta plagas no previstas. La situación se complica si se pretende generar proteínas de origen animal en espacios urbanos, por ejemplo, peces.

### **Marcos conceptuales y referenciales que sustentan el modelo**

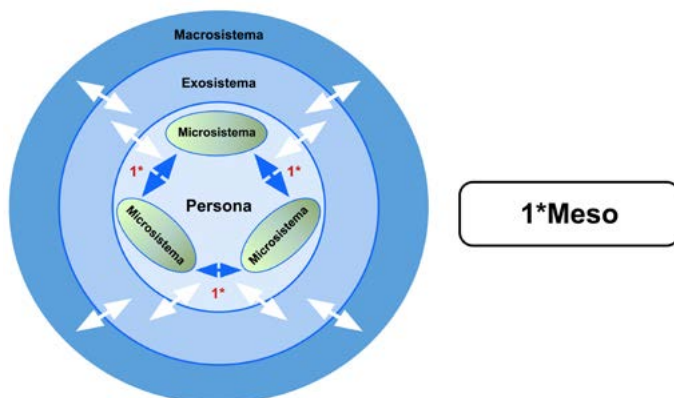
El modelo establece los distintos niveles ambientales en configuración concéntrica que afectan el desenvolvimiento del individuo, que se ubica en el centro del modelo. La persona entra en contacto con estas configuraciones

ambientales desde su nacimiento hasta su deceso y es influenciado por ellos en todo momento.

### Bronfenbrenner (1987)

El microsistema es el primer nivel en orden de proximidad e influencia a la persona. Aquí es donde se desarrolla la cotidianeidad, los roles familiares y la continuidad de la cultura y el trabajo (Gratacós, 2020).

Figura II.1. Interpretación del modelo socioecológico de Urie Bronfenbrenner



FUENTE: Elaboración propia.

El mesosistema no hace referencia a grupos de personas en concreto, es el entramado de relaciones entre los microsistemas y el exosistema, donde la persona participa activamente. En este nivel ambiental los microsistemas se realimentan mutuamente de estímulos, aprendizajes y criterios de comportamiento social, a la vez que se nutren de las influencias que provienen del exosistema. En este mesosistema las dimensiones de actuación generan interrelaciones que pueden promover la efectividad del modelo: demostración, colaboración y participación (Gratacós, 2020).

En el mesosistema se desarrollan dinámicas tales como el flujo de información que, en el contexto del presente modelo, se da por el efecto de la influencia que tienen, ya sea por los beneficios que se comparten a través

de los productos autogenerados en la unidad de apropiación, o bien por el reforzamiento del concepto de sostenibilidad. Asimismo, tiene la capacidad para influir en el desarrollo personal de los individuos por el sucesivo aprendizaje de aspectos que se refuerzan por su repetición en el microsistema —la unidad de apropiación— o por su reflejo en los otros microsistemas que comparten el mismo mesosistema. Este efecto da la pauta para el posible crecimiento fractal del modelo y su progresiva transformación en cultura. El tercer efecto del mesosistema es el establecimiento del apoyo social que requieren las personas que integran el microsistema y que se complementa con las correlaciones que sostienen con el resto de los sistemas, como una necesidad básica del individuo. En el modelo de autosostenibilidad urbana, el apoyo social tiene una relación dual de necesidad y otorgamiento sin la cual es imposible llevar a cabo las dimensiones de actuación (Gratacós, 2020).

El exosistema observa los ámbitos en los que los miembros del microsistema no participan directamente, pero cuyos eventos afectan al ambiente del individuo. Tales sistemas pueden cambiar su proximidad relativa de forma circunstancial, como cuando un grupo social al que pertenece un miembro del microsistema, realiza un evento prolongado o sistemático en la unidad de apropiación u hogar. La influencia que el microsistema puede tener con el exosistema, desde el punto de vista del modelo, tiene una bidireccionalidad equivalente que constituye otro vehículo más para el crecimiento fractal, pero que puede entrañar amenazas por la imposición de usos y costumbres retrógradas contrarias a las sostenibilidad que entorpezcan las dimensiones de actuación: una asociación de condóminos que vota en contra de la separación de residuos por considerarla un trabajo adicional o que rechaza el pago de agua diferenciado por consumo por la existencia de hijos adolescentes que abusan de los periodos de ducha.

Finalmente, el macrosistema engloba todos los factores que se desprenden de la cultura y del momento histórico-cultural en el que se desarrolla la persona, sus elementos principales son: las políticas gubernamentales, normas socioculturales y valoraciones sociales entendidas como usos y costumbres.

El modelo de Bronfenbrenner nos permite entender las correlaciones de las personas con sus entornos en medida de su proximidad, desde el punto de vista de nuestro modelo es el eje del entendimiento de la alteridad

y las consecuencias de las acciones propias hacia los demás y de los demás hacia uno mismo. De tal forma este entendimiento nos permite enfocar todas las dimensiones de actuación con la intención de armonizar con nuestro entorno disminuyendo los impactos que nosotros podamos generar y que puedan generar en nosotros y nuestra unidad básica de apropiación, asociándolo con el principio de gradualidad y medición. Este modelo socioecológico nos obsequia la lógica de la piedra en el estanque, en donde esa pequeña perturbación genera ondas que van creciendo hacia fuera y después son devueltas al centro mismo (Gratacós, 2020).

### **El metabolismo social de Víctor Toledo**

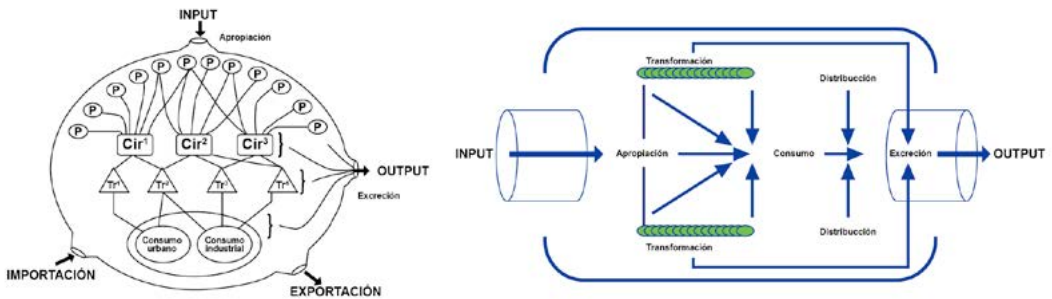
Este concepto es la base de nuestro modelo y se explica detalladamente a lo largo del presente trabajo. En una nota personal de los autores, nos parece muy relevante mencionar que habíamos iniciado nuestro modelo de autosostenibilidad en el hogar de la manera más informada que nos permitía nuestra instrucción en ingeniería en gestión ambiental, pero fue hasta que conocimos el modelo del Dr. Víctor Toledo que pudimos cabalmente comprender la trascendencia de lo que habíamos emprendido y los logros que hemos obtenido. Ello nos ubicó en el centro de una dinámica que creíamos aún ajena o, en el mejor de los casos, próxima a nuestros esfuerzos y que hacemos extensiva a los posibles lectores de este ensayo. En la medida en que nos adentrábamos en el modelo del metabolismo social con sus diferentes interpretaciones y ponentes, entendíamos cada una de las implicaciones, y de alguna manera las piezas fueron encajando una tras otra. En este punto no nos queda más que expresar nuestra gratitud al Dr. Víctor Toledo y a todos aquellos colaboradores que han ampliado este concepto. Nos permitimos reproducir las imágenes originales de los conceptos de proceso de Metabolismo social y el Metabolismo social propuestos por el Dr. Toledo en su trabajo *El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica*, que dieron origen a nuestro modelo.

En donde

El acto de apropiación en las sociedades actuales, lo realiza el conjunto de unidades de apropiación (P). Los materiales y energías apropiados son después

circulados (Cir) por diferentes vías, en su caso transformados (Tr), y finalmente consumidos por la industria y las ciudades. Todos estos procesos generan, a su vez, un flujo de desechos hacia la naturaleza-excreción. Además de sus relaciones metabólicas con la naturaleza (input y output), las sociedades también importan y exportan bienes con otras sociedades (Toledo, 2013: 49).

Figura II.2. El acto de apropiación en las sociedades actuales de Toledo (2013: 49), y la interpretación del proceso del metabolismo social de materia y energía



FUENTE: Elaboración propia.

## La fractalidad de Benoît Mandelbrot aplicada al metabolismo social:

Existe un gran consenso en que bajo el nombre de fractales se incluyen aquellos objetos matemáticos con los mismos rasgos, si bien la definición concreta no es aplicable a todos ellos. Por este motivo, la mejor manera de poderlos describir es señalando una serie de propiedades que tienen en común. Tienen el mismo aspecto a cualquier escala de observación. Tienen longitud infinita. No son diferenciables. Esto es, están llenos de irregularidades. Tienen dimensión no entera. Para comprender mejor algunas de estas propiedades, vamos a centrarnos en un tipo concreto de fractales, los llamados determinísticos o matemáticos, que se obtienen a través de la iteración infinita de un proceso geométrico bien especificado. El proceso geométrico suele ser de enunciado muy simple, pero que al final da lugar a una estructura compleja, obtenida mediante la repetición infinita del proceso. En este tipo de fractales, es muy evidente la propiedad de autosemejanza, ya que una pequeña sección



del fractal puede ser vista como una réplica a menor escala de todo el objeto. (Navas y Quesada, 2013: 10)

Cuando la unidad de apropiación básica comienza a generar su propia energía para autoconsumo adopta de forma clara la misma configuración que el metabolismo donde reside y se produce autosimilaridad del sistema que lo contiene, hecho que lo acerca más a la imagen del metabolismo de un ser vivo. Así, desde el punto de vista funcional, la unidad de apropiación que inicia con la producción de biomasa y energía adopta una fractalidad del tipo autosimilitud exacta.

### **Métodos de medición, absolutos y relativos o indirectos**

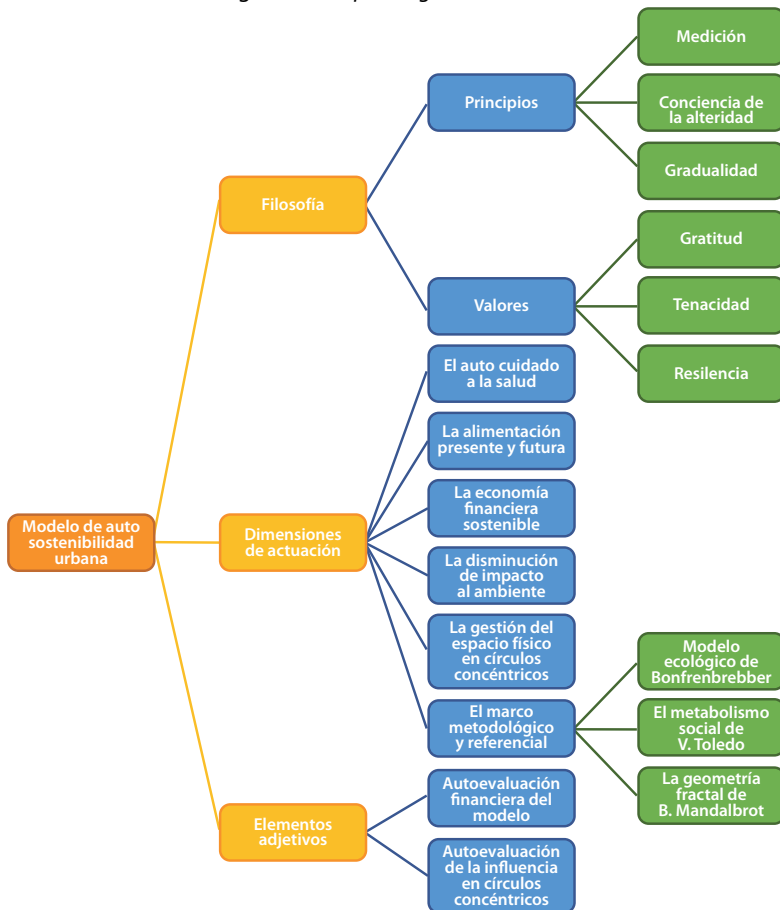
Para realizar mediciones dimensionales se recurre a dos métodos fundamentales: la medición indirecta y la medición directa. Las mediciones indirectas o referenciales también conocidas como comparativas se realizan comparando la materia o energía apropiada o excretada con un estándar conocido previamente; mientras más conocidas sean las medidas del parámetro de referencia, más fácil será la medición. La medición comparativa puede hacerse con referencia a la repetición en el tiempo de un evento, por ejemplo, las bolsas de basura que depositas en el contenedor cada semana. Para las mediciones directas o absolutas se utilizan instrumentos de medición que nos permiten conocer las cantidades exactas de lo apropiado o excretado, lo que nos otorga un control más efectivo de los efectos de las dimensiones de actuación (Keyence, 2021). Los ejemplos más socorridos provienen del consumo de energía eléctrica y el agua.

### **Elementos sustantivos le dan existencia material al modelo**

Debido a que esta unidad de apropiación por su carácter consumidor final se vale de proveedores intermedios para sus procesos de apropiación-excreción, su relación de crecimiento es geométrica y variable sobre los “flujos ocultos” requeridos para la producción de lo que se apropia y excreta, o

“mochila ecológica”, como la llama Gonzales (2016). Este hecho implica que prácticamente todos los aspectos de la vida urbana deban ser contabilizados como promotores de entropía al ambiente y, en contra parte, todas las acciones que se tomen para mitigar el impacto cuentan de forma consistente en su disminución. Lo anterior otorga el marco referencial para la integración de todos los elementos del modelo que proponemos y que mostramos a continuación, el esquema general de los componentes del modelo de auto-sostenibilidad urbana se visualizan en la siguiente figura:

Figura II.3. Esquema general del modelo

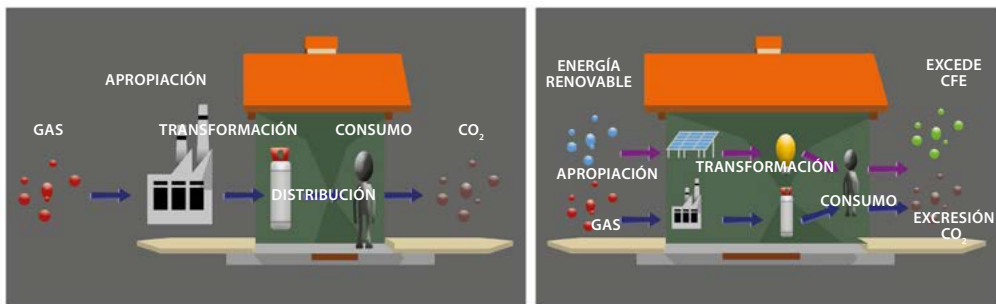


FUENTE: Elaboración propia.

## Cómo se asimila el modelo de autosostenibilidad urbana al proceso del metabolismo social

La unidad de apropiación básica dentro del modelo del metabolismo social es el hogar, que normalmente se percibe como consumidor y excretor de energía entrópica al ambiente (como tendencia al desorden), normalmente considerada contaminante; tan pronto dicha unidad básica comienza a generar energía propia a través de la creación de biomasa —como plantas alimenticias o energía eléctrica— se opera un cambio en donde ésta comienza a disminuir la apropiación de energía del medio y por ende las excretas al mismo. Cuando la autoproducción genera excedentes, éstos son devueltos al metabolismo social en forma de energía neguentrópica, entendida como aquella que tiende al orden y que puede ser apropiada a su vez por otras unidades básicas de apropiación. Según el principio de gradualidad antes mencionado, cualquier esfuerzo en ese sentido irá disminuyendo la consecuente carga al medio sin detrimento de la satisfacción de las necesidades de un hogar. En la figura II.4 se observa el modelo de autosostenibilidad urbana como fractalidad del metabolismo social:

Figura II.4. Asimilación del proceso de metabolismo social en un hogar y autosimilaridad de la unidad de apropiación con el metabolismo social

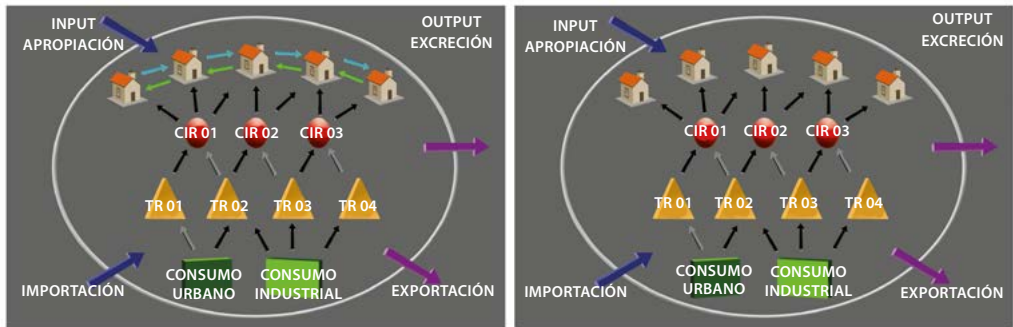


FUENTE: Elaboración propia.

La autosemejanza con el sistema que lo alberga y la capacidad de iteración que de facto se ha dado le confiere la característica de fractalidad y le permitiría entonces crecer de forma deliberada y al mismo tiempo fluida. Es nuestra hipótesis más preciada el hecho de que pudiera existir una

masa crítica de pequeños fractales, que una vez alcanzada reprodujera el sistema completo de forma autónoma y con ello una sistemática descarga de presión al ambiente.

Figura II.5. *Fractalidad del metabolismo social*



FUENTE: Elaboración propia.

### Factores críticos para lograr el crecimiento fractal del modelo

El principal factor sería el desarrollo, distribución y financiamiento blando de paquetes ecotecnológicos llave en mano para uso doméstico, sencillos y eficaces. En este punto es necesario hacer hincapié en el enorme riesgo que conlleva una política energética equivocada, que inhiba la autoproducción de energía eléctrica en los hogares. Los paquetes tecnológicos para producción vegetal en el hogar aún están ligados a la información de los proveedores que están dispuestos a otorgarlos, y hasta el momento es muy limitada y condicionada.

Para lograr un crecimiento fractal, los paquetes tecnológicos deben ser de alto nivel, entendido esto como de lenguaje sencillo y de fácil comprensión. La normalización de los servicios municipales de disposición de desechos que hagan, por ley, la correcta separación y revalorización de los mismos. Para lograr el crecimiento fractal del modelo los servicios municipales de disposición de desechos no deben estar sujetos a la discrecionalidad de los ciudadanos, al menos no por el momento.

Es necesario emitir leyes y reglamentos que induzcan al manejo responsable de los desechos urbanos. Apoyos municipales en forma de subsidios directos a quienes tomen la alternativa de la autosostenibilidad. Si bien existen algunos subsidios para la adquisición de ecotecnias en las casas habitación de tipo Infonavit, éstas deben emplearse a todo el espectro de la clase y media a través de la disminución de impuestos prediales y otro tipo de incentivos de forma organizada, sistemática y evaluada. E involucrar a los niños en la gestión del hogar, jugando.

En nuestra experiencia, los pequeños son muy sensibles en la creación de la vida y cuidado del ambiente, eso constituye sin duda el mayor valor y estrategia posible para adoptar un modelo de esta naturaleza, extendiendo la participación a los adolescentes como formación para la vida. Los niños y los adolescentes juegan un papel muy importante dentro nuestro modelo, los expertos en neurociencia y psicología han determinado que el cerebro es plástico y que la inteligencia puede ser maleable.

## Conclusiones

Todo esfuerzo hacia la autosostenibilidad implica una predisposición anímica y un conjunto de principios y valores que son inherentes a una responsabilidad social. La principal contribución del modelo de autosostenibilidad urbana es la conceptualización de todos los elementos que la constituyen como un fractal del metabolismo social donde reside, los factores críticos para lograrlo, e impulsarla como una cultura ciudadana factible. El presente modelo de autosostenibilidad urbana, desde el punto de vista del metabolismo social, disminuye de forma fáctica la apropiación de energía del ambiente disminuyendo consecuentemente las excreciones y la presión al medio. En su carácter de fractalidad, la autosemejanza e iteración abren la posibilidad de crecimiento natural que puede ser impulsado con esfuerzos focalizados.

El principio de gradualidad permite que todo esfuerzo aplicado en la gestión del hogar como unidad de apropiación abone de manera positiva en la disminución de la entropía del sistema, en tanto que el principio de medición otorga la conciencia personal incremental de los efectos de la apropiación y de la excreción en pos de su reducción.

## Bibliografía

- Bizneo. (2021). *El método Kaizen: Mejora continuamente tu empresa*. <https://www.bizneo.com/blog/metodo-kaizen/>
- Bonill, C., y Amezcua, M. (7 de julio de 2014). Virginia Henderson. *Gomeres. Salud, historia, cultura y pensamiento*. <https://www.fundacionindex.com/gomeres/?cat=2>
- Gratacós, M. (Febrero de 2020). *Modelo ecológico de Bronfenbrenner: sistemas y críticas*. Lifereder. Recuperado de <https://www.lifereder.com/modelo-ecologico-bronfenbrenner/>
- Guijarro, L. (2014). Huertos urbanos la revolución silenciosa. *esPosible*, 45, 4-13. <https://www.revistaesposible.org/numeros/72-esposible-45/109-huertos-urbanos-la-revolucion-silenciosa#.YaWHCfFBzPY>
- González, M. (8 de diciembre de 2016). *Introducción al Metabolismo social y sus aplicaciones* [video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=2s3ETIqqrZM>
- INEGI (2021). *Cuantificando la Clase Media en México*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/cmedia/default.html>
- Keyence. (2021). Conceptos básicos de los sistemas de medición. Mediciones directas e indirectas. Keyence. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/measurement-selection/basic/method.jsp>
- Navas, U., y Quesada, T. (2013). *Fractales: la frontera entre el arte y las matemáticas*. Universidad de Jaén. [http://matema.ujaen.es/jnavas/web\\_recursos/archivos/fractales%20datos/Modulo%205-fractales\\_%20jnavas.pdf](http://matema.ujaen.es/jnavas/web_recursos/archivos/fractales%20datos/Modulo%205-fractales_%20jnavas.pdf)
- Olalde, B. (2020). COVID-19 y animales, ¿una oportunidad para la abolición de la esclavitud especista? *Derecho Animal*, 11(4), 162-170. <https://doi.org/10.5565/rev/da.525>
- UNEP (27 de marzo de 2019). *El comercio de las tecnologías limpias, una oportunidad para el crecimiento de la economía, el empleo y la innovación*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/el-comercio-de-tecnologias-limpias-una-oportunidad-para>
- Sánchez, M., y Alfaro, E. (2013). *Notas para la historia de la horticultura y el autoabasto urbano en México*. *Sociedad y ambiente*. [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/826/1/0000426451\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/826/1/0000426451_documento.pdf)
- Semarnat (2021). *Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2020*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/630693/Aviso\\_FEE\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/630693/Aviso_FEE_2020.pdf)
- (2012). *Estrategia Nacional de Producción y Consumo Sustentable*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/6\\_Estrategia-Nacional-de-Produccion-y-Consumo-Sustentable\\_Mexico.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/6_Estrategia-Nacional-de-Produccion-y-Consumo-Sustentable_Mexico.pdf)
- Toledo, V. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41-71. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rz/v34n136/v34n136a4.pdf>

### III. Movilidad y resiliencia urbana en tiempos de pandemia: Hacia un marco teórico desde los sistemas complejos

JOSÉ DE JESÚS JIMÉNEZ JIMÉNEZ\*

JESÚS ENRIQUE DE HOYOS MARTÍNEZ\*\*

ALBERTO ÁLVAREZ VALLEJO\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.03>

#### Resumen

La actual crisis derivada de la pandemia del virus SARS-CoV-2 ha sido provocada, en gran medida, entre otros factores, por la facilidad que tiene la sociedad actual para moverse entre zonas y regiones en el territorio. Las pautas de contacto personal, así como la posibilidad de desplazarse a grandes distancias en relativamente poco tiempo han favorecido el crecimiento del fenómeno y las amenazas para la salud de la población. Muchas de las actividades humanas han sufrido cambios en su desempeño y muchos de éstos permanecerán en el futuro. La movilidad es una de estas actividades que ha sido severamente controlada en la intención de combatir la propagación del virus. Desde la aparición de éste en Wuhan, China, los gobiernos impusieron severas restricciones en los desplazamientos en todos los medios y servicios de transporte (Null y Smith, 2020). El control de la movilidad puede considerarse como una medida que contribuye a la resiliencia del sistema y que coadyuva a la sostenibilidad urbana del mismo. Se requiere un

---

\* Doctor en Planeación Urbana y Regional. Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3496-4820>; correo electrónico: [jjjimenezj@uaemex.mx](mailto:jjjimenezj@uaemex.mx)

\*\* Doctor en Ciencias Sociales. Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4778-6130>; correo electrónico: [jedehoyosm@uaemex.mx](mailto:jedehoyosm@uaemex.mx)

\*\*\* Doctor en Ciencias Sociales. Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5186-2960>; correo electrónico: [garrafus2002@yahoo.com.mx](mailto:garrafus2002@yahoo.com.mx)

mayor análisis de la relación movilidad-resiliencia-pandemia bajo un marco analítico objetivo. Por lo anterior, el presente capítulo propone un marco teórico-cognitivo que contribuya a un mejor entendimiento de las relaciones entre la movilidad de la población y la magnitud de la pandemia del virus SARS-CoV-2, para contribuir a la sostenibilidad y resiliencia de la ciudad desde el enfoque de los sistemas complejos y la dinámica urbana.

**Palabras clave:** *movilidad, resiliencia, SARS-CoV-2, sistemas complejos, dinámica urbana.*

Cuando iniciaba el proceso de contagios del nuevo virus descubierto en Wuhan, China, a finales del 2019, nadie pensaba que éste fuera a alcanzar los niveles tan altos de contagio ni las consecuencias negativas que iba a tener en las formas de vida posmoderna. Una vez que la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 pasó de ser noticia a objeto de estudio en los trabajos de investigación, se empezaron a analizar las consecuencias sociales, económicas y políticas que esta situación podría acarrear en el futuro inmediato. Las disciplinas relativas a la salud, por su misma pertinencia disciplinaria fueron las primeras en avocarse al estudio del virus tanto en su propagación como en tratamientos y la creación de infraestructura hospitalaria. Siguieron en turno las indagaciones relacionadas con la economía, la sociología, la psicología, etc. en el afán de conocer los impactos que la pandemia podía y estaba causando en el comportamiento humano.

En cuanto al campo disciplinario de la arquitectura y el urbanismo, en relativamente poco tiempo de la pandemia se abonó al campo de la investigación sobre ésta con trabajos, en su mayoría especulativos, sobre los efectos del virus en los diversos ámbitos de la vida urbana. Se argumentaba mucho sobre las condiciones que esta situación de salud traería para la población mundial en las formas de vida urbana prevalecientes (Honey-Roses *et al.*, 2020; Aloï *et al.*, 2020; Herriges, 2020; O'Sullivan, 2020; Null y Smith, 2020). Han pasado hasta la fecha casi dos años a partir del reconocimiento de la pandemia, la cual, a finales de septiembre de 2021, había alcanzado los 236 millones de contagios, con casi cinco millones de decesos a nivel mundial. En México las cifras alcanzaban a la fecha casi 3.7 millones



de contagios y 280 000 muertes asociadas con el virus. A la fecha mencionada se habían aplicado más de 6 000 millones de vacunas a nivel mundial, contribuyendo de esta manera a la reducción en el ritmo de contagios y muertes; sin embargo, el pronóstico es todavía preocupante en el mediano plazo<sup>1</sup> (WHO, 2021; Johns Hopkins University, 2021).

Los impactos negativos de la pandemia han sido variados dependiendo de los factores geográficos, económicos, sociales, culturales y de la infraestructura, en especial de la de salud, entre los diversos países y regiones del mundo. Si bien se ha logrado un control relativo de la pandemia, todavía se insiste en aplicar las reglas de la sana distancia, el cuidado en el contacto interpersonal y los patrones de movilidad de la población, procurando reservar los movimientos e interrelaciones a los esenciales tanto a nivel local como regional y mundial. De la misma manera, se va avanzando en la distribución de vacunas y en el perfeccionamiento de tratamientos médicos en contra del virus.

La idea de que los efectos del virus tienen implicaciones sustantivas en las formas de vida social en los diversos tipos de espacio urbano —público y privado— y la movilidad individual y colectiva, conlleva a la intención de investigar las relaciones entre la incidencia del virus y los factores asociados con las características del espacio-territorio y la movilidad de la población. El trabajo que se presenta aquí es resultado parcial de una investigación en proceso que busca plantear un marco cognitivo para entender el esparcimiento del virus en el ámbito urbano y encontrar los factores relacionados con el espacio habitable y la movilidad de la población que inciden en éste fenómeno pandémico (De Hoyos, Jiménez y Álvarez, 2022).

## Metodología

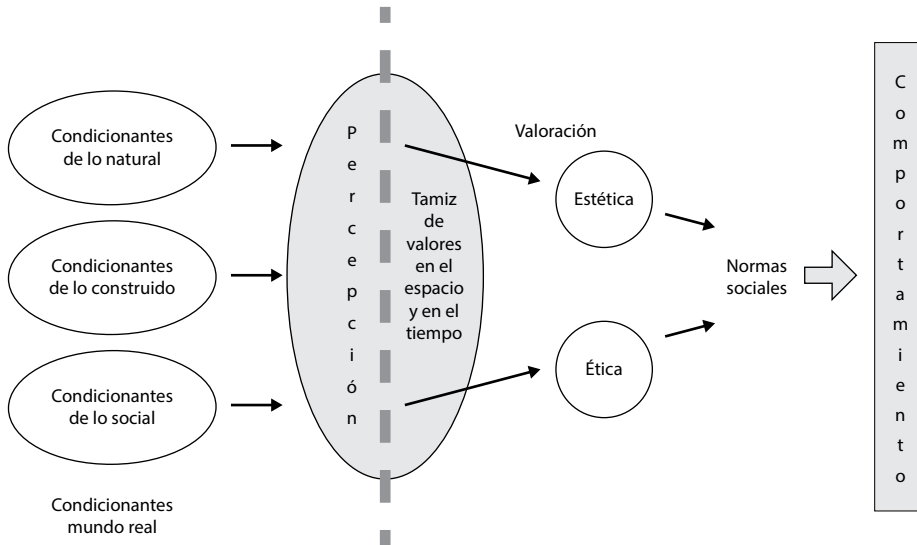
### Las relaciones entre la expansión del virus y el comportamiento humano

Es amplísima la gama de factores asociados con el crecimiento de la pandemia, considerando en general factores de orden biológico y social. Desde el

<sup>1</sup> Actualmente se concuerda que a nivel mundial se pasa por una tercera ola de contagios.

punto de vista de la Arquitectura y el Urbanismo se puede argumentar, en principio, que las formas de uso del espacio y sus características, así como los patrones de movilidad, están asociadas con el esparcimiento del virus independientemente de los otros factores que inciden en el comportamiento de la pandemia. Es argumento del trabajo que las formas de vida son a final de cuentas los detonadores de la fenomenología urbano-territorial. Éstas se traducen en comportamientos que dependen de las visiones de los marcos estético y ético de los individuos, los cuales establecen patrones de valores que condicionan el comportamiento psicosocial de la población. Nos enfrentamos a las visiones que a nivel individual y colectiva se tienen del mundo que nos rodea y de las respuestas de acción que se llevan a cabo para responder a la satisfacción de nuestras necesidades —reales o sentidas— y a resolver las problemáticas derivadas de este proceso (véase la figura III.1).

Figura III.1. Relaciones entre la dimensión estética y ética en la toma de decisiones y el comportamiento individual y colectivo



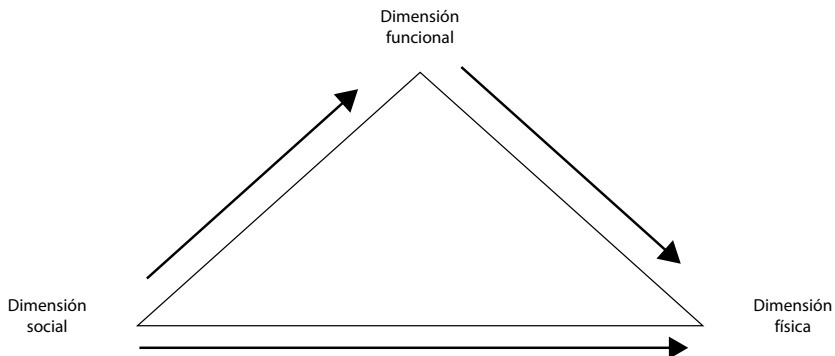
FUENTE: Elaboración propia.

Del gráfico se induce que la relación entre lo que se cree que existe en la realidad (estética) y las formas de actuación (ética) es determinante en el

comportamiento de los individuos. En la toma de decisiones para la acción se considera que intervienen tres grupos de factores: (a) los relacionados con el medio ambiente natural, (b) el medio ambiente construido y (c) el medio social. El ambiente natural está determinado por aspectos fuera del control del ser humano, el medio artificial o construido es todo aquel en el que el ser humano ha puesto su mano y lo ha adaptado a sus necesidades, mientras que el medio social es el que determina las necesidades (reales y sentidas) de los individuos y sus características (usos, costumbres, organización, cultura, educación, etc.). Estas características se pueden sintetizar en cuatro grupos de atributos que se busca cultivar en la corriente constructivista de la educación de los individuos; a saber: conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Los factores sociales se consideran componentes de orden moral lo cual implica un abanico muy amplio de pautas de comportamiento en los individuos. Esta condición complejiza el sistema de toma de decisiones para controlar el esparcimiento del virus y prevenir las consecuencias negativas de éste. Dada la amplitud de factores bio-psico-sociales que se asocian con el comportamiento de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, se propone una trilogía de factores, a saber: físicos, funcionales y sociales, para estudiar el comportamiento de los fenómenos urbano territoriales y abonar en la construcción de una base epistémica que soporte un análisis comprensivo de los factores y actores asociados a dicha fenomenología (véase la figura III.2).

Figura III.2. *Las tres dimensiones para el análisis de la fenomenología urbana*



FUENTE: Elaboración propia.

En la figura el sentido de las flechas indica la codependencia de un grupo de factores y actores sobre otro. Se argumenta en este trabajo que la dimensión social es la que detona el proceso de codependencia; esto es así simplemente porque la acción concreta de los individuos y las colectividades responde a una visión de lo que se necesita y de las formas de resolver esa necesidad. La dimensión física, que abarca todos los componentes construidos en la ciudad, es el resultado de la construcción de espacios habitables para albergar las actividades humanas en sus diversas categorías. En realidad, todos los factores se condicionan unos a otros, pero las influencias de los componentes se proponen en el sentido que muestran las flechas en el gráfico.

Aunque son fundamentales en el análisis de la dinámica urbana, el estudio disciplinario de los factores sociales no es objeto de estudio de la arquitectura y del urbanismo, sin embargo, es un referente para enmarcar las alternativas de diseño para atender las necesidades de espacios construidos y adaptados a las necesidades y actividades humanas. En el diseño del espacio habitable la metodología nos exige considerar las características y el comportamiento de los individuos para relacionar los criterios funcionales y plásticos (formas, colores, texturas, proporciones, escalas, etc.), sin embargo, ello no implica un dominio de las disciplinas abocadas al estudio de estos factores.

Por lo anteriormente mencionado en torno a las limitaciones disciplinarias referidas, se plantea en este trabajo que este tipo de factores y actores se ubica en el sistema de valores estético-éticos que determina las formas de actuación y, por lo tanto, el quehacer humano (véase la figura III.1). Dado que la ciudad es el resultado de la vida en comunidad transformada en espacios habitables (adaptados) y la intercomunicación entre ellos (física y no física) resulta conveniente para el marco cognitivo aplicar el enfoque de sistemas para iniciar el análisis funcional del espacio en general y cada uno de sus tipos en lo particular. La tecnología será una mera herramienta que se puede utilizar de muchos modos de acuerdo con la percepción y los valores de actuación del individuo o el grupo social respectivo, finalmente, queda su uso condicionado a los objetivos particulares y de grupo.

## Resultados

### **La dinámica urbana, la movilidad y la expansión de la pandemia SARS-CoV-2: un enfoque de sistemas**

El objetivo del presente trabajo es elaborar un marco teórico-cognitivo para referenciar el nivel de esparcimiento del virus SARS-CoV-2 en el ámbito urbano territorial en función de los factores asociados a la movilidad de la población. El abordaje implica un discurso teórico-metodológico que contemple de manera breve cuestiones filosóficas, epistemológicas y teóricas en torno al fenómeno de la Dinámica Urbana y su relación con la expansión del virus. En cuanto a la postura filosófica, se presume aquí que es una visión positivista para la indagación de la realidad y en particular para el análisis espacial-territorial de las incidencias del virus. Los epistemes básicos se consideran así: pandemia, espacio, ciudad, territorio, dinámica, función, movilidad y sistema, los cuales personifican los conceptos a interrelacionar para elaborar un discurso que los integre para describir, explicar y normar el fenómeno de la expansión del virus en función de la movilidad de la población. La movilidad incluye la infraestructura de transporte y los servicios disponibles, así como los patrones de desplazamiento determinados por la tipología de viajes en función de las actividades a realizar por la población. Se tomará como base el enfoque general de sistemas aplicado a la ciudad y se aplicará para explorar el funcionamiento de la ciudad a través del concepto de la dinámica urbana.

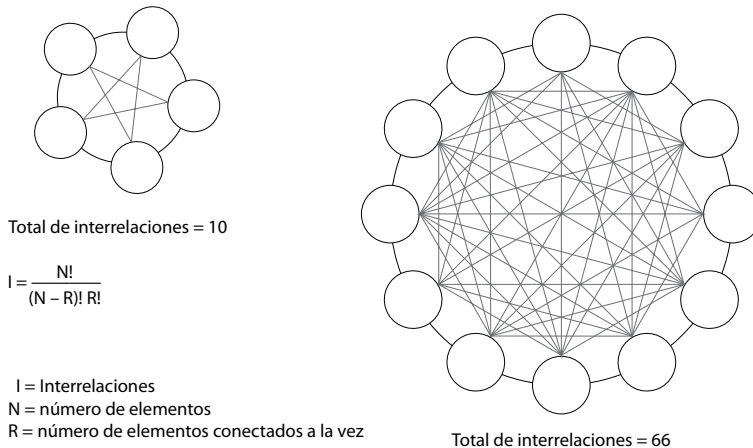
La base metodológica del trabajo es acercarse al fenómeno del esparcimiento del virus SARS-CoV-2 considerando que la expansión de los contagios está relacionada con las características del espacio y de la movilidad urbanas. Se plantea aquí que el fenómeno de los contagios es directamente proporcional a las formas de comportamiento humano y que éstas se asocian con el funcionamiento de la ciudad, para lo cual requerimos apropiarnos del enfoque de sistemas y escudriñar las características de la dinámica urbana y asociarla con la pandemia.

En este sentido, las ideas planteadas en el ámbito de la dinámica de los sistemas por Jay Forrester en la década de 1960 pueden considerarse como

los cimientos que sostienen el marco cognitivo-filosófico-epistémico, teórico-sistémico para entender el funcionamiento de la ciudad (Forrester, 1969). Estas ideas se amalgaman para dar las bases del entendimiento racional del funcionamiento de la ciudad bajo el concepto de “dinámica urbana”. El enfoque de Forrester se puede relacionar con métodos y modelos cuantitativos; sin embargo, su trabajo seminal permitió la profundización filosófico-epistémica que llevó al planteamiento de teorías sobre el fenómeno del funcionamiento de los sistemas en todos los campos disciplinarios de las ciencias, las artes y las humanidades.

Desde esta perspectiva, aplicando el enfoque a la ciudad, entendemos a ésta como un sistema urbano cuyo comportamiento se puede describir, entender, discutir y explorar a través de las diversas teorías asociadas con el funcionamiento de la ciudad y sus características.

Figura III.3. La complejidad en el sistema con base en el número de componentes y las interacciones entre ellos



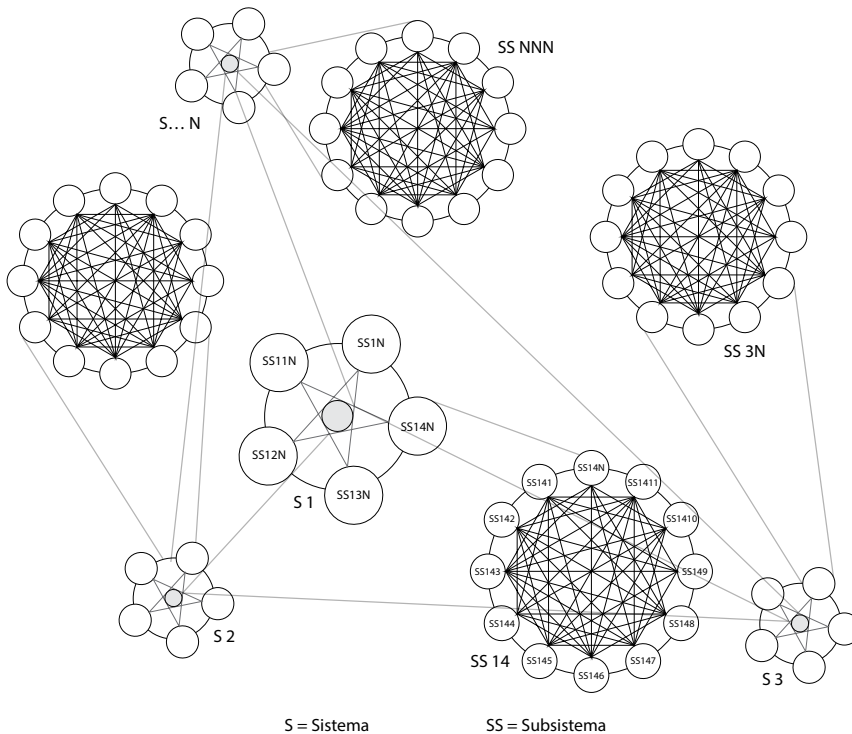
FUENTE: Elaboración propia.

Dado que este documento se limita al desarrollo de un marco cognitivo que encuadre el fenómeno de la pandemia en relación con las características de movilidad de la población, la estrategia es explorar la incidencia de contagios con la disponibilidad de infraestructura y servicios de transporte para la población. Esta correlación pandemia-movilidad es claramente demos-

trada de manera teórica a la luz de los conceptos asociados con los sistemas y con la dinámica urbana, a través de los cuales se puede visualizar la complejidad del sistema en función del número de elementos y sus interacciones (McLoughlin, 1971; Chadwick, 1982) (véase la figura III.3).

El enfoque de sistemas permite adelantar que la complejidad en el sistema depende del número de componentes; sin embargo, en un análisis más profundo los niveles de intercambios, así como el tamaño de las actividades (intensidad) y el perfil de la demanda estacional (frecuencia y ritmo), según Jiménez, Álvarez y De Hoyos (2009), son determinantes en el nivel de complejidad del sistema. La cantidad de escenarios posibles crece exponencialmente con los cambios que se puedan presentar en los atributos de cada uno de los elementos del sistema, como se ilustra a continuación en la figura III.4.

Figura III.4. La complejidad del sistema urbano a nivel regional territorial



FUENTE: Elaboración propia.

El propósito de interpretar a la ciudad como un ecosistema complejo es tratar de comprender que el comportamiento de ciertos fenómenos es más complicado de lo que parece; sin embargo, la necesidad de contar con alternativas concretas para la solución de los problemas y la satisfacción de necesidades obliga a considerar una reducción de la complejidad para poder manipular las variables y llegar al control del sistema —y, por lo tanto, del fenómeno—. Claro está que el abanico de resultados puede ser muy amplio y que el determinismo en el control del sistema es al final relativo y, consecuentemente, el éxito en el logro de los objetivos resulta variable.

Un sistema complejo es por definición adaptativo y autoregurable, pues se considera que su estructura funcional se ajusta a los cambios y mejora su comportamiento con base en la experiencia a lo largo del tiempo (Siegenfeld y Bar-Yam, 2020). Esta condición se relaciona con el concepto de resiliencia que orienta la percepción de que el sistema es capaz de soportar los embates negativos del cambio y se ajusta su funcionamiento para asegurar su pervivencia.

Los sistemas complejos, *per se*, son difíciles de modelar debido a la gran cantidad de elementos que los conforman y que obligan al desarrollo de técnicas e instrumentos de análisis más complejos. El comportamiento es sumamente difícil de determinar, sin embargo, el manejo de epistemes sobre la resiliencia, la entropía, el caos-orden conforma un marco cognitivo más amplio que permite una mejor aproximación al comportamiento del sistema y, asimismo, que permita el desarrollo de técnicas de análisis más completas que conlleven al mejor modelaje del sistema.

### ***La dinámica urbana y la complejidad del sistema***

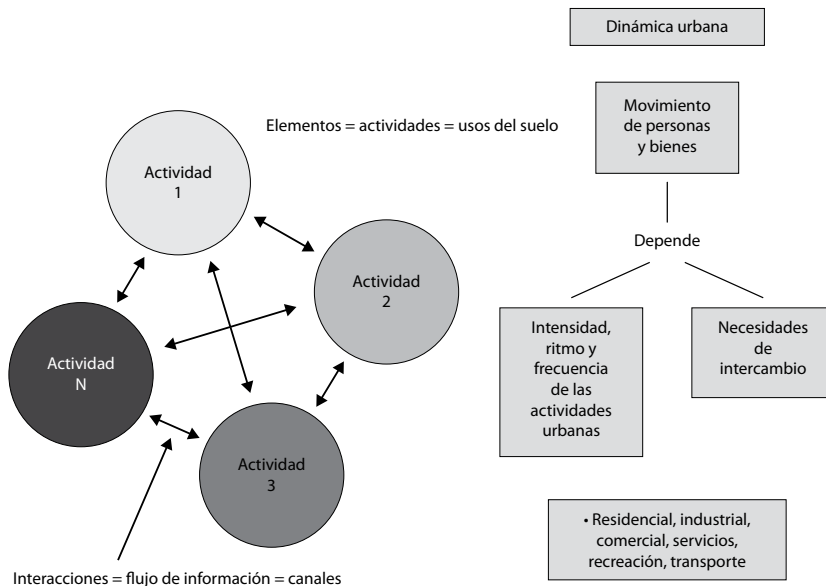
Toda actividad urbana requiere de un espacio físico para ser realizada; esto implica que en la medida que aumentan las actividades también aumenta el uso del suelo, el cual, bajo una misma densidad, conlleva a un uso mayor del espacio y a una mayor intercomunicación en cantidad —vehículos, personas, mercancías— y en distancia —kilómetros, tiempo— debido a la expansión física. Esta argumentación conlleva a un aumento en la complejidad del sistema simplemente considerando la intensidad de las actividades y los flujos; sin embargo se mencionó en párrafos anteriores que se aumenta la dificultad en el análisis cuando se consideran las formas de vida y el com-



portamiento de la población, que se relacionan con la dimensión moral en la dinámica urbana comentada previamente.

La aplicación del enfoque de sistemas a la dinámica urbana nos acerca hacia una visión del funcionamiento de la ciudad en función de las actividades urbanas y los intercambios que se realizan entre ellas. Los elementos que componen al sistema urbano son las actividades humanas (trabajo, educación, recreación, circulación, etc.) y las interacciones comprenden los flujos de información entre ellas. Estas actividades se traducen en su versión espacial como los usos del suelo, los cuales se asocian a la ocupación de un territorio geográfico y permiten la construcción de una imagen físico-espacial-territorial de la ciudad. En cuanto a los flujos se contempla la información física y no física. Para el propósito de esta investigación los flujos de interés son de carácter físico, tales como el número de viajes realizados, la cantidad de pasajeros, la cantidad de carga desplazada, el número de vehículos, etc. La figura III. 5, a continuación, muestra la asociación de los elementos del sistema urbano con las actividades humanas-usos del suelo, y las interrelaciones como flujos a través de canales de comunicación.

Figura III.5. Esquema de la dinámica urbana en función de las actividades y los flujos de intercambio entre ellas



FUENTE: Elaboración propia.

A partir de este esquema básico se puede asociar el nivel de complejidad en el funcionamiento de la ciudad con el tipo de infraestructura y los servicios de transporte. Hay una relación directa entre las características de éstos y los usos del suelo en cuanto a su tipología y la demanda derivada por los niveles de interacción entre las actividades en cuanto a su intensidad, su frecuencia y su ritmo (Jiménez, 1996).

Es claro que tratamos con un sistema complejo desde el mero enfoque cuantitativo y esto se debe simplemente al incremento en el número de actividades y las relaciones entre ellas; sin embargo, al incluir los diversos factores sociales asociados con el comportamiento humano se complican más los escenarios de funcionamiento y, en consecuencia, resulta más difícil el análisis del funcionamiento de la ciudad. Por esta razón es que Jiménez *et al.* (2009) plantean tres dimensiones o categorías de análisis en el estudio de la dinámica urbana, éstas son: la dimensión física, la dimensión funcional y la dimensión moral. Esta última es la que busca considerar las formas y actitudes de la población en la cotidianidad y que permite la inclusión de factores cualitativos en el análisis de las características de la dinámica urbana.

### **La movilidad en la dinámica urbana, su papel en la expansión de la pandemia**

El esparcimiento del virus en el ámbito urbano depende de los factores físico-funcionales, así como del comportamiento de los individuos. Como se mencionó anteriormente, las pautas de comportamiento de los individuos tienen que ver con los atributos de orden moral de los individuos y de las colectividades. Para mantener al sistema dentro de los parámetros convenientes de funcionamiento es necesario incidir en los tres tipos de factores —físicos, funcionales y sociales (dentro de los cuales se ubican los valores morales)—. El análisis del primer tipo y del tercer tipo de factores escapa a los alcances del presente trabajo, el cual se pivotea sobre los factores relacionados con la movilidad de la población que se encuadran dentro de la dimensión funcional de la dinámica urbana.

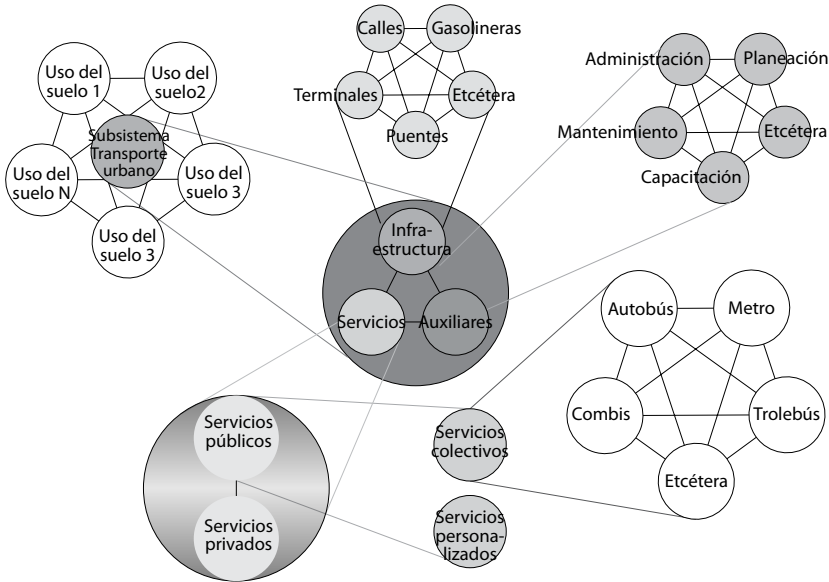
Desde el ángulo de la arquitectura y el urbanismo se concibe al diseño como un instrumento que contribuye a la educación y orientación en el uso

y manejo de los espacios adaptados para control para la vida urbana en comunidad. Desde el punto de vista de la movilidad, esto significa inducir algunos cambios en la forma en que las personas se mueven en la ciudad para modificar los parámetros de intensidad, frecuencia y ritmo de los intercambios entre las actividades urbanas y de esta manera ordenar los flujos de información física en la ciudad. Hay muchas evidencias de los efectos positivos en el número de contagios debidos a los movimientos masivos de la población —flujos peatonales, flujos vehiculares, flujos de pasajeros en metro y en autobús y otros medios masivos de transporte (Aloi *et al.*, 2020). Esto ha conducido a los gobiernos a reducir la movilidad de la población en cuanto al número de servicios disponibles y a imponer reglas de comportamiento que conduzcan a la reducción del riesgo de contraer el virus mientras se viaja en los servicios de transporte público, a saber, autobuses, metro, taxis y furgonetas, entre otros. Todas estas medidas independientemente de las restricciones de orden social y productivo en las comunidades.

Bajo el anterior razonamiento, no cabe duda de que la intensidad de la pandemia está directamente relacionada con el dinamismo que la ciudad manifiesta en un momento determinado. Entre más actividades humanas se realicen, más interconexiones se darán entre ellas y los flujos de información crecerán en la misma medida; entre más grande sea el tamaño de la actividad, esa misma actividad aumentará el flujo de información intra e interactividades; entre más propensión se tenga hacia la movilidad, más intensos serán los movimientos intra e interactividades. De esta manera, se reflejan los tres conceptos antes mencionados —intensidad, frecuencia y ritmo de la dinámica urbana— que conducen a la idea de la complejidad del sistema. Podemos relacionar esto con el fenómeno denominado “fricción del espacio”, muy aplicado en estudios de movilidad urbana y regional, que implica una alta cantidad de información que se desplaza en un tiempo determinado y que denota problemas de saturación y congestión en los canales de comunicación.

A manera de ilustración en cuanto a la cantidad de componentes que pueden ser asociados al sistema de transporte urbano en particular se ofrece a continuación la siguiente figura que pretende incorporar los elementos principales que conforman una parte de la movilidad urbana.

Figura III.6. Desglose de los componentes del sistema de transporte urbano de pasajeros



FUENTE: Elaboración propia.

De este esquema se puede deducir la gran complejidad que implica la modelación del sistema y que necesariamente se tiene que llegar a una reducción de esa complejidad en aras de ofrecer alternativas prácticas que conlleven a la modelación para dar solución a las problemáticas que aquejen el funcionamiento del sistema.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación ya mencionada (De Hoyos, Jiménez y Álvarez, 2022), de donde se deriva el presente trabajo, se destaca, en efecto, que los factores asociados con la movilidad de la población están fuertemente correlacionados con la cantidad de contagios registrados en el territorio (véase la tabla III.1). Desde el punto de vista determinista, estos son factores que tienen que modificarse a corto plazo para reducir la expansión de la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2. Independientemente de las demás acciones relativas al control de la pandemia, esta acción *per se* contribuirá a la reducción de contagios y contribuirá al principio de la resiliencia de la ciudad. En la tabla III.1 se destaca la alta correlación que se da entre los contagios por COVID y las variables Autos con 0.96%, Viajes/Día con 0.95% y Viajes/Hab con 76%.

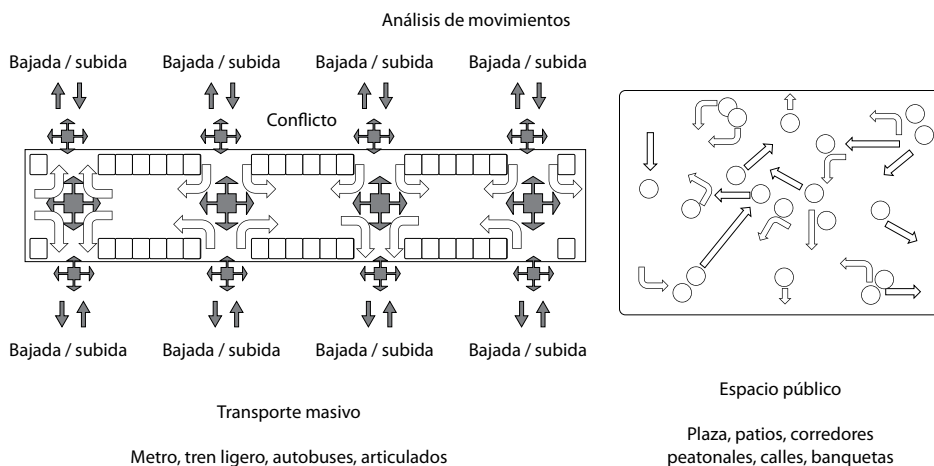
Tabla III.1. *Matriz de correlaciones entre los contagios por COVID y las variables de movilidad física en el territorio*

	Casos COVID	Caminos sin peaje	Núm. de autos	Viajes en el origen/día	Viajes/Hab
COVID	1	0.03	0.95	0.95	0.76
Caminos	0.03	1	0.05	0.04	-0.07
Auto	0.96	0.05	1	0.89	0.74
Viaje_Día	0.95	0.04	0.89	1	0.84
Viaje_Hab	0.76	-0.07	0.74	0.84	1

FUENTE: De Hoyos, Jiménez y Álvarez (2022).

Por ello se insiste en que las pautas de comportamiento de la sociedad a nivel individual y colectivo complican enormemente el encuentro de una solución definitiva al problema de la movilidad y su relación con el funcionamiento de los espacios públicos en la ciudad. Bajo el paradigma de libertad de movimiento, la siguiente figura ilustra la amplitud de los conflictos de circulación de pasajeros en el transporte público, así como de los flujos peatonales en el espacio público (véase la figura III.7). Es por ello necesario el ordenamiento de los flujos para evitar contactos directos entre los individuos como parte de una estrategia integral para la reducción de contagios.

Figura III.7. *Conflicto en los flujos de pasajeros y peatones bajo el paradigma de la libertad de movimiento*



FUENTE: Elaboración propia.

La amplia variedad de manifestaciones de la vida urbana se ha visto sacudida por las limitaciones de la movilidad y por las actividades que lleva a cabo la población. Tanto las actividades sociales como las económicas son las que más han sufrido en la dinámica de la ciudad. Estos impactos negativos han transformado singularmente los patrones de actividad y movilidad contemporáneos de la población. Esto es tanto como decir que la forma de vida tradicional ha cambiado a una nueva donde todavía no hay escenario final, sino que sigue en proceso de transformación hacia lo que se le ha denominado “la nueva normalidad”, en donde se puede presumir de la especulación en cuanto al futuro de los procesos bio-psico-sociales de la humanidad. Se puede argumentar que la forma de vida ha cambiado permanentemente y que hoy en día están surgiendo nuevos patrones en los usos y costumbres de la población.

El paradigma de las teorías de diseño urbano posmoderno están fundamentadas en el respeto a la libertad de acción y a la movilidad de la gente. Es un bastión de las sociedades democráticas el evitar limitaciones en sus derechos. Estos dos criterios se ven amenazados por la pandemia, ya que en la intención de controlar el esparcimiento del virus, esos dos principios se modifican en su concepto para generar un diseño que limite el contacto físico en general, lo que conlleva a redireccionar flujos, ampliar la separación física entre las personas, limitar los movimientos masivos, introducir tecnologías que dispersen el virus, etc. Este conjunto de criterios en el extremo representa una antítesis del diseño moderno.

## Conclusiones

El fenómeno de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 se relaciona con factores causales de orden bio-psico-social, los cuales en su conjunto se identifican como componentes de un sistema complejo difícil de controlar. Dentro del abanico de factores se encuentran aquellos asociados a las características del espacio urbano, así como a la movilidad en el territorio, los cuales se pueden abordar desde los paradigmas de diseño de la arquitectura y el urbanismo.

Con respecto a la movilidad, en este trabajo se planteó un marco cognitivo que permita describir el funcionamiento de la ciudad —en lo general— y la movilidad —en lo particular— para encontrar las relaciones entre ésta y la expansión del virus SARS-CoV-2 en el territorio. Se presume aquí que dicho marco cognitivo puede desarrollarse con base en el enfoque de sistemas, y en particular con base en la teoría de los sistemas complejos, para aterrizarlos en los conceptos de la dinámica urbana. De acuerdo con la teoría de sistemas, la complejidad hace difícil encontrar una solución determinista para combatir el esparcimiento del virus, por lo que la solución debe ser multifactorial y multidisciplinaria en los órdenes biológico, social, económico y político.

Se ha destacado el papel de la movilidad en la dinámica urbana y se ha asociado con la intensidad de la pandemia. Con base en los resultados obtenidos a través de un modelo de correlación simple, se concluye que reducciones en la movilidad de la gente conlleva a fuertes reducciones en el número de contagios. Con base en el marco cognitivo desarrollado y en los resultados del modelo de correlación, se concluye que es necesario limitar la libertad de movimiento de que goza la población en aras de controlar la pandemia. A pesar de que este criterio confronta la pertinencia del paradigma de la libertad y la vida en comunidad, los criterios de diseño deben revisar los parámetros de aglomeración, de encuentro y contacto social, de orden en los patrones de movimiento, etc., en aras de salvaguardar la vida humana. El diseño urbano-arquitectónico pospandemia tendrá que cambiar su paradigma para alcanzar los objetivos de convivencia y contacto social sin arriesgar la salud de los individuos. El punto de partida en la concepción de la ciudad ha sido la vida en comunidad, por lo que debemos regresar a éste principio en el proceso de planeación urbana respetando los intereses de la comunidad con espacios autosuficientes y promoviendo los valores y recursos del barrio (Lloyd, 2020). En particular, orientar los flujos y la intensidad de los movimientos intra e interurbanos, acompañados de la introducción de tecnologías apropiadas para favorecer el combate del virus en los espacios adaptados y en los vehículos de transporte. Todo ello sin menoscabo de las demás acciones de orden biológico, social, económico y político que pueden implementarse para el control de la pandemia.

## Bibliografía

- Aloi, A. et al. (2020). *Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)*. <https://core.ac.uk/download/pdf/344894306.pdf>.
- Alter, L. (2020). *The 15-Minute City Is Having a Moment*. <https://www.treehugger.com/the-15-minute-city-is-having-a-moment-5071739>
- Chadwick Fletcher G. (1982). *A Systems View of Planning: Towards a Theory of the Urban and Regional Planning Process*. 2ª Ed. Nueva York/Massachusetts: Pergamom Press.
- De Hoyos Martínez, J. E., Jiménez Jiménez, J. J., y Álvarez Vallejo, A. (2022). *Los efectos de la pandemia covid/SARS-CoV-2 en la dinámica urbana: criterios de diseño del espacio y la movilidad hacia la resiliencia de la ciudad post-covid*. Investigación en proceso (Clave 6191/2020CIB). Toluca: Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Forrester Wright, J. (1969). *Urban Dynamics*. Massachusetts: Pegasus Communications.
- Herriges, D. (2020). *Let's Not Forget What We Build Cities For*. <https://www.strongtowns.org/journal/2020/3/18/lets-not-forget-what-we-build-cities-for>
- Honey-Roses, J., Anguelovski, I., Chireh, V. K., Daher, C., Konijnendijk van den Bosch, C., Litt, J. S., Mawani, V., McCall, M. K., Orellana, A., Oscilowicz, E., Sánchez, U., Senbel, M., Tan, X., Villagómez, E., Zapata, O., y Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). The Impact of COVID-19 on Public Space: An early review of the emerging questions – design, perceptions and inequities. *Cities and Health*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1780074>
- Jiménez Jiménez J. (1996). El transporte y los usos del suelo: Un marco para el análisis de sus relaciones e interdependencias. *Revista IDEAS*, (12).
- Jiménez Jiménez, J., Álvarez Vallejo, A. y De Hoyos Martínez, J. E. (2009). Las dimensiones física y moral en las políticas de desarrollo sustentable y la competitividad urbanas. En N. S. Niño Gutiérrez et al. (Coords.), *Antología de estudios territoriales: fomento de los estudios territoriales en Iberoamérica*. La Habana, Cuba: Casa Editora Geotech.
- Johns Hopkins University (2021). COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE). *Johns Hopkins University & Medicine*. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- McLoughlin, J. B (1971). *Planificación Urbana y Regional. Un enfoque de sistemas*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Null, S., y Smith, H. (2020). COVID-19 Could Affect Cities for Years. Here Are 4 Ways They're Coping Now. *World Resources Institute*. <https://www.wri.org/insights/covid-19-could-affect-cities-years-here-are-4-ways-theyre-coping-now>
- O'Sullivan, F. (2020). How to Safely Travel on Mass Transit during Coronavirus. *Bloomberg*. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-27/trains-planes-and-buses-how-to-avoid-coronavirus>



- Siegenfeld, F. A., y Bar-Yam, Y. (2020). An Introduction to Complex Systems Science and Its Applications. *Complexity*, 2020, artículo ID 6105872. <https://doi.org/10.1155/2020/6105872>
- WHO (2021). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. World Organization Health. <https://covid19.who.int>



# IV. Contribuciones del diseño complejo para la atención de comunidades vulnerables en territorios de América Latina

FRANCISCO PLATAS LÓPEZ\*

FERNANDO CARRETO BERNAL\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.04>

## Resumen

Tres importantes enfoques de la complejidad han permeado la investigación del diseño complejo para el estudio del territorio en América Latina: el pensamiento complejo de Edgar Morin, la epistemología constructivista genética de Rolando García y las llamadas ciencias de la complejidad. Con base en lo anterior, se presentan resultados de la aplicación de estos enfoques de la complejidad en el diseño y prefiguración del territorio de América Latina en grupos sociales desfavorecidos. El análisis parte de la descripción teórica-metodológica del enfoque de la complejidad empleado, la evaluación de sus alcances, de sus limitaciones y retos. En este sentido, se evalúan tanto las propuestas convergentes basadas en enfoques de la complejidad como en aquellas que proponen caminos alternos. Se profundiza en el rubro anterior con el análisis de dos estudios de caso: el diseño de una evaluación alternativa para analizar procesos y prácticas mediante el modelo teórico explicativo, de Fernando Carreto y la propuesta de diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo, de Francisco Platas. Finalmente, se presenta una síntesis de resultados y los nuevos caminos del empleo de estas metodologías

---

\* Doctor en Ciencias y Artes para el Diseño. Casa de Cultura de la UAEMex en Tlalpan, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-703X>; correo electrónico: [fplatasl@uaemex.mx](mailto:fplatasl@uaemex.mx)

\*\* Doctor en Geografía y en Pedagogía. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3423-668X>; correo electrónico: [fcarrctob@uaemex.mx](mailto:fcarrctob@uaemex.mx)

a partir de los resultados del Seminario internacional de interpretación del desarrollo territorial a través de sus paisajes construidos y no construidos y de sus obras tecnológicas, realizado por la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad de Princeton y diversas instituciones educativas de América Latina en 2021.

***Palabras clave:** diseño complejo, comunidades vulnerables, territorios, paisajes de América Latina.*

En los estudios de planeación territorial y ambiental no puede soslayarse lo que Rolando García denomina propiedades estructurales del sistema: vulnerabilidad, estabilidad y resiliencia (García, 2006). En tal sentido, los enfoques derivados de la complejidad permiten generar propuestas de estudio que son susceptibles a aplicarse en diferentes entornos del territorio, particularmente de América Latina.

Para lograr lo anterior, este estudio presentará los resultados de la aplicación de estos enfoques de la complejidad en el diseño y prefiguración del territorio de América Latina. Se pretende con ello generar una delimitación de trabajos que aborden la prefiguración de lo territorial, principalmente para la atención de comunidades vulnerables en territorios latinoamericanos.

La experiencia emanada del Seminario internacional de interpretación del desarrollo territorial a través de sus paisajes construidos y no construidos y de sus obras tecnológicas realizado por la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad de Princeton y diversas instituciones educativas de América Latina en 2021 permitió no sólo generar una descripción teórica-metodológica del enfoque de la complejidad, la evaluación de sus alcances, de sus limitaciones y retos; la experiencia académica también permitió explorar nuevos caminos como el del modelo teórico explicativo, de Fernando Carreto, y la propuesta de diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo, de Francisco Platas.

La pertinencia de este tipo de estudios radica en la necesidad de una convergencia disciplinar ante los retos que plantean las emergencias en territorios de América Latina.

## Metodología

La postura epistémica del presente texto parte del enfoque teórico metodológico del rebasamiento cognoscitivo para el estudio de las disciplinas proyectuales. El rebasamiento cognoscitivo es una categoría analítica desarrollada por Rafael López Rangel (2003) que invita a recurrir a nuevos enfoques en el estudio, ante la emergencia de problemáticas ligadas a procesos de políticas neoliberales y de globalización que colocan a los países latinoamericanos frente a un peligroso riesgo ambiental y social con agudas ambivalencias y “patologías” (entendidas desde la connotación de Habermas) (López Rangel, 2003). El surgimiento y tratamiento de instrumentos analíticos susceptibles a emplearse, como los aportes sociológicos de la teoría crítica de la sociedad, la hermenéutica profunda de Thompson o la teoría de la complejidad en los inéditos problemas territoriales y urbanos son ejemplos de esta perspectiva (Platas, 2018). En tal sentido, se asume el rebasamiento cognoscitivo como una postura académica que sostiene la necesidad de nuevas vías epistémicas y metodológicas para abordar el estudio teórico de las disciplinas proyectuales.

Por su parte, las disciplinas proyectuales se encuadran en lo que Roberto Doberti, define como una cuarta categoría con el mismo rango y valor identificadorio de las artes, la ciencia y la tecnología (Doberti, 2006). A diferencia de un enfoque que plantea el diseño como una actividad eminentemente objetual orientada al dibujo o al “Estilo Design” anglosajón, el concepto de diseño aquí empleado considera al diseño una disciplina de prefiguración, eminentemente humana. Por lo anterior, el diseño se aborda como una disciplina de prefiguración de la producción social de lo espacial habitable (urbano-arquitectónico-territorial), esto es, “[...] la idea reciente, aunque pertinente, de diseño, es decir, configuración original que constituye un modelo para conjuntos, u objetos nuevos” (Morin, 1986: 202).

Por su parte, en cuanto a complejidad y territorio, el presente texto tiene como fundamento los trabajos del pensamiento complejo de Edgar Morin, la epistemología constructiva genética de Rolando García y las ciencias de la complejidad. En la tabla IV.1 se han elegido estos enfoques dado que ellos han permeado la investigación territorial de la complejidad en América Latina.

Tabla IV.1. *Principales enfoques de la complejidad en América Latina*

<i>Enfoque</i>	<i>Bases</i>	<i>Exponente</i>	<i>Orientación</i>
<i>Sistemas complejos para la investigación interdisciplinaria</i>	Epistemología genética-constructivista	Rolando García	Investigación interdisciplinaria
<i>Pensamiento complejo</i>	Paradigma de la complejidad	Edgar Morin	Articulación inter y transdisciplinaria de saberes. Plantea una profunda reorganización de las relaciones entre ciencia, filosofía y arte. Se centra en el problema antropológico, la apertura de un diálogo entre el pensamiento científico con la teoría antropológica, la teoría ética, la teoría política y la teoría educativa
<i>Ciencias de la complejidad</i>	Algoritmos y herramientas de modelización matemática y simulación por computadora	Santa Fe Institute, New England Complex System Institute (NECSI), Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso, Centro de Ciencias de la Complejidad UNAM (C3).	Estudio y aplicación de teoría de redes, sistemas complejos, sistemas no-lineales, sistemas alejados del equilibrio y sistemas emergentes.

FUENTE: Sociedad Argentina para el Pensamiento Complejo (CPC, 2011: 1).

La anterior categorización no está exenta de críticas. No obstante que, en general, el papel de la complejidad busque conjunciones y no disyunciones. El mayor desafío, sin embargo, es el intento de lograr una síntesis epistémica entre estas tres posturas que permitan la homogenización de una propuesta metodológica.

Finalmente, se partirá también teniendo en cuenta el espacio, la región, el territorio y el paisaje como categorías principales del análisis geográfico, considerando el territorio como una parte del espacio geográfico sobre “[...] la cual se ejerce o se busca tener control político y en el que el Estado expresa poder, constituyéndose en un elemento esencial en la organización social, política y económica de la población que en él se ubica” (Carreto y González, 2014: 31).

Las anteriores categorías guiarán el marco epistémico mediante una descripción teórica-metodológica de dichos enfoques empleados en el territorio. La discusión se centrará en una evaluación de sus alcances, de sus limitaciones y retos.

En este sentido, se evaluarán tanto las propuestas convergentes basadas en enfoques de la complejidad como en aquellas que proponen caminos alternos, profundizando en el análisis de dos estudios de caso: el diseño de

una evaluación alternativa para analizar procesos y prácticas mediante el modelo teórico explicativo, de Fernando Carreto, y la propuesta de diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo, de Francisco Platas.

Como conclusión, se presenta una síntesis de resultados y los nuevos caminos del empleo de estas metodologías a partir de los resultados del Seminario internacional de interpretación del desarrollo territorial a través de sus paisajes construidos y no construidos y de sus obras tecnológicas realizado por la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad de Princeton y diversas instituciones educativas de América Latina en 2021.

## Resultados

### Los enfoques de la complejidad en el territorio de América Latina

#### ***El enfoque del pensamiento complejo de Edgar Morin y su influencia en la investigación de la prefiguración del territorio en Latinoamérica***

Un primer acercamiento de lo que sería el germen del pensamiento complejo aplicado al territorio fue desarrollado por Edgar Morin en Francia en 1965. Este estudio fue pionero en la propuesta de conceptos que derivarían en lo que hoy se conoce como territorios “rur-urbanos” o de “rur-urbanidad”, es decir, aquellos territorios surgidos en comunidades rurales con interacción de grandes urbes bajo la influencia de importantes “procesos modernizadores” (Platas, 2020a).

La tarea, que contó con el apoyo de más de un centenar de estudiosos, fue considerada en su tiempo como un primer acercamiento interdisciplinario al problema. Los resultados fueron publicados en el libro *La métamorphose de Plodemet* en 1967. El texto permitió conocer no sólo los procesos de transformación de una sociedad rural a una civilización planetaria, sino que abordaba temas que aún hoy están en boga: la emancipación de la mujer, la transformación entre la tradición y la modernidad, los procesos de transformación de los campesinos, la rebeldía de los jóvenes:

[...] podemos ver la complejidad de los procesos de cambio social, la multiplicidad de agentes (turistas, jubilados, mujeres), vías (red endógena-exógena, parientes-co-clientela) y, sobre todo, muestra que el sólo tener una visión simplista de los opuestos “arcaísmo-modernidad” no puede proporcionarnos un análisis detallado de estos procesos de cambio. (Rogel, 2011: 1)

A partir de esas primeras experiencias, los aspectos de prefiguración territoriales, urbanos y arquitectónicos se utilizaron —en el ámbito del diseño— como una aplicación particular para fundamentar las posturas en torno a la participación en el planeamiento y diseño participativo en América Latina.

Para aproximarse a entender la realidad, se partió de un enfoque metodológico para acercarse a comprender fenómenos sociales relacionados con la transformación territorial urbana y del hábitat. Para Rosendo Mesías, Rosa Oliveras y Manuel Coipel —de Cuba—, Gustavo Romero, Daniela Osorio y María de Lourdes García Vázquez —de México— y Mariana Enet —de Argentina— los enfoques tradicionales que veían el diseño como un problema orientado a la producción de objetos, eminentemente técnico, especializado, causal, estático y sectorial, con ayuda del pensamiento complejo —de Morin— se transformaron en un enfoque integral e integrado orientado a una interacción de procesos multicausales, dinámicos e inter-actores (Platas, 2020a).

Sus trabajos de diseño participativo se han empleado con éxito en Cuba, Argentina y México. Por su importancia, no sólo por el reconocimiento del World Habitat Awards (WHA), sino incluso por la transformación en la legislación del territorio, destaca la propuesta del Barrio Intercultural de San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina. El proyecto transformó el territorio de las comunidades vulnerables originarias Mapuche y las comunidades criollas empobrecidas (los “sin techo”), pues mediante un enfoque desde el pensamiento complejo se construyeron medio centenar de viviendas en tierras que fueron devueltas a la comunidad Mapuche por el gobierno. “Las comunidades han elaborado el plan de desarrollo del terreno, las reglas de convivencia y construcción de vivienda y otras instalaciones (incluyendo un taller y salón comunitario, invernáculo y huerta) y la provisión de agua y energía” (WHA, 2016).



Para Gustavo Romero, debido a que la atención de pobladores vulnerables requiere una nueva forma de abordar el problema del hábitat, “[...] diversos grupos de profesionistas y técnicos vinculados con el diseño y la planeación han recurrido a caminos alternativos de conocimiento de la realidad, concretamente, al llamado pensamiento complejo” (Romero y Mesías, 2004: 21).

### **Los sistemas complejos de Rolando García y su influencia en la investigación interdisciplinaria y de la prefiguración territorial en latinoamericana**

A lo largo de su vida, Rolando García trabajó macrosistemas alimentarios en México y problemas ambientales globales, temas que le permitieron adaptar su metodología y enriquecerla con las características particulares del continente latinoamericano. Sus trabajos sobre deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva, en el caso de la Comarca Lagunera en México, son pioneros en su abordaje (García, 1988). Su influencia, desde las disciplinas proyectuales, y en lo referente a la prefiguración del territorio, puede englobarse en los rubros de investigación interdisciplinaria en el diseño ambiental territorial y urbano. Esta perspectiva se ejemplifica con los aportes de los siguientes arquitectos:

- María Eugenia Castro Ramírez. En su estudio de caso sobre la Cuenca del Papaloapan, México, presentó estudios pioneros interdisciplinarios bajo enfoques disciplinares con propuestas concretas para el desarrollo humano sustentable y aportó nuevas metodologías basadas en el diseño bioambiental orientada a la problemática arquitectónica. Finalmente, presentó un enfoque que considera procesos económicos, sociales, culturales, económicos y políticos en zonas marginadas del Valle de Chinantla, Oaxaca. Aunque se identifica un marco epistémico moriniano en sus planteamientos, destaca operativamente la perspectiva de Rolando García en su estudio de caso (Castro *et al.*, 2009).
- José Antonio García Ayala. Desarrolló diversos cursos y seminarios sobre complejidad en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) de Mé-

xico: Cine, ciudad y arquitectura; Epistemología de la complejidad ambiental; Complejidad ambiental de la ciudad; Análisis urbano: transdisciplina y complejidad; así como más de medio centenar de presentaciones en el seminario permanente de Complejidad y espacio habitable. Su enfoque, además del pensamiento complejo, integra los aportes de Rolando García a la investigación interdisciplinaria (García-Ayala, 2013).

- Juan Lombardo. Desarrolló estudios sobre los municipios de San Miguel, Malvinas Argentinas, J. C. Paz, Hurligton, Tigre Pilar, en Argentina, con base en la construcción de un sistema cognoscitivo complejo. En la Universidad Nacional de General Sarmiento, ha abordado la problemática urbano-territorial de manera integral. Para Lombardo, el espacio urbano se constituye mediante las acciones y prácticas que los actores realizan en un lugar específico del territorio para reproducir diariamente su vida material y no el simple reflejo de sus relaciones sociales. El concepto clave en el planteamiento de Lombardo son las condiciones de contorno de Rolando García, así como las interrelaciones de procesos en el marco de acuerdos formalizados que regulan y organizan las prácticas de su contexto (Lombardo, 2007).
- Rafael López Rangel. Fue uno de los principales teóricos de la arquitectura del siglo xx en México (Zamudio, 2002). Junto con un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), en coordinación con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), gestaron en 2009 el proyecto de colaboración internacional “Metrópolis y Sustentabilidad en América Latina desde la perspectiva de los Sistemas Complejos en los albores del siglo XXI: Zona Metropolitana de Buenos Aires y México”; lo anterior, en el marco del intercambio de un proyecto del Programa de Cooperación Científico-Tecnológica entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina (Mincyt) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) de México. Ese mismo año dicho grupo de investigadores inició la Red de investigación Epistemología de la arquitectura y el urbanismo. Rafael López Rangel fue pionero en enfoques convergentes entre los planteamientos

de Rolando García y Edgar Morin en los estudios urbano-territoriales desde las disciplinas proyectuales.

- Varinia López Vargas y Virginia Cabrera Becerra, de la BUAP, han sido titulares de una nueva propuesta de posgrado: el Doctorado en Procesos Territoriales bajo la perspectiva de la complejidad de Edgar Morin, Rolando García y Rafael López Rangel. En Puebla, México, la Red Visión Compleja de los Territorios integró especialistas en procesos territoriales, pedagogos urbanos y ambientales, antropólogos y arquitectos. Bajo los enfoques de la complejidad han generado diversas publicaciones para sobrepasar la noción de lugar, espacio y territorio, considerando sus múltiples actores y dimensiones (López Vargas *et al.*, 2016).
- Fernando Tudela: Desarrolló trabajos en Tabasco, México, destacando sus aportaciones sobre los efectos socioambientales en México mediante abordajes interdisciplinarios basados en el enfoque sistémico constructivista complejo. Sus trabajos, pioneros en América Latina, consideran una serie de cuestiones a tomarse en cuenta en esta clase de estudios: problemas de construcción del objeto de estudio como realidad a la vez biofísica y social; la necesidad de reconocer la especificidad, las escalas espaciales y temporales, así como los diferentes niveles explicativos de los procesos a analizarse; la caracterización de las condiciones estructurales y funcionales del sistema estudiado y sus problemas en los procesos de estructuración y desestructuración (Tudela, 1992).

### **Las ciencias de la complejidad para los estudios de ciudades y territorios en América Latina**

En la ciudad de Santiago de Chile, en octubre de 1972, el gobierno de Salvador Allende fue capaz de coordinar el transporte de alimentos a la ciudad con cerca de 200 camiones, evitando los problemas derivados del paro patronal de 50 000 camioneros. El sistema responsable de tal coordinación fue parte del proyecto Synco, también llamado proyecto Cybersyn. Dicho proyecto era un sistema cibernético para modelar el comportamiento de sistemas dinámicos basado en un diseño de sistema holístico de gestión descen-

tralizada, con interacción persona-computadora, una red nacional de télex y control casi en tiempo real del creciente sector industrial con una sala de operaciones similar a Star Trek (Medina, 2011).

Desde ese intento chileno de la década de 1970, el interés por generar algoritmos y herramientas de modelización matemática y simulación por computadora ha incidido en el tema de las ciudades mediante el estudio de las ciencias de la complejidad. En el Chile contemporáneo, por ejemplo, el Instituto de Sistemas Complejos en Ingeniería (ISCI) ha planteado generar respuestas mediante la “representación del mundo, los procesos y el comportamiento de las personas a través de modelos” a “problemáticas en áreas tan diversas como los recursos naturales, la calidad de vida en las ciudades, las energías renovables y los sistemas de transporte” (ISCI, 2021: s. p.).

Por su parte, el grupo de dinámica de sistemas complejos (GDSC) en la Universidad de Buenos Aires ha generado modelos matemáticos que describen las variaciones de mosquitos en la ciudad de Buenos Aires, incorporando la interacción con los humanos (GDSC, 2021).

En México, el Centro de Ciencias de la Complejidad, C3, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), dentro de su programa académico “Complejidad, Economía y Medio Ambiente” trabaja modelos matemáticos sobre desarrollo rural y mantenimiento de la biodiversidad en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, así como una exploración a la resiliencia de un socioecosistema en la península de Yucatán (C3, 2021).

La descripción teórica-metodológica de los tres enfoques de la complejidad empleados en el territorio y, particularmente, su interacción con comunidades vulnerables permite acercarse a entender que ellas no parten de un mismo marco epistémico. Al respecto, Jessica Amescua, en su texto *Los paradigmas de la complejidad en la transformación morfológica del espacio público en los asentamientos populares* señala: “Platas precisa que el estudio de la complejidad se ha conformado a lo largo de los años a partir de un antagonismo entre pensadores que abordan, por un lado, la postura epistémica y, por otro lado, la postura ontológica” (Amescua, 2019: 27).

Pudo constatarse que los planteamientos de Morin y García en la investigación urbana y territorial de América Latina obedecen a una guía para acceder al conocimiento. Morin, desde la perspectiva de García, “[...] no

ofrece una formulación precisa de los problemas que enuncia... como para conducir a una metodología de trabajo aplicable a las situaciones concretas que él considera como ‘complejas’” (García, 2006: 21).

Aunado a lo anterior, las propuestas de Morin y de García prácticamente no son tomadas en cuenta en las investigaciones de los llamados científicos de la complejidad en las universidades latinoamericanas mencionadas. Una razón aducida a ello es la herencia positivista que considera que todo lo no matematizable es baladí y, por tanto, no es susceptible a considerarse como ciencia. En la discusión del presente texto se abordará la dificultad de la interacción entre propuestas y como aportación al conocimiento algunos planteamientos de convergencia para abordar las emergencias. El debate sobre la evaluación de los alcances, limitaciones y retos de los resultados precedentes parte de las concepciones de Kuhn y de los planteamientos convergentes del diseño para la vulnerabilidad y el riesgo de Platas (2020b) y del diseño de una evaluación alternativa para analizar procesos y prácticas mediante el modelo teórico explicativo de Fernando Carreto.

Señala Kuhn (2004) que las crisis son los preludios apropiados para el surgimiento de nuevas teorías, pero es precisamente debido a que las nuevas teorías rompen con la tradición que estas nuevas propuestas no sólo conllevan reglas diferentes, sino que quedan insertas “dentro de un universo de razonamiento también diferente” (Kuhn, 2004: 140). A partir de la investigación es notorio que los fundamentos de la epistemología constructiva genética, del pensamiento complejo y de las ciencias de la complejidad comparten principios epistémicos rectores básicos y susceptibles de integrarse coherentemente, dicho paradigma aún se encuentra en proceso de desarrollo, en la etapa de las llamadas “investigaciones extraordinarias”. La fase de investigaciones extraordinarias inicia, según Thomas Kuhn (2004), ante las problemáticas en donde la ciencia normal aún “se encuentra extraviada”, y en el caso de la complejidad, explica que ésta aún se presenta fragmentada en algunos de sus preceptos o enfoques. Esto es un impedimento para una articulación epistémica y teórica entre enfoques de planteamientos surgidos de distintos enfoques de la complejidad.

La noción de marco epistémico de Piaget y García (García *et al.*, 1982) que engloba la idea de “paradigma” de Kuhn considera al “[...] sistema de pensamiento que permea las concepciones de la época en una cultura dada

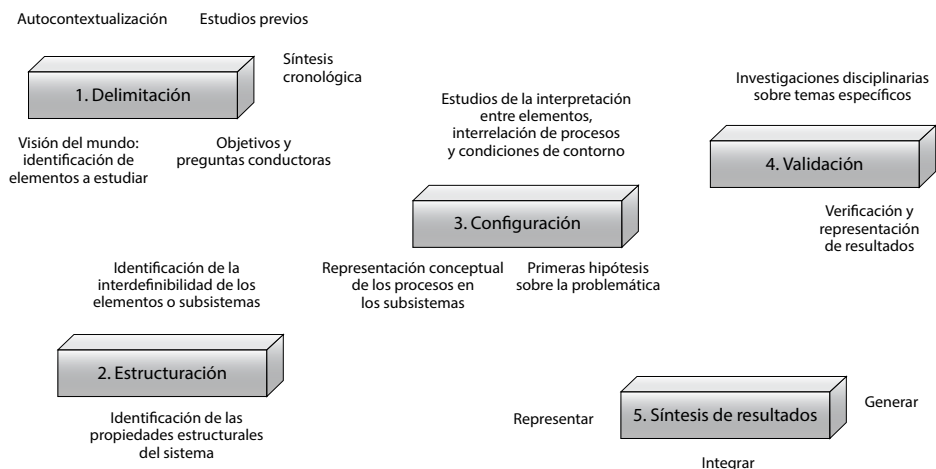
y condiciona el tipo de teorizaciones que van surgiendo en diversos campos del conocimiento” (Becerra y Castorina, 2016: 15). Para este marco epistémico, en el que es indisoluble la relación entre lo social y lo cognitivo en la producción del conocimiento, los cambios o revoluciones científicas y las nuevas teorías que emergieron de ellas están asociadas a la emergencia de nuevas preguntas en contextos ideológicos y sociales más que a nuevas respuestas a viejas preguntas.

Es por lo anterior que existen dos posibilidades para la de integración disciplinar: la basada en la interrelación mediante la complejidad del diseño para la vulnerabilidad y el riesgo (Platas, 2020b) y las que hacen esa integración sin recurrir explícitamente a las corrientes de la complejidad descritas, como el diseño de una evaluación alternativa para analizar procesos y prácticas mediante el modelo teórico explicativo de Fernando Carreto (Carreto, 2016).

### **Diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo**

El diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo es una metodología surgida desde las disciplinas proyectuales del diseño e integra la epistemología constructiva genética como forma de acercarse a entender la realidad de los grupos vulnerables, las ciencias de la complejidad como herramientas de validación empíricas y el pensamiento complejo como una posibilidad integradora para entender los fenómenos. Su creador (Platas, 2020b) propone, de manera indicativa, los siguientes pasos: (a) delimitación, (b) estructuración, (c) configuración, (d) validación y (e) síntesis de resultados. El desarrollo de la propuesta puede visualizarse en la figura IV.1.

La propuesta del diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo ha sido aplicada y reconocida por diversas instituciones educativas. En tal sentido, para Andrés Oliver (2010: 32): “El horizonte de los paradigmas de la complejidad que nos muestra Francisco Platas tiene un paralelo en las ciencias sociales, dentro del marco categorial de la teoría crítica latinoamericana”.

Figura IV.1. *Diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo*

FUENTE: Platas (2020b: 127).

## El diseño de una evaluación alternativa para analizar procesos y prácticas mediante el modelo teórico explicativo de Fernando Carreto

Con el fin de generar el diseño de una evaluación alternativa para analizar procesos y prácticas, así como determinar funciones sustantivas en procesos educativos en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, Fernando Carreto creó el modelo teórico explicativo (MTP) (Carreto, 2016: 58).

Esta propuesta se caracteriza por articular ideas de distintos campos del conocimiento humano. Destacan los planteamientos del enfoque de evaluación sistemática del modelo Stufflebeam en la evaluación educativa CIPP, con sus cuatro etapas: contexto, diseño, proceso y producto (Carreto, 2016: 63); las aportaciones de Cornelius Castoriadis sobre el imaginario social, la institución de la sociedad y las instituciones mismas; los métodos de investigación cuantitativa y cualitativa con el apoyo del análisis estructural funcionalista de los procesos académicos; el análisis matricial, el análisis de las prácticas institucionales, así como las contribuciones de Popper y Kuhn sobre filosofía de la ciencia (Carreto, 2016: 72).

La articulación de sus etapas “[...] se fundamenta con los factores ideológicos y filosóficos científicos, y la orientación disciplinaria se especifica con el enfoque metodológico” (Carreto, 2016: 65). De esta forma, es posible clarificar procesos de significación y sentido institucional, en tanto que para el aspecto instrumental existe la posibilidad de generar matrices de análisis.

Por ejemplo, ante una situación de riesgo o emergencia en sociedades vulnerables, los medios de comunicación pueden contribuir a la reducción del impacto o pueden acentuar la tragedia y el desorden. Por lo anterior, conocer de manera acertada las aportaciones de los actores sociales involucrados es relevante. Pero, no obstante tal relevancia, el investigador se enfrenta a problemas como el análisis de aseveraciones subjetivas o la desarticulación de categorías de análisis. Para evitar lo anterior, Fernando Carreto propuso un análisis matricial con base en criterios de Tomas Kuhn y Karl Popper integrando el criterio de la pedagogía institucional y el Método CIPP, tal como se aprecia en el cuadro IV.1.

Cuadro IV.1. *Ejemplo de matriz de análisis*

<i>Investigación evaluativa de CIPP de Stufflebeam</i>	<i>Criterios disciplinares de Kuhn</i>				<i>Categorías conceptuales de la institución de Castoriadis</i>
	<i>Generalizaciones simbólicas</i>	<i>Modelos (analogías-metáforas), Creencias</i>	<i>Valores</i>	<i>Ejemplares</i>	
Contexto					
Ingreso					
Proceso					
Producto	Creaciones artísticas y el mundo de la naturaleza	La verdad o falsedad de las teorías científicas	Desde el lenguaje	Desde el conocimiento subjetivo	
	Lógica situacional de Popper Realismo del sentido común				

FUENTE: Carreto (2019).

Para el ejemplo descrito, relacionado con la divulgación científica, la matriz de relaciones describe el significado posible de una interrelación de procesos (Carreto, 2019).

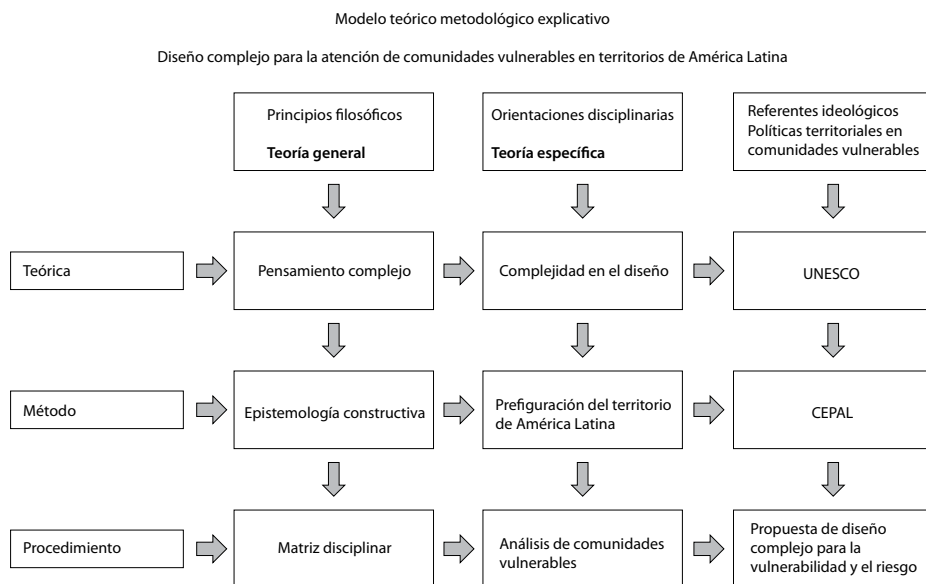


El modelo teórico explicativo se ha empleado no sólo para evaluaciones sobre investigación educativa (Carreto, 2016), sino también se ha empleado “[...] en conjunto con la metodología del análisis de tendencias, la identificación de paradigmas temáticos, las orientaciones disciplinarias y sus enfoques metodológicos —para la interpretación de los trabajos desarrollados por los Simposios de la Enseñanza de la Geografía (SEGEM)” (Carreto y González, 2021: 18).

En 2021 este modelo sirvió como base para la explicación interdisciplinaria en el Seminario internacional de interpretación del desarrollo territorial a través de sus paisajes construidos y no construidos y de sus obras tecnológicas organizado por la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad de Princeton e instituciones educativas de América Latina.

Como una aportación expofeso, se presenta una contribución acorde a la temática abordada a lo largo del texto en la figura IV.2.

Figura IV.2. *Aplicación para una contribución del diseño complejo para la atención de comunidades vulnerables en territorios de América Latina*



FUENTE: Elaboración propia con base en Carreto (2016; 2019; 2021).

## Conclusiones

El estudio de los sistemas socioecológicos, de resiliencia, de capacidad adaptativa, social, riesgo, vulnerabilidad y sustentabilidad en los ámbitos que abarcan los territorios han sido abordados por los enfoques de la complejidad en América Latina. No obstante que los planteamientos de Morin y García en la investigación urbana y territorial obedecen a una naturaleza epistémica, en tanto que las ciencias de la complejidad obedecen a una naturaleza óntica, existen pocos estudios que compaginen estas tres vertientes. Se propusieron, por ello, de manera indicativa, pero no normativa, un abordaje de dos nuevas propuestas convergentes del diseño para la vulnerabilidad y el riesgo. Queda como tarea futura poner en práctica perspectivas convergentes sobre la capacidad de un determinado sistema para anticiparse, hacer frente, resistir y recuperar el equilibrio desde un enfoque complejo que aborde la perspectiva óntica, epistémica, metodológica, teleológica y axiológica.

## Bibliografía

- Amescua, J. (2019). *Los paradigmas de la complejidad en la transformación morfológica del espacio público en los asentamientos populares*. Tesis de Doctorado en Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Becerra, G., y Castorina, J. A. (2016). Acerca de la noción de “marco epistémico” del constructivismo. Una comparación con la noción de “paradigma” de Kuhn. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 11(31), 9-28.
- Carreto, F. (2019). *Profesores precursores del desarrollo de la cultura científica del Estado de México*. Toluca, México: Instituto Superior de Ciencias de la Educación del Estado de México.
- Carreto, F. (2016). *Los procesos académicos y las prácticas institucionales en la Facultad de Geografía de la UAEMEX. Significación y sentido institucional*. Tesis de Doctorado en Educación. Universidad Pedagógica Nacional, México.
- Carreto, F., y González, R. (2021). Tendencias en la Enseñanza de la Geografía Cultural en México, una perspectiva desde los SEGEM, 1982-2019. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, 8(SPE2). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2593>

- Carreto, F., y González, R. (2014). *Geografía, Ambiente y Sociedad*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Castro, E., Cedeño, A., Lerín, M., Romero, L., y Torres, P. (2009). *Diseño ambiental en la cuenca del Papaloapan*. México: MC editores, Universidad Autónoma Metropolitana.
- CPC (2011). Comunidad del pensamiento complejo. *Iniciativas CPC*. <https://pensamientocomplejo.org/institucional/iniciativas-cpc/>
- C3 (2021). *Complejidad ecológica y medio ambiente*. México: Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México. [https://www.c3.unam.mx/progacademicos/complejidad\\_eco.html](https://www.c3.unam.mx/progacademicos/complejidad_eco.html)
- Doberti, R. (2006). *La cuarta posición*. Argentina: Foro Alfa. <http://foroalfa.org/articulos/la-cuarta-posicion>
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- García, R. (1988). *Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva (El caso de la Comarca Lagunera)*. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- García, R., y Piaget, J. (1982). *Psicogenesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI Editores.
- García-Ayala, J. A. (2013). Impensar la ciudad latinoamericana para un estudio urbano complejo. *IPN: Revista Esencia y espacio*, 37(13), 22-35. <https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/25380/1/3-ImpensarCiudadLatinoamericana.pdf>
- GDSC (2021). Divulgación. *Grupo de Dinámica de Sistemas Complejos*. Universidad de Buenos Aires. <http://wp.df.uba.ar/gdsc/divulgacion-outreach/>
- ISCI (2021). Acerca del centro. *Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://investigacion.uc.cl/centros-de-excelencia/instituto-de-sistemas-complejos-de-ingenieria-isci/>
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica
- Lombardo, J. (2007). *La construcción del espacio urbano en las ciudades Latinoamericanas. El caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires*. Argentina: Universidad Nacional General Sarmiento.
- López Rangel, R. (2003). El rebasamiento cognoscitivo en la investigación urbana latinoamericana. *UAM: Sociológica*, 18(51), 189-227.
- López Vargas, L. V., Figueroa Castelán, M., y García Cuevas, J. R. (Coords.). (2016). *Territorios y espacialidades: abordamientos disciplinares*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades Alfonso Vélez Pliego.
- Medina, E. (2011). *Cybernetic revolutionaries: technology and politics in Allende's Chile*. Massachusetts: The MIT Press.
- Morin, E. (1986). *El Método III. El conocimiento del conocimiento*. Madrid: Cátedra.
- Oliver, A. (2010). *Arquitectura y fundamento: La modernidad de los límites de lo público y*

- lo privado en la Ciudad de México en el siglo XVI*. Tesis de Maestría en Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Platas, F. (2020a). Fundamentos metodológicos del diseño desde la complejidad: El pensamiento complejo de Edgar Morin. *Revista UCES DG: Enseñanza y Aprendizaje del Diseño*, 7(14), 46-53. [http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/5291/Fundamentos\\_metodol%c3%b3gicos\\_Platos.pdf?sequence=1](http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/5291/Fundamentos_metodol%c3%b3gicos_Platos.pdf?sequence=1)
- Platas, F. (2020b). Diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo en megaciudades. *Academia XXII*, (21), 114-130. <http://revistas.unam.mx/index.php/aca/article/view/76676/67905>
- Platas, F. (2018). Un camino hacia la sustentabilidad integral mediante el empleo de la complejidad. Convergencias y emergencias en la obra de Rafael López Rangel. En F. Carreño Meléndez, D. Iglesias Piña, R. F. Sánchez Barreto, R. J. Carrasco Aquino, J. Roque, H. Andrés Calderón y F. Platas López, *Discusión epistemológica en torno a la sustentabilidad y el desarrollo*. México: Colofón.
- Rogel, T. (2011). Edgar Morin: La metamorphose de Plozevet, Commune en France-fayard–1967. *Monde sensible et sciences sociales*. <http://mondensensibleetsciencesociales.e-monsite.com/pages/notes-de-lecture/notes-de-lecture-en-sociologie/edgar-morin-la-metamorphose-de-plozevet-commune-en-france-fayard-1967.html>
- Romero, G., y Mesías, R. (2004). *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat*. México: UNAM, Facultad de Arquitectura/FOSOVI/CYTED.
- Tudela, F. (1992). *La modernización forzada del trópico: El caso de Tabasco. Proyecto integrado del Golfo*. México: El Colegio de México.
- WHA (2016). Barrio Intercultural. *World Habitat Awards*. <https://world-habitat.org/world-habitat-awards/winners-and-finalists/intercultural-neighbourhood/>
- Zamudio, H. (2002). *Introducción al pensamiento crítico de los arquitectos: Rafael López Rangel y Carlos González Lobo*. Tesis de Maestría en Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

## V. Gobernanza y su relación con el desarrollo turístico en la administración municipal

NATALI CAROLINA RUBI FERNÁNDEZ\*

DELIA GUTIÉRREZ LINARES\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.05>

### Resumen

La gobernanza es considerada una herramienta que contribuye a mejorar las interacciones entre estructuras y procesos en el ejercicio del poder con la toma de decisiones —donde intervienen diversos actores— que ha tenido una gran aceptación en diferentes ámbitos de la administración municipal. Para el caso de esta investigación se analiza el enfoque administrativo en redes y la relación con el sector turismo, como acción que ha impulsado diversas oportunidades de poner en marcha nuevas prácticas gerenciales en zonas donde se promueven actividades turísticas en México. En este contexto, el presente capítulo tiene como finalidad analizar los inicios, conceptos, teorías y enfoques de la gobernanza y su reconocimiento desde diferentes perspectivas de estudios en la materia. Se inicia con el estudio de la gobernanza, el cual se enfoca en las características y vertientes del concepto, resaltando la utilización de la red de actores como uno de sus principales enfoques y, posteriormente, se procede al análisis de los destinos turísticos, sus características y tipos. Por último, se destaca la relación entre ambos y el impacto que puede generar en la administración municipal en México.

**Palabras clave:** *administración pública, gobernanza, turismo, red de actores.*

---

\* Maestra en Administración Pública y Gobierno. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0657-0657>; correo electrónico: nat23rub@gmail.com

\*\* Doctora en Administración Pública y Gobierno. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2860-459X>; correo electrónico: delia.guli@gmail.com

En México la actividad turística ha tenido un importante desarrollo en lo que va del siglo XXI, “[...] es uno de los países líderes del turismo, con más de 20 millones de turistas al año” y, de acuerdo con Benseny (2007: 13), el turismo se ha consolidado en diferentes vertientes como lo es el turismo de sol y playa, arqueológico, de compras, alternativo (naturaleza), de cruceros y turismo cultural”. De ahí que a partir de 1960 el Estado se centra en la planificación del turismo, creando centros turísticos tradicionales y centros turísticos integralmente planificados y, en general, en la implementación de políticas para su promoción. Y justo en este sentido se retoma el estudio de la gobernanza como una herramienta que promueve e impacta de manera positiva en el impulso al desarrollo turístico en el país.

La importancia de estudiar estos términos en la administración pública consiste en retomar los elementos básicos de la gobernanza para lograr la participación ciudadana y contar con una visión integral para la construcción de políticas públicas que incorporen los intereses de los diversos actores y mediar así las decisiones para el beneficio común en relación con la actividad turística en México.

En este sentido, se reconoce que el turismo ha sido una actividad económica que ha impulsado el gobierno para beneficiar y explotar de manera racional las riquezas naturales en las diferentes modalidades que se ofrecen y que siguen dando ese potencial económico y social. Por ello, como parte de las nuevas visiones gubernamentales para el crecimiento y desarrollo de las acciones que promuevan el turismo se hace uso de herramientas que mejoren la capacidad de acción en la toma de decisiones en las políticas públicas y/o gubernamentales en un contexto social unificado a través del denominado “triángulo de hierro”, referido como la asociación entre sector público, privado y social (Arellano, 1998).

De tal manera, la gobernanza contribuye a la utilización en la asociación de estos tres sectores como nueva forma de visión y herramienta ante la gestión pública a través de simplificar procesos de regulación y de intervención de los poderes públicos y de facilitar la toma de decisiones del resto de agentes sociales, sobre los económicos, y a través de un conjunto de procesos e instituciones que determinan la forma en que se ejerce el poder, para desarrollar los recursos económicos y sociales con transparencia y eficacia (Maya, Ferrusca y Campos, 2019: 115).

Por esa razón, la participación de la red turística permitirá el mejor desempeño en la gestión y toma de decisiones para llevar a cabo proyectos y estrategias que mejoren y conserven el fomento turístico de la zona, explotando los recursos necesarios de manera sustentable y adecuada para que no sean actividades aisladas que detengan el crecimiento turístico, ya que con esta visión se fortalecen los vínculos en los sectores público, privado y sociedad. De manera que al tener una visión integrada de los actores que convergen en la actividad turística, se permite conformar nuevas herramientas de capacitación y actuación para resolver diversas problemáticas.

Por consiguiente, la nueva visión político-administrativa que pretende abordar esta investigación se centra en la gobernanza como herramienta que integra un enfoque sustancial en la relación de participación de diversos actores para una mejora en la toma de decisiones, teniendo una participación estrecha entre éstos y creando un sistema de redes en cierto territorio. Así, para el caso que compete a la investigación, se observa que la gobernanza juega un papel importante en la creación y relación de vínculos dentro de estas actividades para obtener una propuesta metodológica basada en la gobernanza turística aportando a su desarrollo.

En este sentido, se analiza el concepto de la gobernanza como proceso integral en el desarrollo de las actividades turísticas teniendo en cuenta la revisión del surgimiento y desarrollo de gobernanza en la administración pública y cómo se han relacionado en el impulso al sector turístico en México, resaltando la utilización de la red de actores como uno de sus elementos primordiales.

## **Metodología**

El trabajo que se presenta tiene como objetivo analizar el contenido del concepto de gobernanza desde la perspectiva de estudio en la administración pública municipal y su relación con el impulso al desarrollo del turismo en México. A partir de las propuestas de diversos autores se realiza el análisis y comprensión de conceptos y enfoques, así como la construcción de la relación que se da entre ellos.

El enfoque de la investigación es de tipo exploratorio, analítico y descriptivo. Para ello se divide en tres apartados, el primero, referido de manera breve a la Nueva Gestión Pública (NGP) contexto donde surge la idea de la gobernanza. Se analiza el concepto desde visiones como De la Garza (2010), Whittingham (2011), Launay (2005) y Quintero (2017), entre otros. El segundo apartado consta de la exploración del concepto de turismo en México, tipos, retos y aciertos de esta actividad en el país y se hace una revisión en el contexto de la administración pública con relación a las actividades turísticas. En el tercer apartado se analiza la relación entre la visión de gobernanza y el turismo en la administración municipal. Finalmente, se describen las conclusiones parciales y la discusión del capítulo referente a lo revisado entre la gobernanza, el turismo y la administración pública.

## Resultados

### **Surgimiento: la Nueva Gestión Pública (NGP) y su relación con la gobernanza**

Después de la crisis del Estado benefactor<sup>1</sup> (paternalista) y el cambio de paradigmas, el nuevo Estado regulador surge en un escenario donde la democratización y modernización juegan un papel importante en el espacio. Y, tras esta lógica, el hecho de gobernar de manera integral forma parte de un acto de políticas donde puedan funcionar y dar cabida a la autosuficiencia. El Estado ya sólo es parte de ciertas intervenciones a redes y organizaciones que necesiten subsistir a los nuevos ambientes, recursos y espacios que se desarrollan en el contexto.

Aguilar (2008) menciona que la NGP surge en una reforma de Estado, de benefactor a regulador, a partir de programas de modernización y democratización, incluyendo entre sus principios básicos la participación ciu-

<sup>1</sup> Los antecedentes se sustentan en el agotamiento del modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones, en la ineficiencia del Estado para adecuar la economía a las realidades imperantes. En términos sociales, por los crecientes rezagos en la materia y, desde la perspectiva internacional, por el cambio cualitativo de una economía expansiva a otra competitiva (Becerra, 2000: 156).



dadana en el diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas. De esta forma se propició la instauración de mecanismos para la elección de los gobernantes, dando un voto de confianza a las autoridades y empresas privadas para promover el desarrollo de servicios de mejor calidad dentro del territorio (De la Garza, 2010).

Es decir, estas nuevas prácticas fomentan la participación ciudadana y su democracia para así cumplir con la capacidad de actuación ante las nuevas necesidades y dinámicas, de tal manera la NGP ante la visión de un Estado con nuevas intervenciones y retos, principalmente la recuperación de la confianza de sus ciudadanos, fomenta la participación de éstos a través de la democratización, surgiendo de esta manera nuevos conceptos, como la *gobernanza*.

### **Una visión hacia la conceptualización de la gobernanza**

La nueva visión de gobierno entra al contexto en busca de la eficiencia y eficacia. Los resultados y la legitimidad estaban en juego, por eso a través de prácticas gerenciales buscaban impulsar la credibilidad de los actores económicos para subsistir dentro del sistema. Desde ese enfoque, la gobernanza se asocia a la perspectiva de la sociedad civil igualitaria y de confianza, las redes de políticas (instituciones e individuos) son la forma emergente de la gobernanza para resolver problemas sociales. En este sentido, la gobernanza surge como un nuevo estilo de gobierno, una herramienta para alcanzar y mejorar las metas en los servicios públicos distintos a los modelos de control jerárquico que se encontraban en los gobiernos, entonces, la cooperación entre las administraciones públicas, actores sociales y privados en las políticas públicas se ha fomentado, aceptando que el Estado no es el actor dominante en los procesos decisionales.

La gobernanza ha tomado importancia a partir de la búsqueda de la transformación y mejora en la administración pública, con medidas de gestión y planificación. Bustos (2008) describe el concepto de gobernanza como la creación de redes de cooperación y coordinación entre los actores implicados en las áreas de relevancia (concertación de actores). Entonces, la go-

bernanza implica esa cooperación e involucramiento de los actores que intervienen en el área de interés, por ejemplo, el turismo, que es un sector con actores e intereses específicos.

Por otro lado, Whittingham menciona que

[...] la gobernanza son las interacciones entre los distintos actores políticos, y entre sus intereses, que reflejan la calidad de un régimen político e impactan la calidad de vida del sistema como un todo y de los individuos que lo conforman. Así, se relacionan para conformar una red que permita la capacidad de mejorar y estructurar una toma de decisiones con intereses colectivos. (Whittingham, 2011: 222)

En otras palabras, para que exista gobernanza se deben de llevar a cabo acuerdos que favorezcan la participación de las representaciones públicas, privadas y de la sociedad, y realizar un ejercicio de democracia y de cooperación para las actividades públicas que impacten favorablemente en la vida social, siendo éste el fin último de las actividades gubernamentales. Integrar en el proceso a los actores permite conocer su realidad y efectuar una planeación acorde al contexto que se requiere trabajar.

De acuerdo con Launay se define a la gobernanza como el arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía (Launay, 2005: 92).

De esta manera, la integración en el desarrollo de estos tres ámbitos —el social, el económico y el público— forma parte primordial de la nueva visión que ofrece la gobernanza en aras de implementar y mejorar la forma en la que los gobiernos toman las decisiones, contemplando cada escenario en las tres vertientes como primordiales en su capacidad de acción. En este sentido, los actores que intervienen en la dinámica social, económica y gubernamental, así como la parte territorial, son importantes en el actuar frente al contexto que se presenta.

Kooiman utiliza tres conceptos básicos para entender la gobernanza actual: interacción, acción y estructura, y divide la primera en tres tipos: interferencias (de corte económico y esporádicas, tales como las de mercado), interac-

ciones (sociales, horizontales y repetidas en el tiempo) e intervenciones (jerárquicas y a modo de acción político-gubernamental). La acción corresponde al hacer de los actores en un marco institucional y organizacional en relación con los tres fenómenos sociales que enfrentan (complejidad, diversidad y dinamismo) al interactuar entre ellos. (Quintero, 2017:41)

Es decir, Kooiman refiere el concepto a la participación de los actores y la interacción e intervención que tienen dentro de las actividades, de forma organizada y en relación con la complejidad de la red de acuerdo con su categoría e influencia en la toma de decisiones. Entonces, la gobernanza en sentido amplio es el reflejo del descontento en el fallo de la administración pública, que permite una visión más compleja y multinivel que pretende considerar a los actores que intervienen en la toma de decisiones para encontrar un equilibrio entre la participación y las decisiones.

En este sentido, se identifican los enfoques que retoma la gobernanza con base en Silke y Kriesi (2010).

- (a) Jerarquías: formas jerárquicas organizadas en forma vertical y estructuras de mercado de forma horizontal.
- (b) Red de actores: redes de actores para diferentes formas de relaciones entre actores públicos y privados.
- (c) Toma de decisiones: patrón complejo de interacciones entre actores públicos y privados en los procesos de toma de decisiones. De esta manera, se observa que las redes de gobernanza forman parte de ese entramado y organización que define la importancia de las relaciones entre los distintos actores para intervenir de manera jerárquica, empírica y en patrones para los procesos en la toma de decisiones e intervenir de manera estructurada en los intereses mutuos de los actores. En este sentido, queda claro que la gobernanza es una visión holística que compromete la multidisciplinariedad para el beneficio y desarrollo de las actividades que competen a la administración pública dentro del territorio.

Así, en el afán de progreso, se ha expuesto esta visión en diferentes ejes sociales, económicos y políticos. Uno de éstos es el caso del turismo, que a

través del involucramiento de los diferentes actores que integran la red en este ámbito se incrementa la capacidad de beneficio y actuación para la toma de decisiones en el impulso micro y macro social-territorial del turismo en diversos contextos.

### **El acercamiento al turismo: conceptos, perspectivas y estudios en México.**

De acuerdo con diversos autores, el turismo es un concepto que se utiliza y se estudia desde diferentes vertientes. Para el caso que compete, se dirige al lector al estudio del concepto y en un segundo momento a la promoción de una actividad participativa de actores involucrados para el desarrollo de metas turísticas, la intervención y democracia activa de los actores que intervienen en la toma de decisiones.

Por lo anterior, para entender la relación entre los actores con el turismo, primero se realiza una revisión al concepto.

En 1942 Hunziker y K. Krapf definían el turismo como “la suma de fenómenos y de relaciones que surgen de los viajes y de las estancias de los no residentes, en tanto no están ligados a una residencia permanente ni a una actividad remunerada. Más adelante, se define por Burkart y Medlik “como los desplazamientos cortos y temporales de la gente hacia destinos fuera del lugar de residencia y de trabajo y las actividades emprendidas durante la estancia en esos destinos” (Sancho, 2008: 45).

Asimismo, la Organización Mundial del Turismo (OMT) define el turismo como “[...] actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocios y otros” (OMT, 1991: 3).

En este sentido, el turismo es definido por autores y organizaciones como los viajes realizados por las personas contemplando el tiempo, la distancia y el tipo de viaje. Y dentro de estos viajes, existen distintos tipos de turismo que se dividen en dos grandes clasificaciones de acuerdo con Ibáñez

y Rodríguez (2012), uno es el turismo tradicional (sol y playa, actividades culturales en grandes ciudades y de esparcimiento en lugares con lujosa infraestructura) y otro el turismo alternativo (ecoturismo, turismo de aventura y/o deportivo, rural, cultural, agroturismo y turismo cinegético), éstos, a su vez, permiten determinar la apropiación del lugar, es decir, los viajeros se identifican a través de estos espacios y actividades simbólicas como resultado de los desplazamientos a lugares diferentes del espacio donde conviven con frecuencia.

Por otro lado, Boullón, explica el “[...] sistema turístico desde el punto de vista de sus componentes, como el encuentro de la oferta y la demanda turística a través del proceso de venta del producto generado por la estructura de producción turística” (Morillo, 2011: 150). Asimismo, de acuerdo con Acerenza (2001), Álvarez *et al.* (2001) y Gurría (2004), el turismo constituye un “[...] sistema compuesto por un conjunto bien definido de relaciones, servicios, e instalaciones [...] denominadas como subsistemas que permiten satisfacer las necesidades de los turistas permanentes o temporales” (citado en Morillo, 2011: 152).

Entonces, el turismo es el viaje que realizan las personas a diversos lugares, propiciando con ello la apropiación y disfrute, que es lo que les permite conectar con el lugar de destino. De esta manera, las actividades turísticas influyen en la forma de relación entre los ciudadanos, el territorio y el gobierno a través de la participación de éstos dentro de las responsabilidades y vínculos entre actores que dependen directa e indirectamente del turismo. Por esta razón, la importancia de contemplar una visión integral en las actividades turísticas para beneficio de los habitantes, viajeros, empresas y sector gubernamental resulta esencial.

De este modo, se estudian los actores que conforman la gobernanza turística que, de acuerdo con Pulido (2014: 101), son los siguientes:

- (a) Organizaciones públicas
- (b) Empresas turísticas
- (c) Emprendedores
- (d) Intermediarios turísticos
- (e) Residentes
- (f) Universidades, organismos de investigación y asesoramiento

- (g) Proveedores de productos y servicios turísticos
- (h) Interlocutores sociales
- (i) Turistas
- (j) Otros actores

Entonces, el turismo debe tener una buena organización y distribución de los recursos y los beneficios sociales que permita la inclusión y participación de la esfera social, privada y pública, logrando mediar las necesidades e intereses de todos. Interpretando lo anterior, las actividades turísticas tienen una importante relación con la integración de políticas gubernamentales y/o públicas dentro del territorio que le compete. En relación con esto, el turismo se estudia para este contexto desde una visión de las ciencias administrativas que se describe a continuación.

### **El turismo y la perspectiva público-administrativa desde la teoría**

Cada disciplina enfoca el interés de la actividad turística en relación con su campo de estudio, y es así como las prácticas gubernamentales han transformado y apropiado la actividad al campo gubernamental y a partir de esto se crean nuevos mecanismos de actuación a través de políticas y formas de administrar el ejercicio turístico.

La administración, de acuerdo con Fernández (2009), es servir u ofrecer algo a otro o administrar a través de una serie de etapas que dirigen al logro de objetivos y metas. Esta administración puede ser pública (ejercicio de función administrativa en la prestación de servicios públicos) o privada. La actividad administrativa se observa en diferentes formas que son: *Centralización* (un titular al mando del poder, coacción y designación), *Desconcentración* (transferencia de facultades de un órgano superior a otro inferior) y *Descentralización* (transferir de un punto central de toma de decisiones a un conjunto de atribuciones).

Estas prácticas en la administración se realizan a través de la delegación de poder o concentración de éste en órganos del sector público y a voluntad de las organizaciones del Estado hacer cumplir esas facultades que les son

impuestas. De tal modo que la administración es conformada por estructuras e instituciones que realizan procesos sistematizados que le permiten cubrir las demandas y actividades para el desarrollo social, territorial, económico y ambiental, entre otros.

Entendiendo así que a partir de la acción gubernamental se ha propiciado el desarrollo de las actividades, y específicamente el de las turísticas en los territorios, incentivando a partir de políticas, programas y proyectos dichas actividades. Para este caso, se realiza una revisión del turismo en México y las prácticas de la administración pública.

México es uno de los países con un pasado cultural pleno y rebotante de historia desde civilizaciones antiguas, cuenta con gran variedad de riquezas naturales que permiten visualizar paisajes colmados de tradición y riqueza cultural, su gastronomía es amplia y variada, y cuenta además con abundantes etnias que conforman la sociedad. Esto ha dado pauta a la vinculación cultural con la apertura de actividades turísticas en el desarrollo económico impactando en la sociedad y el territorio, pero principalmente en las reformas gubernamentales en la creación de organismos y organizaciones vinculadas con este tipo de actividades (Linares y Todd, 2005).

Desde 1946, con el presidente Miguel Alemán, México comenzó a contemplarse como país con gran oportunidad para financiar esta “industria sin chimenea” a partir de la Comisión Nacional de Turismo. Para la década de 1960 Gustavo Díaz Ordaz manifestó que “[...] el turismo no debería ser visto por la parte económica, sino para que el hombre aprenda y conozca sobre el otro”, promovió obras carreteras y aeropuertos en beneficio del turismo como trascendencia de la diversidad cultural y la creación de políticas turísticas. En la década de 1970 se fundó el Fondo de Promoción e Infraestructura Turística (Infratur), además, el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (Fonatur), asimismo, se incorpora la Ley Federal de Fomento al Turismo y otra acción importante fue la creación de la Secretaría de Turismo (Sectur) (Linares y Todd, 2005).

Durante los años 1976 y 1982 se facultó a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) para asignar estímulos fiscales en las inversiones turísticas. Además, se publicó el Plan Nacional de Turismo como estrategia para el impulso a las actividades turísticas y el Sistema Nacional de Planeación Turística (Sinplatur). Y en las décadas de 1980 y 1990 el auge del turis-

mo continuó con la captación de la industria privada y la creación de infraestructura en nuevos centros turísticos y la promoción de los recursos naturales (Linares y Todd, 2005). Para inicios del año 2000 el Fonatur y la OMT diseñaron esquemas de reactivación e inversión turística para dar mayor empleabilidad a la ciudadanía que se encuentra en ciudades con potencial turístico. Y para 2004 la Sectur y la Secretaría de Medio Ambiente, Agricultura y Desarrollo Social (Semarnat) en unión con la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas aprobaron la firma del “Convenio General de Colaboración Interinstitucional para el Desarrollo del Ecoturismo y el Turismo Rural” con la finalidad de impulsar los recursos naturales, su conservación y aprovechamiento racional para el desarrollo de ciertas comunidades (indígenas y rurales) y la actividad turística (Linares y Todd, 2005).

Como se ha mencionado, la diversidad cultural y tradicional de cada lugar hace apropiaciones específicas culturales y tradicionales en cada territorio, de esta manera, a la par que se fomenta el turismo también se desarrollan estilos clave en cada territorio para resaltar las características de las actividades turísticas y así aprovechar los recursos naturales y materiales de cada lugar.

Ante este escenario, las reformas y la creación de nuevos organismos facilitan las implementaciones de políticas, programas y/o proyectos encaminados a una actividad específica en un territorio determinado, destacando las características propias que permiten su distinción. Así, el desarrollo del turismo en México es influenciado primeramente por la administración pública a través de la descentralización de actividades y atribuciones a cada territorio considerando un marco normativo que garantiza el aprovechamiento, promoción y desarrollo de las actividades turísticas.

Por otro lado, la creación de nuevos organismos públicos que regulen y se encarguen de fortalecer la parte turística y que se enfoquen en áreas de especialidades turísticas, como lo fue el caso, en su momento, de la creación de fondos, organismos y dependencias encaminadas al impulso y promoción del turismo. Además, leyes y normas que permiten garantizar la creación de planes y programas para la planeación de actividades y recursos para los bienes y servicios públicos en relación con la promoción e impulso del turismo. En ese marco de acción, la administración pública está facultada para desarrollar actividades que benefician a la sociedad en el territorio que ha-



bitan, por eso, las reformas y la creación de organismos junto con la firma de convenios permite el flujo de actividades concretas, en este caso turísticas, que son actividades que le competen a la administración. Sin embargo, estas facultades necesitan descentralizarse y potenciar casos concretos.

De este modo, las dependencias concentraron la responsabilidad de actividades en organismos descentralizados para la activación de autonomía local y favorecer las competencias en materia de administración municipal que se contempla en el artículo 115 constitucional, donde faculta en el inciso I. a cada municipio de ser gobernado por ayuntamientos de conformidad de manera exclusiva (CPEUM, 2021). Así, las administraciones públicas municipales ejecutan programas turísticos en coordinación con el poder Federal y Estatal, pero resaltando los atractivos turísticos y aprovechando de manera sustentable<sup>2</sup> los recursos naturales y materiales del territorio municipal.

### **La administración pública municipal y el turismo**

La delegación de actividades administrativas con capacidad local ha permitido un desarrollo de las particularidades dentro del territorio y el turismo no es la excepción. Explotar de manera adecuada los recursos naturales y materiales permite potenciar un desarrollo favorable y único para captar la atención y sentido de pertenencia de los visitantes.

El orden municipal, el rol del actor socio-institucional gira en torno a cuestiones vinculadas con la planificación, promoción, desarrollo físico de la actividad, provisión de infraestructura básica, relevamiento y puesta en valor de recursos tanto naturales como culturales presentes en el territorio local, elaboración de material informativo turístico y el estudio de la demanda, concienciación y capacitación turística (Benseny, 2009: 36).

Se limita la participación local en el empalme de objetivos y metas jerárquicas de los poderes Estatal y Federal. Aun así, en la parte municipal se asume el compromiso de fortalecer la atracción turística y consolidar los recursos culturales, naturales y materiales que aporten y beneficien al turismo.

<sup>2</sup> Lograr satisfacer las necesidades y las aspiraciones del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones (Larrouyet, 2015: 6).

Estos objetivos de la administración municipal en actividades turísticas crean impactos a nivel económico, sociocultural y ambiental. Y por eso “están autorizados para dar seguimiento, monitorear, capacitar, gestionar” (Leiva, 1997: 16). De esa manera, se obtiene información verídica y actualizada para que los planes municipales tengan relevancia en las prácticas y dinámicas implementadas.

Es así como la administración pública municipal a través de etapas, fases y ciertas actividades fomenta el desarrollo turístico, y a partir de estas formas de administrar (centralizada o descentralizada), se crean límites y atribuciones para cada municipio, lo que ha permitido un desarrollo y promoción del turismo. Sin embargo, aún hacen falta visiones que tengan capacidades holísticas.

Algunos problemas locales que se encontraron es que, a pesar de identificar las fortalezas territoriales y explotarlas de manera sustentable y consciente, la administración pública enfrenta retos como el bajo presupuesto en los gobiernos, alineación de perspectivas a medio y largo plazo, así como la rigidez legal y administrativa, la conciencia con otros sectores locales que intervienen en el turismo, la accesibilidad de bienes y servicios, difusión de la oferta turística, falta de mecanismos en turismo y equilibrio entre los actores e intereses (Navarro, 2019: 11-12).

Se hace complicada la formulación y consenso entre los recursos, los reglamentos y la participación de actores dentro de la administración pública y el turismo. Pero el turismo municipal debe ser capaz de establecer grupos de interés con objetivos comunes y organizar la participación de los actores involucrados, de tal modo que la administración debe ser competente para integrar las nuevas visiones gerenciales. Además, se habla sobre la necesidad de contar con municipios turísticos que provean los servicios necesarios en sus centros urbanos y que más de administrar proporcionen equitativamente los servicios y bienes turísticos para el beneficio de los actores que lo integran. Potenciar con responsabilidad la producción turística e implementar las políticas públicas necesarias para el funcionamiento adecuado de la actividad.

Uno de los paradigmas más sobresalientes dentro de la administración pública en estos tiempos ha sido la visión de gobernanza, cuestionando y,

principalmente, definiendo el papel del gobierno en la toma de decisiones y en la coordinación con los sectores privados, sociedad organizada y ciudadanos a través de la democratización en la toma de decisiones.

En términos turísticos, la gestión pública consiste en observar, investigar y proponer mejoras de gestión para las distintas organizaciones que trabajan por el turismo desde diferentes instancias de gobierno. De acuerdo con Velasco los posibles ámbitos de trabajo en la gestión turística se clasifican en: (a) estructuras administrativas, las cuales sugieren un cambio en los procesos, profesionalización de áreas, nuevos modelos, rompimiento de paradigmas; (b) racionalización de la normativa mientras ésta se oriente a la simplificación y coordinación de los procesos administrativos turísticos; (c) recursos humanos con gestión dirigida al desarrollo de políticas de personal (sistemas de motivación y de control de responsabilidades para el personal que labora en organizaciones públicas o mixtas); y (d) transparencia y rendición de cuentas (Hernández, 2020: 80).

De este modo, la importancia del estudio en la nueva visión administrativa es dar paso a modelos de intercambio en la toma de decisiones, favorecer las necesidades e intereses de los integrantes en el sector turístico y de esta manera fortalecer la legitimidad y acción entre los organismos turísticos, la sociedad y el sector privado para un impacto positivo en los territorios.

La administración pública ha tenido durante varios años el absoluto control en la toma de decisiones, las reformas y políticas públicas en el tema de las diferentes actividades turísticas en el país, influenciando así el desarrollo de esta actividad. Del mismo modo, la creación de organismos y la realización de actividades vinculadas al sector han dado pauta al surgimiento de reglas formales y dependencia en la administración municipal.

Es así como la descentralización en la administración pública es parte fundamental para la delegación de responsabilidades a cada uno de los territorios que con intereses y recursos diferentes pueden tomar acción bajo su propio contexto. Además, la administración pública ha retomado nuevas visiones del sector privado de tipo gerencialista, lo que ha renovado la forma de gobernar. Ante esta situación era necesario retomar estas nuevas

perspectivas para que la administración, más allá de recuperar la credibilidad en sus procesos sea partícipe de un gobierno eficaz y eficiente como lo integra la gobernanza y que sea capaz de crear vínculos estrechos con la sociedad y con el sector privado para mediar los intereses de los actores involucrados en el turismo.

No sólo hace falta tomar el rol de jerarquía y plantear objetivos y metas desde el “escritorio”, se trata de involucrar democráticamente la influencia de los sectores en la toma de decisiones para satisfacer y mediar las demandas de los actores. En este sentido, la nueva visión político-administrativa se centra en la gobernanza como herramienta que integra un enfoque sustancial en la relación de participación de actores sociales, privados y públicos para una mejora en la toma de decisiones, teniendo una participación estrecha entre éstos y creando un sistema de redes en cierto territorio.

Así, generar una red de actores permite una mejor toma de decisiones para el crecimiento, desarrollo e impulso de la actividad turística, pero también el beneficio social y particular de los involucrados en el turismo, ya que cada uno de los actores toma un papel relevante en la decisión final, por eso es necesario mediar los beneficios individuales para beneficiar a todos en la red. De tal manera que contemplar una visión de gobernanza turística dentro del contexto de lo local impactará de manera precisa en el quehacer y aun en la integración en la participación de proyectos turísticos en los municipios.

Por esa razón, la participación activa de la red turística permitirá el mejor desempeño en la gestión y toma de decisiones para llevar a cabo proyectos y estrategias que mejoren y conserven el fomento turístico tradicional y convencional de los contextos locales, explotando los recursos necesarios de manera sustentable y adecuada para que no sean actividades aisladas que detengan el crecimiento turístico. Ya que esta visión fortalece los vínculos en los sectores público, privado y social, y permite dar seguimiento a las carencias y aciertos en el ámbito turístico.

Asimismo, abordar la visión municipal permite conocer los territorios locales y tener un antecedente para poder aplicar y modificar de acuerdo con cada contexto los nuevos enfoques de participación e integración que permite la gobernanza, las nuevas redes fomentan la toma de decisiones mediáticas y fortalecen las relaciones y acciones para el desarrollo.

Por último, plantear nuevas visiones con herramientas aplicadas a las gestiones públicas, y principalmente locales, favorece la buena relación gobierno-sociedad, fortaleciendo la confianza en la toma de decisiones dentro de las administraciones, así como en proyectos y programas implementados. Entonces, estudios de la relación administración municipal y turismo son necesarios para implementar y desarrollar en un contexto específico herramientas que permitan el uso adecuado de los recursos.

## Conclusiones

El análisis de la gobernanza y su relación con la actividad turística cobran gran relevancia en la nueva visión gubernamental para la toma de decisiones soportada en la participación ciudadana entrelazada en redes. El cambio de reformas y de paradigmas en la administración pública se dio a partir del descontento y la pérdida de confianza de los ciudadanos ante la respuesta nula o ineficiente de las autoridades, motivo por el cual el gobierno busca nuevas visiones para recuperar la credibilidad y evitar los descontentos de la población.

La reforma de un gobierno paternalista a uno regulador crea esta visión de corte gerencialista en la administración pública impulsando el gobierno eficiente, valioso, descentralizado y democrático. Ante estas transformaciones la división en el sector público, sector privado y social en la toma de decisiones jugó un papel fundamental en la creación de políticas públicas y gubernamentales. Ante este contexto, surge la gobernanza, que permite el reconocimiento y fortalecimiento de la integración de actores en la toma de decisiones, creando redes de actuación en la formulación de acciones y políticas encaminadas al bien común con igualdad y confianza en la resolución de problemas e intereses. Por tal motivo, se ha procurado su uso en la administración pública como herramienta que permite el logro de metas a través de un conjunto de actores y cooperación entre el sector público, el sector privado y la sociedad (organizaciones sin fines de lucro e individuos) para una mejor gestión y planificación en los procesos.

Así, autores como Bustos (2008), Whittingham (2011) y Launay (2005) estudian la gobernanza como una manera de gobernar democráticamente,

a través de interacciones entre distintos grupos de actores, los cuales pueden conformar una red de concertación para mediar entre los objetivos y la toma de decisiones turísticas, logrando así equilibrar de manera duradera la red de actores en beneficio de todos, aun cuando las administraciones gubernamentales cambien de partido o líder.

En este sentido, la administración pública ante la visión de la gobernanza permite a través de la descentralización retomar acciones de manera particular en cada territorio para fortalecer la democracia y la autonomía permitiendo a los diferentes niveles de gobierno tomar bajo sus propios criterios las acciones que permitan explotar de manera sustentable los recursos con los que cuenta cada uno. En una de estas particularidades se encuentra la actividad turística, que es definida como ese viaje que realizan las personas para conectar con la naturaleza y culturas a través de nuevas actividades en un lugar distinto a su residencia. Por eso, el contexto debe de tomar particular sentido de pertenencia con los viajeros, y en esta promoción turística se necesita crear —a partir de normas, leyes y reglamentos en las actividades— servicios que permitan el desarrollo de la actividad.

Además, la legalidad de las actividades debe dar pauta a la democracia y solidaridad dentro del territorio donde ésta se practica. De ese modo, a través de la gobernanza y de la actividad turística, la administración pública forma parte importante en la toma de decisiones para llevar a cabo de manera mediática una apertura al diálogo y al consenso entre los actores que intervienen en la actividad.

Pero, sobre todo, impulsando el desarrollo de la actividad turística en un ambiente particular y en un contexto holístico y democrático con una participación ciudadana activa y que fomenta la mediación ante la gobernanza utilizada como herramienta de la administración pública municipal que nace de una visión gerencialista en la NGP.

## Bibliografía

- Aguilar, L. F. (2008). *Gobernanza y gestión pública*. México: Fondo de Cultura Económica.  
Arellano, D. (1998). *Gestión y política pública*. México: CIDE.

- Becerra, A. (2000). Reforma del Estado y globalización. *El cotidiano*, 16(100), 149-159. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32510016>
- Benseny, G. (2009). El turismo como estrategia de desarrollo en territorio litoral. Cuestiones socio-institucionales. *Aportes y Transferencias*, 13(1), 27-66. <https://www.redalyc.org/pdf/276/27621944003.pdf>
- Benseny, G. (2007). El turismo en México, apreciaciones sobre el turismo en espacio litoral. *Aportes y Transferencias*, 11(2), 13-34. <https://www.redalyc.org/pdf/276/27611202.pdf>
- Bustos, R. (2008). Teoría de la acción territorial, acción turística y desarrollo. *Aportes y Transferencias*, 12(1), 87-104. <https://www.redalyc.org/pdf/276/27615334005.pdf>
- CPEUM (2021). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>
- De la Garza, J. (2010). *Globalización y gobernanza: transformaciones del Estado y sus implicaciones para el derecho público (contribución para una interpretación del caso de la guardería ABC)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2818/5.pdf>
- Fernández, J. (2009). *La administración pública del turismo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de investigaciones jurídicas. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2722/17.pdf>
- Hernández, G., Bojórquez, A., y Pedraza, C. (2020). Gestión Pública del turismo: Un Enfoque de gobernanza local en la Huasteca Potosina (México). *Turismo y políticas públicas*, 27. <https://www.redalyc.org/journal/5762/576265775004/html/>
- Ibáñez, R., y Rodríguez, I. (2012). Tipologías y antecedentes de la actividad turística: turismo tradicional y turismo alternativo. En *Medio ambiente y política turística en México* (pp. 17-33). <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Tipologias-y-antecedentes-de-la-actividad-turistica.pdf>
- Larrouyet, M. (2015). *Desarrollo sustentable: origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta*. Universidad Nacional de Quilmes. [https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/154/TFI\\_2015\\_larrouyet\\_003.pdf?sequence=1](https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/154/TFI_2015_larrouyet_003.pdf?sequence=1)
- Launay, C. (2005). La gobernanza: Estado, ciudadanía y renovación de lo político. Origen, definición e implicaciones del concepto en Colombia. *Controversia*, (185). <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/cinep/20100925104922/lagobernanza-Controversia185.pdf>
- Leiva, V. (1997). *Turismo y gestión municipal*. Santiago de Chile: Asociación Chilena de Municipalidades. [https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/04/176-turismo\\_y\\_gestion\\_municipal.pdf](https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/04/176-turismo_y_gestion_municipal.pdf)
- Linares, C., y Tood, W. (2005). *Convenio de cooperación turística entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de la República Popular de China a Partir de la Comisión Binacional México China 2004*. Tesis de Licenciatura en Relaciones Internacionales. Universidad de las Américas, Puebla, México. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lri/linares\\_c\\_c/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/linares_c_c/)
- Maya, J., Alanís, H. C., Ferrusca, F. R., y Sánchez, P. J. (2019). Análisis del concepto de gobernanza territorial desde el enfoque del desarrollo urbano. *Estado, Gobierno y*

- Gestión Pública*, (31), 175-210. <https://revistaeggp.uchile.cl/index.php/REGP/article/view/53699>
- Morillo Moreno, M. C. (2011). Turismo y producto turístico. Evolución, conceptos, componentes y clasificación. *Visión Gerencial*, (1), 135-158. <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545890011.pdf>
- Navarro, C. J. (Coord.) (2019). *La gestión municipal del turismo: oportunidades y retos. Ciclo de talleres "El gobierno Local a debate"*. Sevilla, España: Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces. [https://www.researchgate.net/publication/336349371\\_La\\_gestion\\_municipal\\_del\\_turismo\\_oportunidades\\_y\\_retos\\_Ciclo\\_de\\_talleres\\_El\\_Gobierno\\_Local\\_a\\_debate#pdf](https://www.researchgate.net/publication/336349371_La_gestion_municipal_del_turismo_oportunidades_y_retos_Ciclo_de_talleres_El_Gobierno_Local_a_debate#pdf)
- OMT (1991). *Resoluciones de la conferencia internacional sobre estadísticas de viajes y turismo*. Ottawa/Madrid: OMT.
- Pulido, M. (2014). *Metodología para la implantación de la gobernanza como herramienta de gestión de destinos turísticos*. Tesis de Doctorado en Economía. Universidad de Jaén, España. <http://ruja.ujaen.es/bitstream/10953/642/1/9788484398820.pdf>
- Quintero Castellanos, C. E. (2017). Gobernanza y teoría de las organizaciones. *Perfiles latinoamericanos*, 25(50), 39-57. <https://doi.org/10.18504/pl2550-003-2017>
- Sancho, A. (Dir.) (2008). *Introducción al turismo*. Organización Mundial del Turismo. [https://www.academia.edu/38602363/Introducci%C3%B3n\\_al\\_Turismo\\_OMT\\_Organizaci%C3%B3n\\_Mundial\\_del\\_Turismo](https://www.academia.edu/38602363/Introducci%C3%B3n_al_Turismo_OMT_Organizaci%C3%B3n_Mundial_del_Turismo)
- Silke, A., y Kriesi, H.-P. (2010). El enfoque de redes. En P. Sabatier (Ed.), *Teorías del proceso de políticas* (pp. 139-167). Buenos Aires: Proyecto de Modernización del Estado.
- Whittingham, M. V. (2011). ¿Qué es la gobernanza y para qué sirve? *Revista Análisis Internacional*, (2), 219-236. <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/RAI/article/view/24>



## VI. Espacios urbanos y cambio climático a nivel mundial: Una disertación de la problemática

ALFREDO DAVID ZARAZUA RODRÍGUEZ\*

MARÍA DEL CARMEN SALGADO VEGA\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.06>

### Resumen

La urbanización es un proceso que concentra a la población y las actividades en los espacios urbanos, lo que conlleva a cambios no sólo demográficos, sino también económicos, culturales y ambientales que deben ser abordados. Este capítulo tiene como objetivo diagnosticar la situación del crecimiento de las ciudades y el cambio climático en el mundo mediante una revisión descriptiva de las variables, derivando en una transición hacia políticas públicas de adaptación climática. El propósito es exponer que existe la relación entre el crecimiento de los espacios urbanos y el cambio climático, con la finalidad de mostrar los impactos del cambio climático en los aspectos económicos, sociales, ambientales y urbanos en el ámbito internacional. La importancia del tema de investigación radica en que las ciudades operan como sostén de la dinámica económica mundial, ya que son el lugar de preferencia para el desarrollo de las actividades económicas; por lo tanto, es en ellas donde se perpetua el patrón energético basado en el consumo de combustibles fósiles que emite gases y compuestos de efecto invernadero, influyendo directamente en el cambio del clima por acciones antropogénicas. Las ciudades en relación con el ambiente ejercen presión al cambio

---

\* Maestro en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos. Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1939-6016>; correo electrónico: david-159a@hotmail.com

\*\* Doctora en Estructura Económica, Desigualdad Social y Políticas Públicas. Facultad de Economía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8290-2221>; correo electrónico: casa1961@yahoo.com.mx

de extensión o magnitud de las áreas urbanas, que desplazan y transforman el territorio de acuerdo con el contexto social y económico.

**Palabras clave:** *cambio climático, espacios urbanos, patrón energético, vulnerabilidad.*

Las ciudades son la columna vertebral de la dinámica económica mundial ya que son los espacios de preferencia de las empresas multinacionales en el contexto de las cadenas de valor global que Martínez y Trápaga definieron como

[...] una nueva división internacional del trabajo y especialización territorial para participar en una o más etapas del proceso productivo de estas empresas alrededor del mundo; desde el concepto de productos, la fabricación, ensamblaje o integración de componentes, hasta llegar a la distribución y comercialización. (Martínez y Trápaga, 2017: 166)

Por tanto, las ciudades son plataformas que apoyan el surgimiento de nuevas estrategias de consumo y producción en el marco del capitalismo y la globalización. Grandes centros comerciales y empresas multinacionales son representados por los edificios de cadenas hoteleras, carreteras urbanas y suburbios, implicando una mayor atracción de capital y consumo de tierra.

La tasa de urbanización actual en América Latina se acerca a 80%, ocupando el primer lugar en el mundo después de América del Norte, el doble que la de Asia y más alta que las regiones más desarrolladas. Naciones Unidas (ONU, 2017) señaló que una característica del fenómeno en la región fue la transición de lo rural a lo urbano en la década de 1990, y la tasa de crecimiento urbano se aceleró. En América Latina, la población está altamente concentrada en dos países: México y Brasil, que representan más de la mitad de la población de la región con 18.5 y 33% de población, respectivamente.

El crecimiento urbano se ha expresado de diversas formas, pero no han cambiado las condiciones para la evolución de las áreas de aglomeración a gran escala. Álvarez (2010) afirma que la ciudad se ha desarrollado en

contacto con el área de influencia de las ciudades vecinas, formando una metrópoli, a través de un sistema urbano integrado, varias ciudades mantienen la interacción a través del tránsito de personal y del intercambio de productos, conformando grandes áreas urbanas e importantes áreas de concentración.

Con el continuo desarrollo de la interacción entre las diferentes metrópolis y el espacio industrial, comercial o ciudades satélites circundantes y las ciudades dormitorio, el área metropolitana se unifica, integrando la economía en torno a los corredores urbanos, y como nueva forma de expresión regional, promueve el desarrollo de la economía global. Si bien también han traído enormes desafíos desde la perspectiva de la sociedad, la naturaleza, la política y la gestión institucional, son espacios que brindan enormes oportunidades socioeconómicas.

El desarrollo urbano se ha basado en el modelo energético intensivo de combustibles fósiles, a través de las actividades económicas diarias en el sistema de producción y consumo, en relación con el movimiento a gran escala de personas y mercancías en la economía. Como señaló Pardo (2007: 2) “[...] sólo considerando las últimas dos décadas, el consumo energético mundial ha aumentó en más de 30%, se espera que aumente en 53% desde ahora hasta 2030, de los cuales 83% proviene de combustibles fósiles”.

El consumo de combustibles fósiles en espacios urbanos deriva en el incremento de gases de efecto invernadero, éstos retienen el calor en la atmósfera y elevan la temperatura media mundial. Díaz (2012: 232) “[...] mostró que la concentración actual de dióxido de carbono” ha alcanzado el equivalente a 380 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono, por lo que se estima que la temperatura puede subir en un intervalo de 1 a 5 °C derivado del patrón energético actual.

Bajo este esquema energético, las ciudades se enfrentan a cómo satisfacer las necesidades de su población, el uso de los recursos naturales, el cuidado de las áreas naturales y la generación de gases de efecto invernadero. Muchos países se han comprometido a registrar gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), dióxido de azufre, ozono y otros gases en sus inventarios nacionales.

Las actividades humanas han aumentado la cantidad y la proporción de estos gases en la atmósfera. La mayor parte proviene de la quema de combustibles fósiles. Larios (2008) los muestra en porcentaje en función de su importancia en la composición de la atmósfera: siendo el dióxido de carbono el de mayor proporción con 76%, seguido del metano con 16%, óxidos de nitrógeno representando 6%, y el ozono y los clorofluorocarbonos el restante 2%.

Las actividades humanas han cambiado la composición de esta mezcla gaseosa que forma la atmósfera. Larios (2008) y el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA, 2020) mencionaron que la cantidad de CO<sub>2</sub> ha aumentado de 280 ppmv en la era preindustrial a las actuales 383 ppmv, según lo probado en hielo. En 2005, la concentración global de metano en la atmósfera aumentó de 715 ppbv antes de la industrialización a 1774 ppbv. Al mismo tiempo, el óxido nitroso en la atmósfera aumentó de 270 ppbv antes de la industrialización a 319 ppbv en el mismo año. La concentración de estos gases ayuda a incrementar el efecto invernadero producido por la atmósfera.

## Metodología

El desarrollo de las zonas urbanas ha provocado un aumento de las actividades económicas que requieren el uso de energía, lo que ha dado lugar a una preferencia histórica del patrón energético dominado por los combustibles fósiles. Estos liberarán energía de alta entropía al medio ambiente y a las comunidades humanas, cuando se queman alteran de forma antropogénica la temperatura media.

El aumento de temperatura que provoca el cambio climático es impulsado por las emisiones de gases de efecto invernadero. Como se explica en la Convención de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (UNFCCC, 2021), los gases de efecto invernadero actúan como el techo de cristal de un invernadero, que puede absorber calor y sobrecalentar la tierra. Los gases de efecto invernadero liberados naturalmente a la atmósfera se combinan con las emisiones de las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la gestión insostenible del suelo.

La importancia de esta investigación es demostrar la relación entre crecimiento urbano y el cambio climático a través de términos teóricos y estadísticas que reflejen el contexto a nivel internacional, con el objetivo de discutir este tema desde la perspectiva de la economía ecológica a través de la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo impacta el crecimiento de las ciudades en el cambio climático y su impacto en la población urbana?

Siendo una investigación de tipo explicativa, se adopta una metodología deductiva al demostrar que el crecimiento de las zonas urbanas es uno de los factores que impactan en el cambio climático, para la generación de la metodología se emplearon datos del Banco Mundial, *BP Statistical*, ONU Hábitat y *Global Climate Change* de la NASA.

La investigación se realizó a través de un diagnóstico de la situación actual del crecimiento urbano, a través de la población urbana y las tasas de crecimiento. Para el cambio climático se expone la emisión de dióxido de carbono mundial y la variación de la temperatura media del planeta desde 1960, mediante un análisis crítico bajo la perspectiva de la economía ecológica y la vulnerabilidad urbana.

## Resultados

Como señaló Bottino (2009) la urbanización es un proceso de concentración de población y actividades en la ciudad, que involucra no sólo la estructura demográfica, sino también cambios económicos y culturales como parte de la política nacional. La tabla VI.1 muestra los datos de urbanización mundial desglosados por región.

Se muestra que la proporción de urbanización en las regiones que contienen países desarrollados es más alta que en otras regiones, como Europa, América del Norte y Oceanía. Sin embargo, en términos de porcentajes de la población urbana mundial, la población urbana de Asia representa más de la mitad del mundo, mientras que los países desarrollados representan 24% del total mundial. En este sentido, la zona urbana del continente asiático es la que más ha cambiado, con una tasa de cambio de superficie edificada de 8.1, justificable ya que poseen las ciudades más grandes y pobladas

como Pekín, Tokio, Shanghái, Bangkok, Nueva Delhi, Dhaka, Yakarta, Manila y Seúl.

Tabla VI.1. *Urbanización, población urbana y superficie urbana construida en el mundo, 2014*

<i>Región</i>	<i>Urbanización (%)</i>	<i>Población urbana (% global)</i>	<i>Superficie urbana construida (tasa de cambio 2010-2014)</i>
África	40	10	4.9 <sup>a</sup>
América Latina	79.50	13	2.3
Asia	47.50	53	8.1 <sup>a</sup>
Europa	73.40	14	2.3
Norteamérica	81.50	9.30	–
Oceanía	70.80%	0.70%	–

<sup>a</sup>Para los datos de superficie urbana construida en la región de África se muestran datos de África subsahariana, mientras que para los mismos datos de Asia se muestran datos de Asia Pacífico.

FUENTE: Elaboración propia con base en Delgado, Luca y Vázquez (2015) y Ángel *et al.* (2016).

Desde la segunda mitad del siglo XXI el proceso de urbanización ha ido en aumento, como se muestra en la tabla VI.2, que compara por años la población mundial con la tasa de crecimiento desde 1950, 1975, 2005 y el pronóstico para 2030. Los indicadores de ciudades y población reflejan el aumento continuo del tamaño y el número de asentamientos urbanos. La densidad de población y el crecimiento acelerado de la población en las zonas urbanas determinan las condiciones de vida y la configuración actual de la ciudad.

Se expone cómo la población total del mundo aumentó en más de 256% entre 1950 y 2005, y se espera que aumente en 1 735 millones de habitantes para 2030, de los cuales más de 80% de la población se encuentra en países en desarrollo, incluidos los urbanos y no urbanos. Por otro lado, se resalta que, en comparación con la población no urbana, la población urbana tiene la tasa de crecimiento más alta.

La expansión urbana hizo que muchas grandes ciudades superaran el alcance administrativo de sus ciudades y finalmente absorbieron otros centros urbanos a través del proceso de urbanización. El resultado es el surgimiento de estas áreas a partir de grandes extensiones de territorio, a veces formalizadas en grandes ciudades compuestas por múltiples espacios urbanos y actividades económicas a nivel regional.

Tabla VI. 2. *Indicadores urbanos y demográficos mundiales, 1950-2030*

<i>Indicadores</i>	<i>Población (millones de habitantes)</i>				<i>Tasa de crecimiento (%)</i>	
	<i>1950</i>	<i>1975</i>	<i>2005</i>	<i>2030</i>	<i>1950-2000</i>	<i>2000-2030</i>
<i>Población total</i>						
Mundial	2 520	4 070	6 465	8 199	1.76	0.80
Países más desarrollados	810	1 050	1 211	1 251	0.76	0.07
Países menos desarrollados	1 710	3 030	5 253	6 948	2.10	0.94
<i>Población urbana</i>						
Mundial	750	1 540	3 177	4 987	2.70	1.82
Países más desarrollados	450	730	907	1 022	1.38	0.48
Países menos desarrollados	300	810	2 270	3 964	3.71	2.31
<i>Población no urbana</i>						
Mundial	1 770	2 530	3 287	3 212	1.21	0.09
Países más desarrollados	370	310	304	229	-0.43	-1.13
Países menos desarrollados	1 410	2 220	2 983	2 984	1.38	0.11
<i>Indicadores</i>	<i>Población urbana (%)</i>				<i>Tasa de urbanización (%)</i>	
	<i>1950</i>	<i>1975</i>	<i>2005</i>	<i>2030</i>	<i>1950-2000</i>	<i>2000-2030</i>
Mundial	29.70	37.90	49.20	60.80	0.96	0.85
Países más desarrollados	54.90	70.00	74.90	81.70	0.65	0.35
Países menos desarrollados	17.80	26.80	43.20	57.10	1.61	1.12

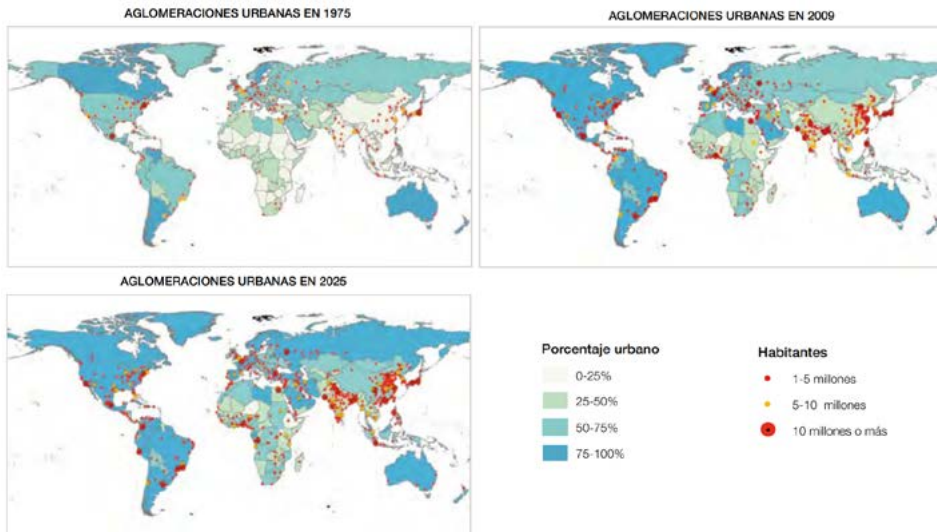
FUENTE: Gobierno del Estado de México (2008: 65).

Para el año 2005 existían 19 megalópolis en el mundo, en conjunto contenían una población total de 275 millones de personas, representando 8.8% de la población urbana total. Del total de las megaciudades, cuatro se encuentran en países desarrollados como Nueva York, con 16.6 millones, y Los Ángeles, con 13.1 millones, en los Estados Unidos; Tokio, con 26.4 millones, y Osaka, con 11 millones, en Japón. Por otra parte, las 15 ciudades restantes se encuentran en países en desarrollo como Ciudad de México, con 18.1 millones, seguido de Mumbai, Sao Paulo, Shanghái, Lagos, Calcuta, Buenos Aires, Dhaka, Karachi, Delhi, Yakarta, Manila, Beijing, Rio de Janeiro y El Cairo (Antequera, 2005).

La figura VI.1 utiliza puntos rojos y amarillos para marcar las principales ciudades del mundo según el número de residentes. Las áreas que se

muestran en los tres mapas coinciden con el aumento de áreas metropolitanas como Tokio, Shanghái, Nueva Delhi, Nueva York, incluidos Sao Paulo, Ciudad de México y Los Ángeles. Por otro lado, según el porcentaje de población urbana, los países están representados en tonos azules, y los países que contienen estas ciudades son países más oscuros, como China, Japón, India, los Estados Unidos, Brasil y México. Por lo tanto, para el 2025 se espera que continúe el proceso de urbanización en el mundo, y las ciudades de 1 a 5 millones de habitantes se expandirán en todos los países-regiones, como se muestra en la figura VI.1.

Figura VI.1. *Aglomeraciones urbanas en el mundo, 1975-2009.*  
*Porcentaje urbano y número de habitantes*



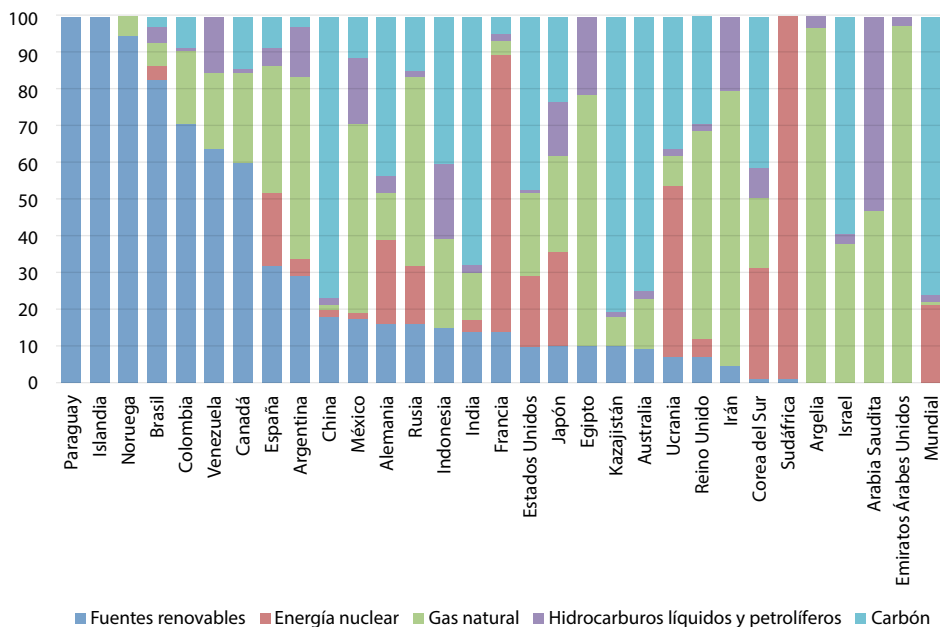
FUENTE: Asociación Mundial de las Grandes Metrópolis (2011).

Pardo (2007) señaló que a través de las actividades económicas diarias en el sistema de producción y consumo, el movimiento masivo de personas y mercancías, el desarrollo urbano siempre se ha basado en un modelo energético intensivo de combustibles fósiles el consumo mundial de energía que en las últimas dos décadas ha aumentado en más de 30% y se espera que se incremente en 53% para el 2030, del cual 83% provendrá de combustibles fósiles.



Por lo que el petróleo, el gas natural y el carbón son las principales fuentes de energía que conforman el modelo energético que aporta energía a las ciudades, provocando el efecto invernadero y generando un calentamiento global de la atmósfera. En resumen, la gráfica VI.1 muestra el porcentaje del uso mundial de energía.

Gráfica VI.1. Participación porcentual de uso de energías para la generación de electricidad, 2010



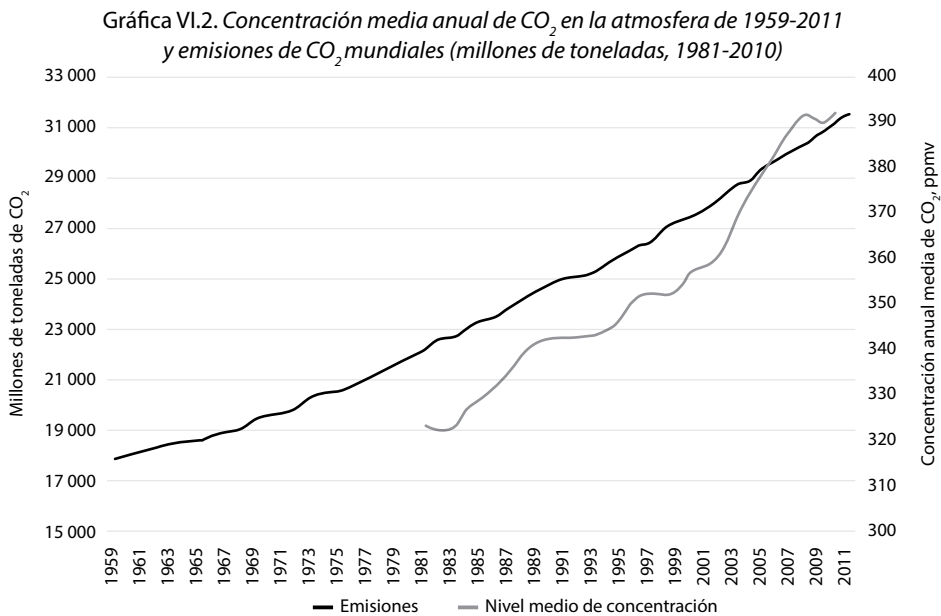
FUENTE: British Petroleum Global (2020).

Según la gráfica VI.1 casi la mitad del uso de energía mundial proviene de combustibles fósiles, destacando la situación de los países del Medio Oriente que dependen del petróleo, como los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Argelia, Irán y Egipto. Por otro lado, los países que dependen del carbón, como China, India, Kazajistán y Sudáfrica, son notorios. Sin embargo, pocos países en el mundo basan su consumo energético en el modelo de energía renovable de sus ciudades, como Paraguay, Islandia, Noruega y Brasil.

La Universidad de Sonora (2011) mencionó en su investigación sobre el potencial de las energías renovables que las ciudades requieren 80% de la

energía mundial y generan más de 70% de las emisiones, lo que representa sólo 2% del área. Debido a la mayor demanda de edificios, edificios residenciales, centros comerciales, plantas industriales, infraestructura y servicios urbanos, la tasa de consumo per cápita en las áreas urbanas es la más alta.

La economía humana ha cambiado la composición de esta mezcla de gases que conforma la atmósfera. Larios (2008) y el CEDRSSA (2020) mencionaron que la cantidad de dióxido de carbono ha aumentado de 280 ppmv en la era preindustrial a las actuales 383 ppmv, incrementar la concentración de este gas ayuda a potenciar el efecto invernadero producido por la atmósfera.

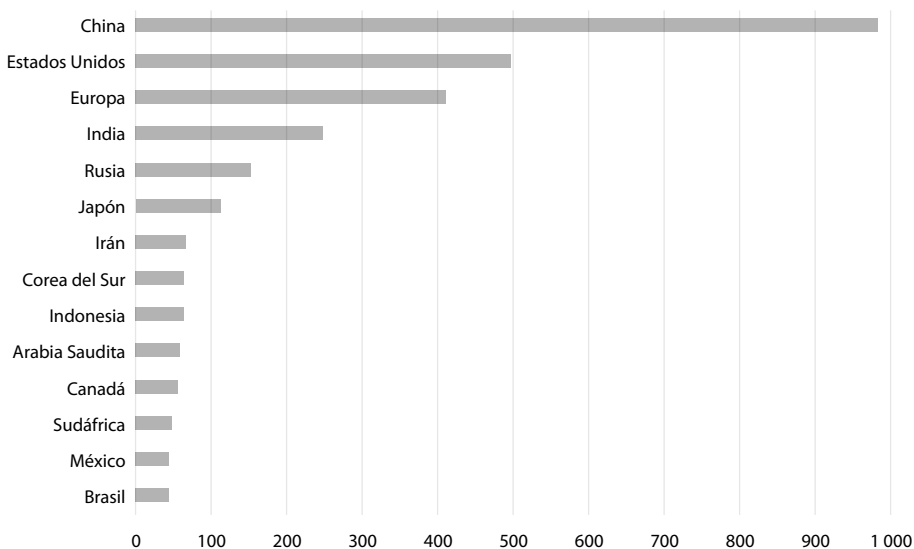


FUENTE: Elaboración propia con datos de Larios (2008) y de British Petroleum Global (2020).

La gráfica VI.2 muestra, por un lado, que las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (mostradas con la línea violeta) indican una tendencia ascendente desde la década de 1980, derivada del patrón energético urbano actual, por otro lado, el nivel de concentración (rojo), que también muestra continua la tendencia al alza es compatible, derivado dada la emisión continua de más dióxido de carbono, el nivel de concentración de este gas de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera también aumentará, ya que este GEI es un gas de larga duración y permanece más tiempo en la atmósfera.

Larios (2008) expuso que el CO<sub>2</sub> emitido y sus efectos permanecerán en la atmósfera durante 200 años, por lo que, aunque ahora todas las emisiones fueran detenidas, la temperatura media global tendería a subir al menos 1 °C. De igual forma, el autor mencionó que para mantener 50% de probabilidad de no superar los 2 °C se deben reducir las emisiones en 80% para el año 2050 y si la población continúa creciendo, con 9 000 millones de personas la reducción por habitante debería ser de 87% en promedio. Sin embargo, varía de nación en nación, ya que la contribución de CO<sub>2</sub> como se muestra en la gráfica VI.3 es diferente para cada uno.

Gráfica VI.3. Emisión de dióxido de carbono en los principales países contaminantes (millones de toneladas, 2019)

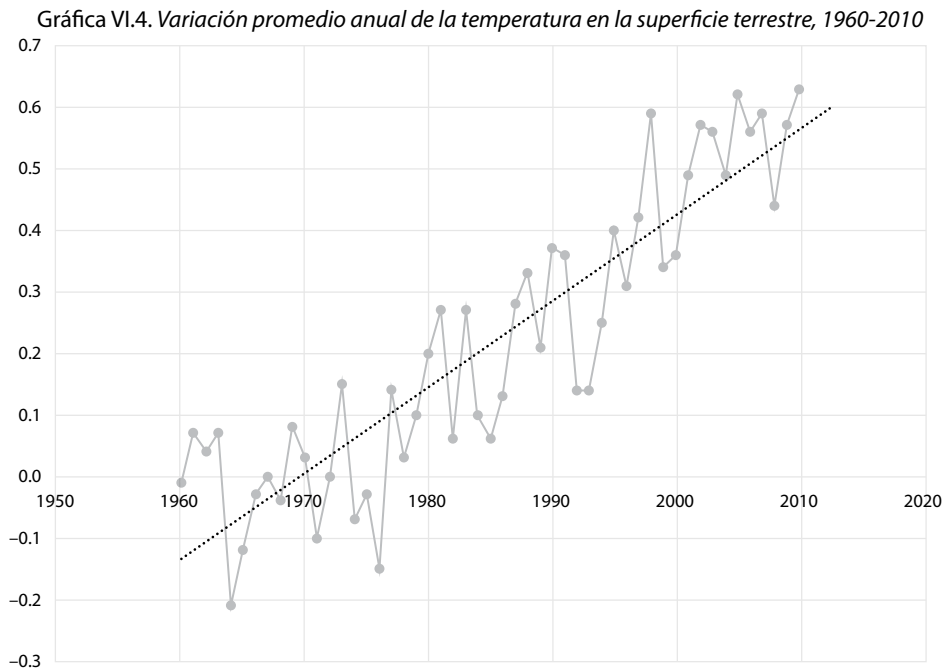


FUENTE: Elaboración propia con datos de British Petroleum Global (2020).

Como se presenta en la gráfica y sus efectos, los principales emisores son países desarrollados como los Estados Unidos, Europa (considerando Alemania, Reino Unido, Italia, Polonia, Turquía, Francia, España, Países Bajos, entre otros), Rusia, Japón, Corea del Sur y Canadá, que derivan del desarrollo de sus actividades económicas en escala mundial. Mientras tanto, también los países emergentes toman las primeras posiciones debido a la constante demanda de energía que requieren, como es el caso de China,

India, Sudáfrica, México y Brasil. El caso de China es el más significativo derivado a que emite casi el doble de lo que emiten los Estados Unidos con un total de 9825.8 y 4964.7 millones de toneladas, respectivamente.

La temperatura está directamente relacionada con la concentración de GEI. Esta concentración suele expresarse en términos del gas más importante y representativo en porcentaje: el dióxido de carbono. Larios (2008) señaló que esta relación no es una relación matemática, porque no se puede decir que una concentración específica de CO<sub>2</sub> asuma una temperatura promedio específica, sino una probabilidad en expresión de esta relación.



NOTA: La serie de tiempo presenta el registro combinado de la temperatura global superficial terrestre y marina.

El valor de cero representa la temperatura media de 30 años (1951-1980), por lo que los datos se refieren a la variación anual respecto a esa media.

FUENTE: Elaboración propia con datos de Global Climate Change (NASA, 2012).

Como se muestra en la gráfica VI.4, la evidencia estadística muestra que la temperatura promedio de la superficie del planeta ha aumentado. Se puede ver que sólo en los últimos 50 años la temperatura promedio ha aumen-

tado en más de medio grado Celsius. Se puede pensar que es muy pequeño el cambio, y está relacionado con otros procesos, pero este aumento tiene diversos efectos sobre el medio ambiente, la economía y la sociedad de las zonas urbanas.

El cambio climático provoca cambios en los patrones de precipitación, del viento y de los patrones de circulación atmosférica y oceánica, un aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos como El Niño y una disminución de la extensión del hielo polar. En comparación con el promedio anual, el área del Ártico alcanzó el segundo nivel más bajo de la historia, con 4.61 millones de km<sup>2</sup> (Semant, 2012).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) aseguró que en las latitudes extremas del norte se reduce el área de permafrost cerca de la superficie, lo que se correlaciona positivamente con el aumento de la temperatura promedio global de la superficie terrestre, reduciendo la postura promedio de varios modelos en 37 a 81%.

Por su parte, Albo y Ordaz (2011) afirmaron que incluso en un escenario conservador que simplemente mantiene las concentraciones de gases de efecto invernadero, la temperatura aumentará en un promedio de 0.6 °C y el nivel del mar puede subir de 0.18 m a 0.6 m adicionales. Por otro lado, la mayoría de los ecosistemas estarán bajo presión y un proceso de cambio que cambiará la composición de la biósfera.

La Semant (2012) expuso algunos de los impactos esperados del cambio climático en América Latina, tales como: amenazas a los arrecifes de coral y manglares de México; 43 a 69% de las especies de árboles amazónicos desaparecieron y gradualmente se convirtieron en sabanas; reducción de las tierras aptas para el cultivo de café; los recursos hídricos son cada vez más secos y escasos. Por un lado, distingue la mayor vulnerabilidad de los fenómenos meteorológicos provocados por el cambio climático.

La contribución de las ciudades al cambio climático proviene de una variedad de factores, que incluyen la geografía y la demografía; la estructura económica, el diseño y la densidad de población de la ciudad; su organización de transporte; y el modelo energético de cada país y el consumo de sus ciudadanos. Y es en las zonas urbanas donde se concentra la mayor parte de la población, por lo que destaca la importancia de analizar las principales emisiones de gases de efecto invernadero en las zonas urbanas.

La contribución de cada sector a las emisiones globales de dióxido de carbono están representadas principalmente por el transporte, con 38%, lo cual es comprensible, porque según los datos de Martin y Warner (2012), actualmente hay más de 800 millones de automóviles en el mundo. En la contribución al dióxido de carbono el transporte es seguido de cerca por la generación de energía, que representa 21%, y la industria, con 17%.

La ONU Hábitat (2022) afirma que el cambio climático está ligado directamente al calentamiento global, y que es probable que aumente la temperatura promedio mundial en 1.5 °C entre el 2030 y el 2052 y 3 °C para el 2100, basado en los compromisos de los gobiernos actuales, ya que estas áreas contribuyen entre 71 a 76% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, principal GEI.

La densidad urbana y la organización espacial inciden de manera decisiva en el consumo de energía, especialmente en los sistemas de transporte y los edificios, y el uso de las ciudades a su vez determina la cantidad de GEI que emiten. Margulis (2016) indica que aumentar la densidad puede reducir significativamente el consumo de energía en las zonas urbanas, porque sólo el impacto de la urbanización no aumentará las emisiones, sino la expansión de las ciudades. Sin embargo, actualmente en la región latinoamericana se presenta una mayor vulnerabilidad al cambio climático en las principales aglomeraciones urbanas.

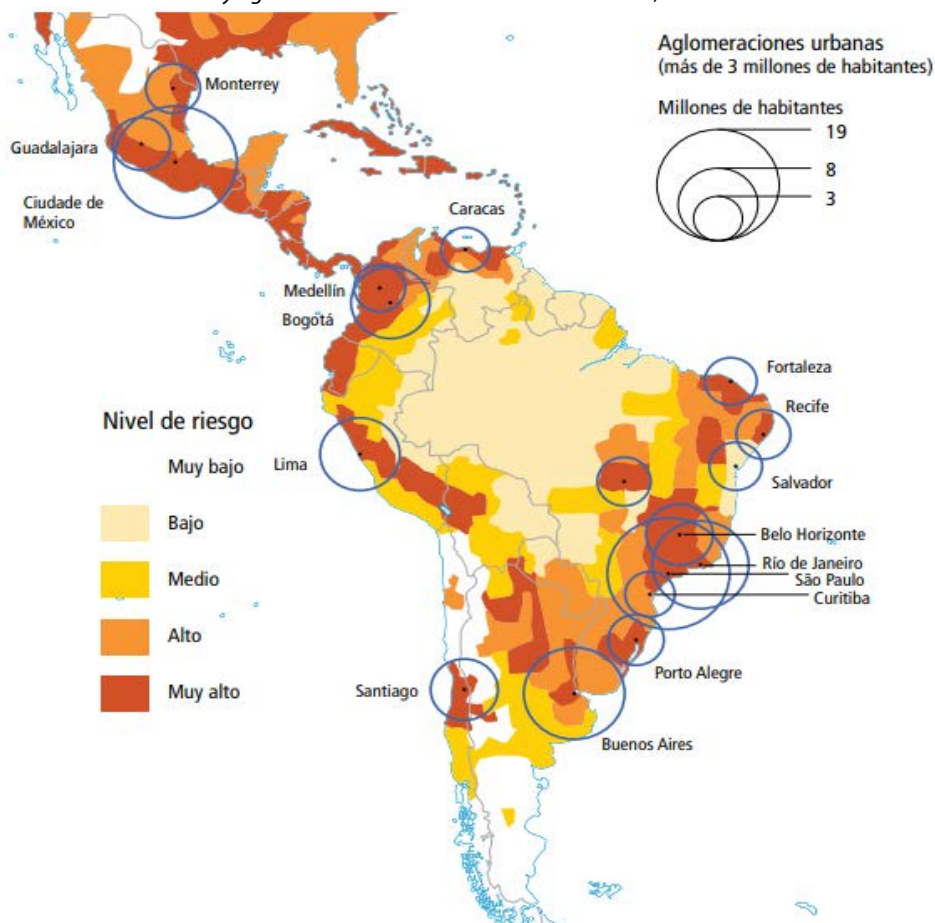
La figura VI.2 muestra que las áreas más vulnerables al cambio climático, marcadas en rojo y naranja, coinciden con la ubicación de las principales aglomeraciones urbanas en los países de América Latina. Según ONU Hábitat (2012), en América Latina más de 80% de los registros de pérdidas relacionadas con desastres ocurren en áreas urbanas, aunque los países varían, entre 40 y 70% de los registros ocurren en estas áreas. Por tanto, las estadísticas muestran que existe un mayor riesgo en el espacio urbano, es decir, el riesgo de que las ciudades sean vulnerables al cambio climático.

Derivado del proceso de urbanización en América Latina y el Caribe, se ha incrementado significativamente el número y tamaño de las ciudades. De acuerdo con ONU Hábitat:

En 1950, había 320 ciudades con al menos 20 000 habitantes; medio siglo después, la cifra se acercaba a las 2 000 ciudades. La distribución de la población urbana según el tamaño de la ciudad en la región es muy similar a la

mundial, aunque con una importante diferencia: las megaciudades de América Latina y el Caribe concentran 14% de la población total (65 millones de personas), situándola como la región del mundo con mayor porción de habitantes en ese rango de ciudad. (ONU Hábitat, 2012:26)

Figura VI. 2. Vulnerabilidad de grandes ciudades a amenazas del clima y aglomeraciones urbanas en América Latina, 2010



NOTA: El nivel de riesgo representa una escala acumulativa basada en el riesgo de ciclones, inundaciones, seísmos y sequías. Una aglomeración urbana contiene la población del territorio contiguo habitado a niveles urbanos de densidad residencial sin tener en cuenta los confines administrativos.

FUENTE: ONU Hábitat (2012: 125).

Por otro lado, Margulis (2016) señaló que los principales impactos climáticos percibidos por las ciudades son: pérdida de ingresos económicos,

de turismo y empleo; pérdida de seguridad en el hogar; migración humana; cambios en la demanda eléctrica y deterioro del transporte; cambios en las necesidades de manejo de los desechos; exposición a elementos en poblaciones vulnerables; niveles más altos de enfermedades en poblaciones vulnerables; mayor escorrentía de agua de lluvia; aumento de marejadas y sequías; pérdida de sistemas naturales y daño en áreas protegidas; erosión costera y efectos de islas de calor. Cuando las personas carecen de infraestructura y servicios básicos o residen en hogares y áreas frágiles y de mala calidad, la vulnerabilidad urbana aumentará; para la región de América Latina y el Caribe casi 30% de la población vive en estas áreas.

América Latina y el Caribe es un área vulnerable al cambio climático, como expuso Margulis (2016), para el 2050 entre 79 y 178 millones de personas en la región enfrentarán estrés hídrico y se estima que cada aumento de 1 °C en la temperatura superará el billón de dólares.

Además de desarrollar un marco regulatorio multilateral para prevenir el cambio climático posKioto, Díaz (2012) señaló que una de las metas prioritarias es estabilizar la concentración de dióxido de carbono atmosférico en 450 ppm, y el costo se estima en 1.6% del producto interno bruto (PIB) medio mundial para 2030. Además, Albo y Ordaz (2011) mencionaron que si no se implementan medidas para disminuir las emisiones actuales y cambiar las tendencias analizadas, los costos acumulados para 2025 pueden ser equivalentes a la pérdida del PIB mundial a mediados de este siglo que va de 5 a 20%, que representan estimaciones de los riesgos en los que se puede incurrir por la inacción de este fenómeno.

Si bien existen incertidumbres sobre el impacto del cambio climático a nivel internacional, las predicciones de escenarios más conservadores tendrán graves consecuencias para aspectos importantes como la salud humana, los ecosistemas y la disponibilidad de agua. En lo que respecta al nivel de salud de una ciudad, la calidad del aire es el motor que hace que las enfermedades respiratorias se presenten con mayor frecuencia. Según la ONU Hábitat (2012) hay demasiadas partículas finas en la atmósfera de muchas ciudades, como polen, cenizas, polvo mineral, cemento y metales. Estas partículas llamadas PM10 y PM2.5 tienen un tamaño de 10 o 2.5 micrones y tienen efectos nocivos para la salud.



En regiones desarrolladas como Europa, América del Norte y Oceanía, así como en regiones en desarrollo, la mayoría de la población mundial no cumple con las pautas de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Australia y Nueva Zelanda tienen las tasas más altas de cumplimiento de las recomendaciones de PM<sub>2.5</sub> de la OMS. Por otro lado, la concentración de partículas PM<sub>10</sub> en las principales ciudades latinas no cumple con los lineamientos de la OMS, a excepción de Belo Horizonte, en Brasil, pero el resto de las ciudades están por encima de las de la OMS, lo que significa que tienen altas concentraciones de PM<sub>10</sub>, las cuales están relacionadas con enfermedades cardiovasculares y respiratorias, y tienen mayor morbilidad y mortalidad.

La vulnerabilidad de cada población urbana depende de su exposición al cambio climático. Cuando se combinan varios de estos factores aumenta la vulnerabilidad, como la ubicación de las casas, el mal manejo de la cuenca y la naturaleza del suelo. El impacto de los eventos meteorológicos relacionados con el cambio climático urbano depende de cada país. La tabla VI. 3 muestra las pérdidas relacionadas con los desastres naturales y la migración.

Tabla VI.3. *Pérdidas asociadas a desastres naturales en América Latina, 1970-2009 y migrantes por eventos climáticos al 2019*

<i>País</i>	<i>Muertos</i>	<i>Heridos</i>	<i>Desaparecidos</i>	<i>Hogares destruidos</i>	<i>Hogares dañados</i>	<i>Personas afectadas</i>	<i>Migrantes climáticos</i>
Argentina	3 377	22 470	810	53 973	141 381	23 271 305	23 000
Bolivia	1 190	1 133	254	6 249	8 200	832 980	77 000
Chile	3 184	6 811	640	101 877	278 087	8 052 836	8 300
Colombia	35 898	26 447	2 812	183 106	681 404	22 688 062	35 000
Costa Rica	516	51	62	8 796	50 800	32 405	390
Ecuador	3 019	2 535	1 228	12 074	58 875	1 293 799	1 100
El Salvador	4 541	15 087	535	180 227	202 701	343 817	1 900
Guatemala	1 953	2 789	1 113	20 941	105 985	3 339 301	21 000
México	31 442	2 882 359	9 273	432 812	2 781 635	59 882 327	16 000
Panamá	339	1 292	39	13 534	70 678	345 782	240
Perú	40 994	65 675	9 136	438 376	398 237	2 218 035	10 000
Venezuela	3 015	379	1 059	56 285	158 288	2 932 101	320

NOTA: Migración de Chile con datos disponibles de 2017.

FUENTE: ONU Hábitat (2012: 125) y IDMC (2021).

En la tabla VI.3 se muestra que el país con el mayor número de muertes relacionadas con desastres naturales es Perú, seguido de Colombia y México. Los informes de lesiones de México superaron los 2.5 millones de otros países. De manera similar, México tiene el mayor número de casas desaparecidas, dañadas y personas afectadas, ocupando el segundo lugar entre las casas destruidas. Por tanto, esto demuestra que el país es vulnerable a los desastres naturales.

Según el informe Foresight (2011), se confirma que el cambio climático tiene implicaciones directas en la frecuencia de enfermedades, oportunidades de empleo, desastres naturales provocados por el calentamiento global, la habitabilidad y productividad de la tierra, así como la seguridad alimentaria, energética e hídrica.

La conclusión es que, a largo plazo, no sólo en términos de ecología, sino también en términos de sociedad, economía y medio ambiente, el crecimiento ilimitado del espacio urbano a nivel internacional no es factible, asimismo, este fenómeno afecta a las ciudades donde vive la mayoría de los habitantes.

## Conclusiones

Las ciudades en relación con el medio natural ejercen presión al cambio de extensión o magnitud de las áreas urbanas, que desplazan y transforman el territorio de acuerdo con las actividades sociales y económicas, debido a ello, determinan la utilización del suelo y las actividades humanas, alrededor de las cuales, los patrones de suelo urbano crecen.

Al ser las ciudades el espacio más atractivo para el desarrollo de las actividades económicas y el crecimiento de la población que para el periodo de 1950 al 2005 aumentó en más de 256%, implicando que en una superficie que ocupa 2% de la superficie mundial, se ocupe 80% de la energía generada en el planeta y se perpetúe en ellas el patrón energético basado en el uso de combustibles fósiles que representan cerca de 78% del uso de la energía a nivel mundial.

Se demuestra que la concentración y emisión reciente de los GEI han incrementado en el mundo, especialmente el dióxido de carbono que ha

alcanzado el equivalente a 383 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono, lo que implica un aumento de más de medio grado Celsius, asimismo, se presenta una estimación sobre el aumento de la temperatura media en un intervalo de 1 a 5 °C en los años próximos de continuar la tendencia mundial actual.

Acorde con este panorama es ideal no sólo proponer limitaciones en cuanto a la emisión de los GEI, sino la propuesta de estrategias que implementen acciones de adaptación sobre la concentración ya existente en la atmósfera, esta visión debe ser una prioridad y una oportunidad para que las naciones generen desarrollo económico y social en armonía con el medio urbano y natural.

En futuras líneas de investigación se pretende generar un análisis en la Zona Metropolitana del Valle de México con la finalidad de proponer una estrategia base en la adaptación al cambio climático, donde se reconoce que las ciudades son un pilar esencial en el desarrollo de las directrices institucionales, por lo que se evaluarán los resultados de la investigación para contrastarlos con los objetivos planteados por México en foros internacionales sobre el cambio climático.

## Bibliografía

- Albo, A., y Ordaz, J. (2011). *Migración y cambio climático: El caso de México*. México: BBVA Research.
- Álvarez, G. (2010). El crecimiento urbano y estructura urbana en las ciudades medias mexicanas. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 12(2), 94-115. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/10191>
- Ángel, S., Parent, J., Civco, D., y Blei, A. (2016). *Atlas of Urban expansion*. Nueva York: Lincoln Institute of Land Policy.
- Antequera, J. (2005). *El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos*. Barcelona: UNESCO.
- Asociación Mundial de las Grandes Metrópolis (2011). *Gestión del crecimiento, informe de la comisión*. Barcelona: Metrópolis.
- Bottino, R. (2009). La ciudad y la urbanización. *Revista Estudios Históricos*, (2). [https://estudioshistoricos.org/edicion\\_2/rosario\\_bottino.pdf](https://estudioshistoricos.org/edicion_2/rosario_bottino.pdf)
- British Petroleum Global (2020). *BP Statistical Review of World Energy*. (69º ed.) Londres: BP Energy.

- CEDRSSA (2020). *Reporte: Impacto económico del Cambio Climático en México*. Ciudad de México: Cámara de Diputados.
- Margulis, S. (2016). *Vulnerabilidad y adaptación de las ciudades de América Latina al cambio climático*. Santiago: CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/41041>
- UNFCCC (2021). *Conferencia sobre el cambio climático en Glasgow*. Alemania: ONU.
- Delgado, G., Luca, A., y Vázquez, V. (2015). *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México*. Ciudad de México: UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático.
- Díaz Cordero, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII(2), 227-240. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87024179004>
- Foresight (2011). *Foresight: Migration and Global environmental change*. Londres: UK Government Office for Science.
- Gobierno del Estado de México (2008). *Plan Estatal de Desarrollo Urbano*. Estado de México: Gobierno Estatal.
- IPCC (2014). *Cambio climático, informe de síntesis*. Ginevra: IPCC
- IDMC (2021). *Annual conflict and disaster displacement figures*. <https://www.internal-displacement.org/countries>
- Larios, M. (2008). *Calentamiento global: al borde del límite*. Córdoba: Instituto de Estudios Transnacionales España.
- Martin, S., y Warner, K. (2012). Cambio climático: Migración y adaptación. En *Migración humana y cambio climático*. Ciudad de México: Fundación BBVA Bancomer.
- Martínez, S., y Trápaga, Y. (2017). *América Latina y el Caribe y China, Recursos naturales y medio ambiente*. Ciudad de México: Facultad de Economía y Centro de Estudios China-México, UNAM-ALC-CHINA.
- NASA (2012). *GISS Surface Temperature Analysis. Global Annual Mean Surface Air Temperature Change. Global Land-Ocean Surface Temperature Anomaly* (Base: 1951-1980). 2012. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>
- ONU Hábitat (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Brasil: ONU Habitat.
- ONU Hábitat (2022). *Climate Change*. Nueva York: ONU. <https://unhabitat.org/topic/climate-change>
- ONU (2017). *Informe de los objetivos de Desarrollo Sostenible*. Nueva York: ONU
- Pardo, M. (2007). El impacto social del Cambio climático. *Panorama Social*, (5). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2324368>
- Semanart (2012). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. México: Semarnat
- Universidad de Sonora (2011). *Potencial de energías renovables para el estado de Sonora*. México: Universidad de Sonora.

## VII. Los sistemas de barrancos: Enfoques en el estado del arte

MIQUEAS COLÍN YAXI\*

LUIS MIGUEL ESPINOSA RODRÍGUEZ\*\*

JOSÉ ISABEL JUAN PÉREZ\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.07>

### Resumen

El ambiente de barrancos en México contribuye a la generación de servicios ecosistémicos y al desarrollo de localidades rurales y periurbanas. El objetivo general de este trabajo es la elaboración de una argumentación teórica sobre los enfoques acerca del estudio de los sistemas de barrancos, estos enfoques son: (a) una escuela para el estudio de los sistemas de barrancos tiene un enfoque que resalta las características geológicas y geomorfológicas de los sistemas; (b) otra de las escuelas acerca del estudio de los sistemas de barrancos tiene un enfoque dirigido a inventariar la riqueza florística de los sistemas bajo estudio; (c) otra escuela tiene un enfoque dirigido a realizar la identificación y cuantificación de la fauna de estos sistemas; (d) la siguiente escuela identificada está enfocada a los sistemas de barrancos ubicados en zonas urbanas y al estudio de su problemática. El método para esta argumentación consiste en el desarrollo de dos etapas: la primera se refiere a la identificación y reconocimiento de las escuelas y enfoques que conforman el estado del arte para el estudio de los sistemas de barrancos; la segunda

---

\* Doctor en Ciencias Ambientales. Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9652-9408>; correo electrónico: miqueascalin00@gmail.com

\*\* Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9545-400X>; correo electrónico: lmespinosar@uaemex.mx

\*\*\* Centro de Investigación Multidisciplinaria en Educación (CIME), Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7837-6938>; correo electrónico: jupi582602@gmail.com

etapa consistió en una revisión teórica y epistemológica enfocada en el análisis y reflexión de cada una de las escuelas identificadas. Para esta reflexión se analizaron cronológicamente las aportaciones de cada uno de los enfoques a lo largo de la evolución de los estudios sobre los sistemas de barrancos. Los resultados obtenidos se presentan en una argumentación teórica concerniente al estado del arte en el estudio de sistemas de barrancos.

**Palabras clave:** *argumentación teórica, enfoques, escuelas de estudio, estado del arte, sistemas de barrancos.*

Un barranco es una concavidad territorial que, por sus condiciones topográficas y geológicas, contribuye a la generación de servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad y arroyo de escurrimientos naturales. El objetivo general de este trabajo es la elaboración de una argumentación teórica sobre los enfoques acerca del estudio de los Sistemas de Barrancos. Es importante mencionar cuáles escuelas se tomaron en cuenta para propósitos de esta investigación.

La primera de ellas resalta las características geológicas y geomorfológicas de los sistemas estudiados. Los autores que han escrito bajo este enfoque son Heine (1971), Gutiérrez y Arauzo (1997), Voglino (2008) y Franco-Ramos *et al.* (2017). Las propuestas de la segunda escuela están dirigidas a inventariar la riqueza florística de los sistemas bajo estudio. Los autores que han escrito bajo este enfoque son Lebgue *et al.* (2005), Camacho-Rico *et al.* (2006), Acevedo-Rosas *et al.* (2008) y López-Sandoval *et al.* (2010).

La tercera centra su atención en realizar la identificación y cuantificación de la fauna de estos sistemas. Los autores que han escrito bajo este enfoque son Batllori (2003), Almeida-Leñero *et al.* (2007), Chávez-León y Zaragoza (2009) y Vite-Silva *et al.* (2010).

Mientras que la última está orientada a los sistemas de barrancos ubicados en zonas urbanas y a su problemática. Los autores que han escrito bajo este enfoque son Batllori (2004), Madrid *et al.* (2009), Alvarado (2015) y Gutiérrez *et al.* (2020).

## Metodología

La metodología que se utilizó para esta investigación se orienta hacia el estado del arte estudio del Sistema de Barrancos a partir de cuatro etapas metodológicas:

- (a) *Búsqueda de la información*: en este primer apartado se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica de la investigación, lo cual nos permitió delimitar, en una serie de fuentes de indagación distintas, un conjunto de documentaciones y de información precisos referentes a los Sistemas de Barrancos como un arte.
- (b) *Selección de la información*: permitió que la investigación pueda seguir el proceso adecuado para que sea verificado en un determinado momento. Asimismo, se realizó un análisis más profundo de los datos, utilizando métodos e integración con otras fuentes a través de nuevos aportes teóricos.
- (c) *Análisis y síntesis de la información*: consistió en la separación de las partes de los Sistemas de Barrancos para comprender los elementos y relaciones que existen entre ellos. Además, se analizó información de diferentes escuelas enfocadas en el estudio del sistema de barrancos. Esto nos permite conocer más profundamente las realidades de los sistemas de barrancos y así simplificar su descripción y descubrir relaciones con otros sistemas de estudio parecidos. Con la finalidad de demostrar las causas que pudiesen originar la destrucción del hábitat en los sistemas de barrancos. Para esto se describieron y resumieron datos, se identificó, diferenció y comparó la relación entre variables de los Sistemas de Barrancos.
- (d) *Redacción del documento*: como primer apartado se realizó un objetivo general que señala la argumentación teórica de la investigación en el estudio de los Sistemas de Barrancos. Teniendo como base fundamental teórica el estudio de cuatro escuelas en el Sistema de Barrancos, utilizando un método con una argumentación que da a conocer el desarrollo de dos etapas que se analizaron para

la explicación de esta investigación y para finalmente dar a conocer los resultados.

## Resultados

Se presenta cada una de las escuelas especificando los análisis de actualidad, condiciones geográficas, teóricas y metodológicas.

### Escuela con enfoque geológico y geomorfológico

Los autores analizados que han escrito sobre este enfoque son Franco-Ramos *et al.* (2017), Voglino (2008), Heine (1971) y Gutiérrez y Arauzo (1997). Los estudios realizados por estos autores incluyen a los países de México, Argentina y España. En el estudio del contexto geográfico en México están las barrancas ubicadas en el sector norte del volcán Popocatepetl, que cuentan con clima frío a una altitud de 3 512 msnm; así como las barrancas de la región de la cuenca de Puebla-Tlaxcala, caracterizadas por un clima templado a una altitud de 2 230 msnm; en tanto que en Argentina se estudiaron las barrancas del Río Paraná, en la Provincia de Buenos Aires, con clima pampeano a una altitud de 1 148 msnm; y, finalmente, en España se abordaron las barrancas de Torrecilla, Zaragoza, con un clima semiárido a una altitud de 348 msnm.

El primer estudio se realizó con una metodología dendrogeomorfológica que incluyó análisis estratigráficos, fechamientos y métodos dendrogeomorfológicos; su sustento teórico se basó en la dinámica geomorfológica y tipología de barrancas (Franco-Ramos *et al.*, 2017). El estudio de Voglino (2008) se realizó con metodología cualitativa, que incluyó observación directa y observación participante, haciendo hincapié en los aspectos geológicos (magnetoestratigráficos y litológicos y paleontológicos). Otro de los estudios se desarrolló con la metodología de proyección horizontal y alzado de las barrancas que incluye perfil longitudinal y perfil transversal; basado en “Elementos del mecanismo de formación” de Budel (1971) y Heine (1971). El siguiente estudio, de Gutiérrez y Arauzo (1997), se llevó a



cabo con la metodología de karstificación aluvial sedimentaria en aspectos sedimentológicos en el que se incluyeron seis unidades morfosedimentarias; basado en el análisis sedimentológico de los depósitos de las distintas unidades propuesto por Miall (1977) (véanse las tablas VII.1, VII.2, VII.3 y VII.4).

Tabla VII.1. *Escuela con enfoque geológico y geomorfológico: actualidad, revista y país*

<i>Autor y año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Revista</i>	<i>País</i>
Franco-Ramos <i>et al.</i> (2017: 1)	Edad, dinámica geomorfológica y tipología de barrancas en el sector norte del volcán Popocatepetl, México	<i>Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana</i> . Instituto de Geografía. UNAM	México
Voglino (2008: 451)	Las Barrancas del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires	<i>Servicio Geológico Minero Argentino (CSIGA)</i>	Argentina
Heine (1971: 1)	Observaciones Morfológicas acerca de las Barrancas en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala	<i>Separata de Comunicaciones</i> . Universidad de Bonn	Alemania
Gutiérrez y Arauzo (1997: 349)	Subsistencia kárstica sinsedimentaria en un sistema aluvial efímero: El Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza)	Dpto. de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza	España

FUENTE: Elaboración propia.

## Escuela con enfoque florístico y de vegetación

Los autores analizados que han escrito sobre este enfoque son Acevedo-Rosas *et al.* (2008), Camacho-Rico *et al.* (2006), López-Sandoval *et al.* (2010) y Lebgue *et al.* (2005). Los estudios realizados por estos autores incluyen a los países de México y Perú. En el estudio del contexto geográfico en el que se desarrollaron estos cuatro estudios incluyen: barrancas aledañas a la ciudad de Guadalajara y de Río Blanco, Jalisco, México con clima subtropical subhúmedo a una altitud de 1 500 msnm; la Barranca del río Tembembe, Morelos, México, con clima templado subhúmedo a una altitud de 1 950 msnm; la Barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México, con un clima semicálido subhúmedo a una altitud de 1 800 msnm y las barrancas del Cobre, Chihuahua, México, con un subtropical a una altitud de 2 400 msnm.

El primer estudio se realizó con una metodología cualitativa que incluyó: análisis de revisión de literatura, consulta de herbarios, descripción de

Tabla VII.2. Escuela con enfoque geológico y geomorfológico para el estudio de sistemas de barrancos: análisis del contexto geográfico

Autor	Título	Lugar de estudio/ País/región/estado/ municipio/localidad	Coordenadas geográficas (latitud y longitud)	Altitud (msnm)	Clima	Características geológicas y geomorfológicas
Franco-Ramos et al. (2017: 1)	Edad, dinámica geomorfológica y tipología de barrancas en el sector norte del volcán Popocatepetl, México	Barrancas en el sector norte del volcán Popocatepetl, Puebla, México	18° 59' 00" latitud norte y 98° 42' 08" longitud oeste	3 512	Frío	Barrancas originadas en depósitos proclásticos del Pleistoceno tardío y Holoceno
Voglino (2008: 452)	Las Barrancas del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires	Las Barrancas del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Centro sur de la provincia de Santa Fe hasta la ciudad de Buenos Aires	20° 05' 06" latitud norte y 51° 00' 02" longitud oeste	1 148	Pampeano	Las barrancas del río Paraná se originaron por procesos de erosión costera y por la marcada influencia de las transgresiones y regresiones marinas del Holoceno y finales del Pleistoceno
Heine (1971:7)	Observaciones Morfológicas acerca de las Barrancas en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala	Barrancas en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala. México	19° 44' 07" latitud norte y 98° 42' 51" longitud oeste	2 230	Templado	Capas de toba cubren las pendientes de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl en el oeste, de la Malinche al este y de los componentes calcáreos en el norte
Gutiérrez y Arauzo (1997:367)	Subsistencia kárstica sinsedimentaria en un sistema aluvial efímero: El Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza)	Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza). España	40° 58' 5" latitud norte y 0° 5' 42" longitud oeste	348	Semiárido	Barranco de Torrecilla. Subsistencia kárstica sinsedimentaria, la karstificación aluvial del sustrato yesífero dio lugar a grandes depresiones de orden sistema aluvial más perenne

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla VII.3. *Escuela con enfoque geológico y geomorfológico: análisis de la metodología*

<b>Autor, año</b>	<b>Título del artículo</b>	<b>Metodología aplicada</b>	<b>Etapas de la metodología</b>	<b>Reflexión sobre la metodología</b>
Franco-Ramos <i>et al.</i> (2017: 1)	Edad, dinámica geomorfológica y tipología de barrancas en el sector norte del volcán Popocatepetl, México	Dendrogeomorfológica	Análisis estratigráficos Fechaamientos Métodos dendrogeomorfológicos	Derivado de los resultados, se plantea una tipología de barrancas en función de su origen, edad y dinámica geomorfológica
Vogliano (2008: 452)	Las Barrancas del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires	Cualitativa	Observación directa Observación participante	Constituyen reservorios del patrimonio natural y cultural de la región
Heine (1971: 7)	Observaciones Morfológicas acerca de las Barrancas en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala	Proyección horizontal y alzado de las barrancas	Perfil longitudinal Perfil transversal	En proyección horizontal pueden distinguirse diferentes tipos de barrancas
Gutiérrez y Arauzo (1997: 367)	Subsidencia kárstica sinsedimentaria en un sistema aluvial efímero: El Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza)	Karstificación aluvial sinsedimentaria y en criterios sedimentológicos	Seis unidades morfosedimentarias	Evolución compleja debido al fenómeno de subsidencia kárstica sinsedimentaria

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla VII.4. *Escuela con enfoque geológico y geomorfológico: reflexión teórica*

<b>Autor, año</b>	<b>Título del artículo</b>	<b>Sustento teórico</b>	<b>Discusión teórica</b>	<b>Aportaciones teóricas</b>
Franco-Ramos <i>et al.</i> (2017:2)	Edad, dinámica geomorfológica y tipología de barrancas en el sector norte del volcán Popocatepetl, Méx.	Dinámica geomorfológica. Tipología de barrancas	Sí	Apreciar la edad de formación y dinámica geomorfológica a través de las diferentes fases eruptivas en cada barranco de estudio
Vogliano (2008:453)	Las Barrancas del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires	Trabajos de detalle que abarcan aspectos geológicos (fundamentalmente magnetoestratigráficos y litológicos) y paleontológicos (Bidegain 1991; Vogliano y Pardiñas 2005; Kemp <i>et al.</i> 2006)	Sí	De seguir el ritmo que impone el presente desarrollo industrial y urbano, gran parte de sus perfiles naturales y sus sociedades biológicas nativas asociadas corren el riesgo de ser anuladas en las próximas décadas
Heine (1971:19)	Observaciones Morfológicas acerca de las Barrancas en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala	“Elementos del mecanismo de formación” (Budel, 1971)	Sí	El concepto “barranca” no debería emplearse para un arroyo
Gutiérrez y Arauzo (1997:368)	Subsidencia kárstica sinsedimentaria en un sistema aluvial efímero: El Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza)	Análisis sedimentológico de los depósitos de las distintas unidades (Miall, 1977)	Sí	Se generaron ambientes palustres con sedimentación carbonatada y turbosa

FUENTE: Elaboración propia.

la vegetación y catálogo florístico; su sustento teórico se basó en las especies descritas de las barrancas aledañas a Guadalajara y Río Blanco (Acevedo-Rosas *et al.*, 2008). El estudio de Camacho-Rico *et al.* (2006) se realizó con metodología cualitativa y método de Ward que incluyó: estructura, composición física, diversidad y diferencia de las unidades de muestreo; con trabajos de la vegetación ribereña en México (Rzedowski, 1978). Otro de los estudios se desarrolló con la metodología cualitativa l; basado en características físico-climáticas del área de estudio, colecta y tratamiento de la flora vascular y elaboración del listado de la flora vascular de la barranca (López-Sandoval *et al.*, 2010). El siguiente estudio, de Lebgue *et al.* (2005), se llevó a cabo con la metodología cualitativa en el que se incluyeron materiales y fuentes de datos y colecta de especímenes de plantas; basado en la Vegetation of the Mountain Pima Village of Nabogame, Chihuahua, propuesto por Laferriere (1994) (véanse las tablas VII.5, VII.6, VII.7 y VII.8).

Tabla VII.5. *Escuela con enfoque florístico y de vegetación: actualidad, revista y país*

<i>Autor y año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Revista</i>	<i>País</i>
Acevedo-Rosas <i>et al.</i> (2008: 1)	Especies de plantas vasculares descritas de las barrancas aledañas a la ciudad de Guadalajara y de Río blanco, Jalisco, México	<i>Revista Polibotánica</i> . Universidad de Guadalajara	México
Camacho-Rico <i>et al.</i> (2006: 17)	Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México	<i>Boletín de la Sociedad Botánica de México</i> . UNAM	México
López-Sandoval <i>et al.</i> (2010: 9)	Estudio Florístico de la parte central de la barranca Nenezingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México	<i>Revista Polibotánica</i> . Universidad Autónoma del Estado de México	México
Lebgue <i>et al.</i> (2005: 17)	La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México	Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Perú	Perú

FUENTE: Elaboración propia.

## Escuela con enfoque sobre fauna

Los autores analizados que han escrito sobre este enfoque son Vite-Silva *et al.* (2010), Batllori (2003), Chávez-León y Zaragoza (2009) y Almeida-Leñero *et al.* (2007). Los estudios realizados por estos autores incluyen saberes de México. En el estudio del contexto geográfico en el que se desarrollaron estos cuatro estudios incluyen: Barranca de Metztlán, Hidalgo, México,

Tabla VII.6. Escuela con enfoque florístico para el estudio de sistemas de barrancos: análisis del contexto geográfico

Autor	Título	Lugar de estudio/ País/región/estado/ municipio/localidad	Coordenadas geográficas (latitud y longitud)	Altitud (msnm)	Clima	Características florísticas
Acovedo-Rosas <i>et al.</i> (2008: 1)	Especies de plantas vasculares descritas de las barrancas aledañas a la ciudad de Guadalupe y de Río Blanco, Jalisco, México	Barrancas aledañas a la ciudad de Guadalupe y de Río Blanco, Jalisco, México	20° 00' 41" latitud norte y 103° 00' 20" longitud oeste	1 500	Subtropical subhúmedo	Se enlistan 408 especies vegetales vasculares. Se indican datos generales como: nombre científico, autor, colector, número de colecta, fecha de colecta, publicación donde fue descrito y herbario donde se halló depositado el ejemplar tipo
Camacho-Rico <i>et al.</i> (2006: 17)	Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México	Barranca del río Tembembe, Morelos, México	18° 37' 03" latitud norte y 99° 19' 34" longitud oeste	1 950	Templado subhúmedo	Se examinó la estructura y la composición de la vegetación ribereña. Se inventario la altura, el diámetro, la cobertura y la igualdad taxonómica de cada individuo
López- Sandoval <i>et al.</i> (2010: 9)	Estudio florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México	Barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México, México	18° 53' 14" latitud norte y 99° 34' 41" longitud oeste	1 800	Semicaldo subhúmedo	Se integraron aspectos como: forma biológica, fenología reproductiva y abundancia. Se obtienen 362 especies distribuidas en 89 familias y 248 géneros, se informan 17 especies. La pluralidad de las plantas son hierbas y arbustos personificando 82.6% del total de las especies identificadas
Lebgue <i>et al.</i> (2005: 17)	La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México	Barrancas del Cobre, Chihuahua, México	27° 14' 42" latitud norte y 107° 32' 56" longitud oeste	2 400	Subtropical	Tabla florística que consta de 770 especies dividida en 184 géneros y 121 familias; de éstas sobresalen: <i>Poaceae</i> con 134 especies, <i>Asteraceae</i> con 78, <i>Fabaceae</i> con 76, <i>Solanaceae</i> con 24, <i>Euphorbiaceae</i> con 20, <i>Mimosaceae</i> con 19, <i>Malvaceae</i> y <i>Scrophulariaceae</i> con 18 especies, respectivamente

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla VII.7. Escuela con enfoque florístico y de vegetación: análisis de la metodología

Autor, año	Título del artículo	Metodología aplicada	Etapas de la metodología	Reflexión sobre la metodología
Acevedo-Rosas <i>et al.</i> (2008: 8)	Especies de plantas vasculares descritas de las barrancas aledañas a la ciudad de Guadaluajara y de Río Blanco, Jalisco, México	Cualitativa	Revisión de literatura Consulta de herbarios Descripción de la vegetación Catálogo florístico	Se examinó todo el lenguaje existente (tratados botánicos, floras taxonómicas, estudios florísticos, atlas botánicos, así como revistas y boletines especializados)
Camacho-Rico <i>et al.</i> (2006: 20)	Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México	Cualitativa y Método de Ward	Estructura Composición florística Diversidad Diferencia de las unidades de muestreo	Para muestrear la vegetación se usaron unidades de forma rectangular
López-Sandoval <i>et al.</i> (2010: 9)	Estudio florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México	Cualitativa	Características físico-climáticas del área de estudio. Colecta y tratamiento de la flora vascular. Elaboración del listado de la flora vascular de la barranca	Colectar, secar y prensar todas las especies del área de investigación durante 21 meses, para su posterior identificación
Lebgue <i>et al.</i> (2005: 20)	La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México	Cualitativa	Materiales y fuentes de datos Colecta de especímenes de plantas	Las colectas de especímenes en el campo revelaron la riqueza en biodiversidad de la zona de las Barrancas del Cobre

Fuente: elaboración propia.

con clima semiseco a una altitud de 1 550 msnm; Barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos, con clima templado subhúmedo y cálido subhúmedo a una altitud de 1 540 msnm; la Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México, con un clima templado semicálido húmedo a una altitud de 1 710 msnm y la Cuenca del río Magdalena, Ciudad de México, México, con un clima templado subhúmedo a una altitud de 2 600 msnm.

Tabla VII.8. *Escuela con enfoque florístico y de vegetación: reflexión teórica*

<i>Autor, año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Sustento teórico</i>	<i>Discusión teórica</i>	<i>Aportaciones teóricas</i>
Acevedo-Rosas <i>et al.</i> (2008: 9)	Especies de plantas vasculares descritas de las barrancas aledañas a la ciudad de Guadalajara y de Río Blanco, Jalisco, México	Entre los trabajos más importantes que se consultaron para ubicar muchas de las especies descritas de las barrancas aledañas a Guadalajara y Río Blanco, se encuentran los de Cervantes (1992), Clausen (1959), McVaugh (2001) y Standley (1920)	Sí	Se mencionan un total de 408 especies de plantas vasculares cuyo lugar tipo es las barrancas aledañas a Guadalajara o la región de Río Blanco
Camacho-Rico <i>et al.</i> (2006: 27)	Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México	La vegetación ribereña en México (Rzedowski, 1978)	Sí	Los resultados del presente estudio pueden servir de base para el diseño de un programa de restauración de la vegetación ribereña
López-Sandoval <i>et al.</i> (2010: 13)	Estudio Florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México	Flora de dicha región por Fernández (1998). Listado florístico (Martínez y Matuda, 1979)	Sí	Se documentan por primera vez para el Estado de México 17 especies
Lebgue <i>et al.</i> (2005: 22)	La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México	Vegetation of the Mountain Pima Village of Nabogame, Chihuahua (Laferriere, 1994)	Sí	Desde los indígenas, así como los mestizos, pobladores de los barrancos emplean muchas plantas como fuentes medicinales y varias de ellas crecen en su territorio

FUENTE: Elaboración propia.

En el enfoque sobre fauna el primer estudio se realizó con una metodología cualitativa que incluyó: área de estudio, trabajo de campo y análisis de datos; su sustento teórico se basó en la reserva de la biosfera barranca de Metztlán (Hernández-Aguilar *et al.*, 2007). El estudio de Batllori

(2003) se realizó con metodología cualitativa y descriptiva que incluyó: ubicación y delimitación geográfica de la barranca, datos demográficos, sociales y económicos de la barranca; con trabajos de detalle que abarcan aspectos ecológicos con enfoque geográfico. Otro de los estudios se desarrolló con la metodología cualitativa e incluyó: ubicación y delimitación geográfica del área de estudio, trabajo de campo y análisis de datos (Chávez-León y Zaragoza, 2009). El siguiente estudio, Almeida-Leñero *et al.* (2007), se llevó a cabo con la metodología integral; en él se incluyó un diagnóstico socioambiental, identificación y evaluación, beneficiarios y percepción, identificación de los impulsores y resultados; basado en zonas forestales sometidas a fuertes presiones derivadas de la actividad humana fue el propuesto por Hernández y Bauer (1989) (véanse las tablas VII.9, VII.10, VII.11 y VII.12).

Tabla VII.9. *Escuela con enfoque sobre fauna: actualidad, revista y país*

<i>Autor y año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Revista</i>	<i>País</i>
Vite-Silva <i>et al.</i> (2010: 473)	Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México	<i>Revista Mexicana de Biodiversidad.</i> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca Hidalgo	México
Batlloori (2003: 1)	Educación ambiental para el saneamiento y manejo de las barrancas. El caso de la barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos	Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM	México
Chávez-León y Zaragoza (2009: 95)	Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Uruapan. Michoacán	México
Almeida-Leñero <i>et al.</i> (2007: 53)	Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del río Magdalena, Distrito Federal México	Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias. UNAM	México

FUENTE: Elaboración propia.

## **Escuela con enfoque en sistemas de barrancos en zonas urbanas**

Los autores analizados que han escrito sobre este enfoque son Madrid *et al.* (2009), Gutiérrez *et al.* (2020), Batllori (2004) y Alvarado (2015). Los estudios realizados por estos autores fueron realizados en México. En el estudio del contexto geográfico en el que se desarrollaron estos cuatro estudios se



Tabla VII.10. Escuela con enfoque sobre fauna para el estudio de sistemas de barrancos: análisis del contexto geográfico

Autor	Título	Lugar de estudio/País/región/estado/municipio/localidad	Coordenadas geográficas (latitud y longitud)	Altitud (msnm)	Clima	Características de fauna
Vite-Silva <i>et al.</i> (2010: 473)	Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlitlán, Hidalgo, México	Barranca de Metztlitlán, Hidalgo, México	20° 45' 26" latitud norte 98° 23' 00" y longitud oeste	1 550	Semiseco	Se investiga la biodiversidad de la comunidad de anfibios y reptiles que habitan en cada uno de los 4 tipos de vegetación de la reserva. En conjunto, se registran 7 especies de anfibios y 31 de reptiles, distribuidas en 14 familias y 29 géneros
Batliori (2003: 1)	Educación ambiental para el saneamiento y manejo de las barrancas. El caso de la barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos	Barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos	8° 22' 05" latitud norte y 93° 37' 08" longitud oeste	1 540	Templado subhúmedo Cálido subhúmedo	Se investigaron 651 especies de fauna: Invertebrados: 292 especies de mariposas, Un Decápodo (Cangrejo barranqueño). Peces: un pez endémico amenazado. Aves: 263. Reptiles: 9. Anfibios 16. Mamíferos: 69
Chávez-León y Zaragoza (2009: 95)	Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México	Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México	19° 25' 11" latitud norte y 102° 07' 40" longitud oeste	1 710	Templado semicálido húmedo	Se determinaron 43 especies, referentes a 8 órdenes, 16 familias y 32 géneros. El estimador no paramétrico indicó que se lograrían registrar al menos 13 especies más y que se logró detectar 77% de las que posiblemente existen en el parque. Los mamíferos voladores constituyeron 25.6% del total de las especies y los no voladores 74.4%
Almeida-Leñero <i>et al.</i> (2007: 54)	Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México	Cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México	19° 13' 53" latitud norte y 99° 14' 50" longitud oeste	2 600	Templado subhúmedo	Se investigaron mariposas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, accediendo así a un inventario con el número de especies por cada grupo biológico

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla VII.1.1. Escuela con enfoque sobre fauna: análisis de la metodología

Autor, año	Título del artículo	Metodología aplicada	Etapas de la metodología	Reflexión sobre la metodología
Vite-Silva <i>et al.</i> (2010: 476)	Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlitlán, Hidalgo, México	Cualitativa	Área de estudio Trabajo de campo Análisis de datos	Se calculó el grado de similitud de la riqueza de especies entre tipos de vegetación
Battlori (2003: 11)	Educación ambiental para el saneamiento y manejo de las barrancas. El caso de la barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos	Cualitativa y descriptiva	Ubicación y delimitación geográfica de la Barranca Datos demográficos, sociales y económicos de la Barranca	Cuidado y protección de las barrancas en Educación Ambiental
Chávez-León y Zaragoza (2009: 98)	Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México	Cualitativa	Ubicación y delimitación geográfica del área de estudio. Trabajo de campo Análisis de datos	La riqueza de especies de mamíferos, o diversidad, se determinó sumando las especies capturadas
Almeida-Leñero <i>et al.</i> (2007: 54)	Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del río Magdalena, Distrito Federa, I México	Integral	Diagnóstico socioambiental Identificación y evaluación Beneficiarios y percepción Identificación de los impulsores Resultados	La propuesta metodológica parte de una caracterización de la zona y un diagnóstico socioambiental

FUENTE: Elaboración propia.

incluyen: barrancas de la Ciudad de México, en la delegación Álvaro Obregón, con clima templado subhúmedo a una altitud de 2 620 msnm; las barrancas de la Ciudad de Puebla, México, con clima templado subhúmedo a una altitud de 2 142 msnm; las barrancas de Morelos, Cuernavaca, México, con un clima cálido subhúmedo a una altitud de 1 418 msnm y las barrancas de Cuernavaca, México, con un clima cálido subhúmedo, a una altitud de 1 418 msnm.

Tabla VII.12. *Escuela con enfoque sobre fauna: reflexión teórica*

<i>Autor, año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Sustento teórico</i>	<i>Discusión teórica</i>	<i>Aportaciones teóricas</i>
Vite-Silva <i>et al.</i> (2010: 481)	Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México	Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán (RBBM) (Hernández-Aguilar <i>et al.</i> , 2007)	Sí	Aportación al conocimiento de la herpetofauna de la RBBM y una base para estudios futuros
Batliori (2003: 11)	Educación ambiental para el saneamiento y manejo de las barrancas. El caso de la barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos	Trabajos de detalle que abarcan aspectos ecológicos con enfoque geográfico (Aguilar, 1995)	Sí	Campañas de concientización en los diversos medios de comunicación motivando a la población en general a que proteja las barrancas
Chávez-León y Zaragoza (2009: 102)	Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México	Mastofauna (Orduña y Salas, 1993)	Sí	Investigación de la Barranca del Cupatitzio es un área de importancia para la conservación de la diversidad de Michoacán
Almeida-Leñero <i>et al.</i> (2007: 55)	Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México	Zonas forestales sometidas a fuertes presiones derivadas de la actividad humana (Hernández y Bauer, 1989)	Sí	Con base en la investigación se proponen acciones específicas para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos

FUENTE: Elaboración propia.

El primer estudio se realizó con una metodología cuantitativa y cualitativa que incluyó: valoración económica, efectividad y factibilidad política e institucional; su sustento teórico se basó en instrumentos de política para la gestión ambiental (Madrid *et al.*, 2009). El estudio de (Gutiérrez *et al.*, 2020) se realizó con metodología cualitativa integral que incluyó: ubicación y delimitación geográfica de la barranca, identificación y evaluación, gestión y recuperación del sistema de la barranca. Otro de los estudios se de-

sarrolló con la metodología cualitativa y educativa; basado en enfoque educativo de impacto ambiental de Gómez (1999) y Batllori (2004). El siguiente estudio (Alvarado, 2015) se llevó a cabo con la metodología cualitativa, en él se incluyó: área de estudio, trabajo de campo y análisis de; basado en las barrancas y urbanizaciones cerradas (Alvarado, 2015) (véanse las tablas VII.13, VII.14, VII.15 y VII.16).

Tabla VII.13. *Escuela con enfoque en zonas urbanas: actualidad, revista y país*

<i>Autor y año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Revista</i>	<i>País</i>
Madrid <i>et al.</i> (2009: 153)	Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancas a través del impuesto predial: el caso de la Ciudad de México	Investigación Ambiental. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental del Instituto Nacional de Ecología	México
Gutiérrez <i>et al.</i> (2020: 110)	Las Barrancas de la ciudad de Puebla, México: Un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes	Revista <i>Interciencia</i>	México
Batllori (2004: 1)	Las Barrancas de Morelos. Enfoque educativo para un cambio de comportamiento de Morelos	Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM	México
Alvarado (2015: 29)	Regulación de Barrancas Urbanizadas en Cuernavaca	Revista <i>Inventio</i> . Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México

FUENTE: Elaboración propia.

De los cuatro enfoques abordados por las escuelas estudiadas, sobresalen las investigaciones geológicas y geomorfológicas, florísticas sobre vegetación, fauna y los sistemas de barrancos en ambientes urbanos. En estos estudios se visualizan características particulares de cada sistema, con especies endémicas de cada una, las cuales se consideran únicas y que pueden estar amenazadas por la actividad humana. Debido al deterioro y modificación del hábitat en estos ambientes las especies presentan una división reducida en hábitats restringidos. Actualmente las investigaciones realizadas en los ambientes de barrancos deben ser valoradas, pues los grupos sociales las han considerado como espacios geográficos discrepantes y sin utilidad para las sociedades, ya que sólo son vistas como depósitos de residuos de todo tipo.

Tabla VII.1.4. Escuela con enfoque urbano para el estudio de sistemas de barrancos: análisis del contexto geográfico

Autor	Título	Lugar de estudio/ País/región/estado/ municipio/localidad	Coordenadas geográficas (latitud y longitud)	Altitud (msnm)	Clima	Características urbanas
Madrid et al. (2009: 153)	Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancas a través del Impuesto predial: el caso de la Ciudad de México	Barrancas de la Ciudad de México. Delegación Álvaro Obregón	19° 14' 00" de latitud norte y 99° 10' 00" longitud oeste	2 620 3 820	Templado subhúmedo	Diferentes barrancos de la Ciudad de México suministran diversos servicios ambientales a la población urbana. En cambio, el desarrollo del crecimiento desordenado de los asentamientos humanos y la ausencia de educación ambiental, entre otros factores, han contribuido al daño de estas zonas
Gutiérrez et al. (2020: 110)	Las Barrancas de la Ciudad de Puebla, México: Un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes	Las Barrancas de la Ciudad de Puebla, México	19° 04' 13" de latitud norte y 98° 20' 62" longitud oeste	2 142	Templado subhúmedo	Se menciona que la ciudad de Puebla, México, no cumple estas recomendaciones, presentando tan sólo 2.8 m <sup>2</sup> per cápita de área verde y una distribución altamente heterogénea. Dentro de la mancha urbana no hay espacio para habilitar áreas verdes, ya que todo está ocupado por edificaciones. Sin embargo, existe un sistema de barrancas que entrecruza la ciudad y que, si se le revaloriza y recupera, puede contribuir a abatir dicha deficiencia
Batllori (2004: 2)	Las Barrancas de Morelos. Enfoque educativo para un cambio de comportamiento de Morelos	Las barrancas de Morelos, Cuernavaca, México	18° 19' 56" de latitud norte y 99° 29' 39" longitud oeste	1 418	Cálido subhúmedo	Problema de las descargas de aguas negras a las barrancas del estado de Morelos. Educación ambiental para un cambio de comportamiento de la población
Alvarado (2015: 29)	Regulación de Barrancas Urbanizadas en Cuernavaca	Barrancas, Cuernavaca, México	18° 19' 56" de latitud norte y 99° 29' 39" longitud oeste	1 418	Cálido subhúmedo	La zona urbana de Cuernavaca cuenta con un sistema de barrancas distribuidas en todo su territorio, de norte a sur. Es de fundamental relevancia conocer qué autoridades tienen injerencia en los barrancos

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla VII.15. *Escuela sobre sistemas de barrancos en zonas urbanas: análisis de la metodología*

<i>Autor, año</i>	<i>Título del artículo</i>	<i>Metodología aplicada</i>	<i>Etapas de la metodología</i>	<i>Reflexión sobre la metodología</i>
Madrid <i>et al.</i> (2009: 159)	Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancas a través del impuesto predial: el caso de la Ciudad de México	Cuantitativa Cualitativa	Valoración económica Efectividad y factibilidad política e institucional	Las respuestas de las entrevistas se codificaron a través de un programa de análisis cualitativo
Gutiérrez <i>et al.</i> (2020: 114)	Las Barrancas de la Ciudad de Puebla, México: Un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes	Cualitativa, integral	Ubicación y delimitación geográfica de la Barranca. Identificación y evaluación Gestión y recuperación del sistema barranca	Tradicional de medición multidimensional de la pobreza
Batllori (2004: 20)	Las Barrancas de Morelos. Enfoque educativo para un cambio de comportamiento de Morelos	Cualitativa y educativa	Sanitario seco Necesidad de instalar plantas de tratamiento de aguas residuales. Evaluación de impacto ambiental	Perspectivas de una educación ambiental
Alvarado (2015: 30)	Regulación de Barrancas Urbanizadas en Cuernavaca	Cualitativa	Área de estudio Trabajo de campo Análisis de datos	Deficiencia en el desarrollo de una metodología concreta para definir las barrancas sometidas a la gestión de la autoridad

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla VII.16. *Escuela sobre sistemas de barrancos en zonas urbanas: reflexión teórica*

<b>Autor, año</b>	<b>Título del artículo</b>	<b>Sustento teórico</b>	<b>Discusión teórica</b>	<b>Aportaciones teóricas</b>
Madrid <i>et al.</i> (2009: 159)	Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancas a través del impuesto predial: el caso de la Ciudad de México	Instrumentos de política para la gestión ambiental (Acquatella, 2001),	Sí	Se estimó que la disposición a pagar media de un habitante promedio de las barrancas es de aproximadamente \$96 pesos anuales
Gutiérrez <i>et al.</i> (2020: 115)	Las Barrancas de la ciudad de Puebla, México: Un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes	Barrancas a través del enfoque de bienestar subjetivo, medición y utilidad para la política pública (Rojas, 2011),	Sí	Coadyuvar a que se revalore el sistema de barrancas de la ciudad de Puebla
Batliori (2004: 24)	Las Barrancas de Morelos. Enfoque educativo para un cambio de comportamiento de Morelos	Enfoque educativo de impacto ambiental (Gómez, 1999)	Sí	Las barrancas son un medio extraordinario de equilibrio climático
Alvarado (2015: 35)	Regulación de Barrancas Urbanizadas en Cuernavaca	Barrancas y urbanizaciones cerradas (Gómez, 1999),	Sí	Las características fisiográficas, el marco regulatorio y la lejanía entre la ciudad muestran la falta de capacidad de las administraciones públicas para desarrollar estrategias

FUENTE: Elaboración propia.

## Conclusiones

El inadecuado uso y utilización de los recursos naturales, así como el crecimiento demográfico, han propiciado la degradación ambiental de los barrancos, por lo que es necesario comprender su importancia para el equilibrio climático.

Las investigaciones acerca de las escuelas investigadas dan a conocer la importancia de los ambientes de barrancos por medio de la caracterización edáfica, geológica, geomorfológica, distribución espacial, flora, fauna y estructuras de sociedades urbanas en la composición de las barrancas. Finalmente, como es referido por las escuelas analizadas en esta investigación, para detener el deterioro ambiental de los barrancos es indispensable la participación de la sociedad civil y de los habitantes, influyendo en el establecimiento de reglas, el monitoreo de este tipo de ambientes, así como en la toma de decisiones sobre el uso actual y futuro de los barrancos.

## Bibliografía

- Acevedo-Rosas, R., Hernández-Galaviz, M., y Cházaro-Basáñez, M. (2008). Especies de plantas vasculares descritas de las barrancas aledañas a la ciudad de Guadalajara y de Río Blanco, Jalisco, México. *Polibotánica*, (26), 1-38. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682008000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682008000200001&lng=es&tlng=es)
- Acquatella, J. (2001). *Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en Latinoamérica y el Caribe: desafíos y factores condicionantes*. Santiago de Chile: CEPAL (Medio Ambiente y Desarrollo, 31).
- Aguilar, S. (1995). *Ecología del Estado de Morelos. Un enfoque geográfico*. México: Praxis.
- Almeida-Leñero, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, M., y Jujnovsky, J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 53-64. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908506>
- Alvarado, C. (2015). Regulación de barrancas urbanizadas en Cuernavaca. *Revista Inventio*, 11(25), 29-35. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/251>
- Batllori, A. (2004). *Las Barrancas de Morelos. Enfoque educativo para un cambio de comportamiento de Morelos*. México: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.



- Batllore, A. (2003). *Educación ambiental para el saneamiento y manejo de las barrancas. El caso de la barranca del tecolote en Cuernavaca, Morelos*. X Congreso de Investigación educativa ambiental. México: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_03/ponencias/0036-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_03/ponencias/0036-F.pdf)
- Bidegain, J. C. (1991). *Sedimentary development, magnetostratigraphy and sequence of events of the Late Cenozoic in Entre Rios and surrounding areas in Argentina*. Tesis Doctoral. Paleogeophysics & Geodynamics Department of Geology and Geochemistry Stockholm University.
- Budel, J. (1971). *Das natürliche System der Geomorphologie*. Würzburger Geogr. Arbeiten, H. 34, Würzburg.
- Camacho-Rico, F., Trejo, I., y Bonfil, F. (2006). Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (78), 17-31. <https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/download/1718/pdf3>
- Cervantes, A. N. (1992). *La familia Malvaceae en el estado de Jalisco*. México: Universidad de Guadalajara, Instituto de Botánica (Colección Flora de Jalisco, 3).
- Chávez-León, G., y Zaragoza Rivera, S. (2009). Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(1), 95-104. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532009000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532009000100012&lng=es&tlng=es)
- Clausen, R.T. (1959). *Sedum of the TransMexican volcanic belt*. Comstock Publishing Assoc. Nueva York: Ithaca.
- Fernández, N. R. (1998). Listado florístico de la cuenca del río Balsas. México. *Polibotánica*, 9(5), 1-151. <https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/637>
- Franco-Ramos, O., Vázquez-Selem, L., Zamorano-Orozco, J. J., y Villanueva-Díaz, J. (2017). Edad, dinámica geomorfológica y tipología de barrancas en el sector norte del volcán Popocatepetl, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 69(1), 1-19. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-33222017000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222017000100001&lng=es&tlng=es)
- Gómez, O. (1999). Gestión social del medio e impacto ambiental. En *Interpretación de la Problemática Ambiental*. UNED, UNESCO, PNUMA (Enfoques Básicos, II).
- Gutiérrez, F., y Arauzo, T. (1997). *Subsidencia kárstica sinsedimentaria en un sistema aluvial efímero: El Barranco de Torrecilla (Depresión del Ebro, Zaragoza)*. España: Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias, Dpto. de Ciencias de la Tierra.
- Gutiérrez, V., Silva, S., Chaves, E., Zayas, M., y Castelán, R. (2020). Las barrancas de la Ciudad de Puebla, México: un recurso desaprovechado en una urbe con déficit de áreas verdes. *Interciencia*, 45(2), 110-116. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33962521009>
- Heine, K. (1971). Observaciones Morfológicas acerca de las Barrancas en la Región de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala. *Separata de Comunicaciones*. Alemania: Universidad de Bonn.
- Hernández-Aguilar, A., Ramírez-Ramírez, G., y Collazo-Ortega, M. (2007). Eco fisiología

- de *Echinocactus platyacanthus* (región Los Venados). En G. Pulido-Flores y A. L. López-Escamilla (eds.), *La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo. IV Foro de investigación por la conservación y II Simposio de áreas naturales protegidas del estado de Hidalgo*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hernández, T., y L de Bauer (1989). *La supervivencia vegetal ante la contaminación atmosférica*. México: Centro de fitopatología, Colegio de Postgraduados.
- Kemp, R., Zarate, M., Phillip, T., King, M., Sanabria, J., y Arguello, G. (2006). Late Quaternary paleosols, stratigraphy and landscape evolution in the Northern Pampa, Argentina. *Quaternary Research*, 66(1), 119-132. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.01.001>
- Laferriere, J.E. (1994). Vegetation and Flora of the Mountain Pima Village of Nabogame. Chihuahua, México. *Phytologia*, 77(2), 102-140.
- Lebgue, T., Sosa, M., y Soto, R. (2005). La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), 17-23. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162005000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162005000100003&lng=es&tlng=es)
- López-Sandoval, J., Koch, S., Vázquez-García, L., Munguía-Lino, G., y Morales-Rosales, E. (2010). Estudio florístico de la parte central de la Barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México. *Polibotánica*, (30), 09-33. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682010000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682010000200002&lng=es&tlng=es)
- Madrid, L., Martínez, I., y Rolón, J. (2009). Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancas a través del impuesto predial: el caso de la Ciudad de México. *Investigación ambiental*, 1(2), 153-167.
- Martínez, M., y Matuda, E. (1979). *Flora del Estado de México*. Edición facsimilar de los fascículos publicados en los años de 1953 a 1972. 3 t. México: Biblioteca Enciclopédica del Estado de México.
- McVaugh, R. (2001). *Flora Novo-Galiciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Vol. 3. Michigan: The University of Michigan Press.
- Miall, A. D. (1977). Litolofaciostypes and vertical profilemodels in braided river deposits: a summary. En A. D. Miall (Ed.). *Fluvial sedimentology* (pp. 597-604). Calgary, Alberta: Canadian Society of Petroleum Geologist (Memoir, 5). <https://www.csus.edu/indiv/h/hornert/geol%20230%20spring%202013/week%201%20stream%20class/mial%201977.pdf>
- Orduña Trejo, C., y Salas Páez, M. A. (1993). *Los mamíferos de la sierra Purépecha del estado de Michoacán*. México: SARH (Boletín divulgativo, 78).
- Rojas, M. (2011). El bienestar subjetivo: su contribución a la apreciación y la consecución del progreso y el bienestar humano. *Realidad, Datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 2(1), 64-77. [https://rde.inegi.org.mx/rde\\_02/doctos/rde\\_02\\_opt.pdf](https://rde.inegi.org.mx/rde_02/doctos/rde_02_opt.pdf)
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México: Limusa.
- Standley, P. C. (1920). *Trees and shrubs of Mexico*. Washington: Smithsonian Institution,

- United States National Museum (Contributions from the United States National Museum, 23).
- Vite-Silva, V., Ramírez-Bautista, A., y Hernández-Salinas, U. (2010). Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(2), 473-485. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532010000200020&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532010000200020&lng=es&tlng=es)
- Voglino, D. (2008). *Las Barrancas del Río Paraná en la Provincia de Buenos Aires*. Argentina: Servicio Geológico Minero Argentino (Sitios de Interés Geológico de la República Argentina, II).
- Voglino, D., y Pardiñas, U. (2005). Roedores sigmodontinos (Mammalia: Rodentia: Cricetidae) y otros micromamíferos pleistocénicos del norte de la provincia de Buenos Aires (Argentina): reconstrucción paleoambiental para el Ensenadense cuspidal. *Ameghiniana*, 42(1), 143-158.



Segunda parte

**EXPERIENCIAS DE ESTUDIOS SOBRE  
LOS DESAFÍOS Y COYUNTURAS QUE ENMARCAN  
LA ENCRUCIJADA AMBIENTAL**



## VIII. Factores del metabolismo social en la actividad alfarera de Metepec, México

RICARDO FARFÁN ESCALERA\*

CARLOS ALBERTO PÉREZ RAMÍREZ\*\*

MARÍA DEL CARMEN TORRES SALAZAR\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.08>

### Resumen

El estudio del metabolismo social permite comprender e identificar por medio del análisis del flujo de materia y energía las relaciones sociales emergentes; sin embargo, un factor que en la mayoría de los casos queda relegado es la dimensión social de las relaciones simbólicas (González y Toledo, 2014). En el caso de la actividad alfarera de Metepec, ha sido posible identificar una serie de factores económicos, políticos, socioculturales y ambientales que inciden en la elaboración y pervivencia de la alfarería en la realidad actual. Por ello, este capítulo se ha planteado analizar los factores contextuales del metabolismo social de la actividad artesanal alfarera en Metepec, con la finalidad de comprender la situación actual y los desafíos que enfrenta para su continuidad. Para ello, se realizó una investigación documental diacrónica y sincrónica sobre los factores contextuales de la actividad artesanal, como el devenir de la alfarería, las representaciones culturales y saberes de ésta, aunado a la dinámica socioeconómica y a las condiciones

---

\* Maestro en Ciencias Ambientales. Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6741-1037>; correo electrónico: rfarfane@uaemex.mx

\*\* Doctor en Ciencias Ambientales. Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8074-2391>; correo electrónico: caperezr@uaemex.mx

\*\*\* Doctora en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro. Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2119-8998>; correo electrónico: maria.torres@uaem.mx

físicas de su entorno. Se concluye que los factores intangibles han condicionado la forma en que se lleva a cabo el uso de la materia y energía dentro del metabolismo social de la actividad alfarera. Por lo anterior, se han identificado algunos de los factores que enmarcan la actividad y que sientan las bases para un análisis cualitativo que explique su desarrollo a lo largo del tiempo y la forma en que ha pervivido a pesar de los cambios socioterritoriales acontecidos a lo largo del proceso histórico del municipio.

**Palabras clave:** *metabolismo social, actividad artesanal, pervivencia.*

El ser humano y su actuar social inciden directamente en su entorno, las relaciones que establece con su ambiente transforman y modifican las condiciones previas a fin de adecuarlo a sus necesidades. De esta forma, integrando cada vez una mayor cantidad de elementos a las relaciones sociales la complejidad emerge como resultado de una cada vez menos evidente relación de factores que intervienen para que las sociedades actuales presenten las condiciones existentes. En este sentido, tomando como punto de partida las contribuciones de Morin (2005) y García (2006) en relación con el estudio de los sistemas complejos es viable delinear un principio de complejidad que permita la integración de diferentes características de mundos de conocimiento separados. De esta forma, será posible integrar y reorganizar diferentes situaciones a través de su estructuración como un todo organizado, que García (2006) llama sistema complejo y que es únicamente analizable por medio de aproximaciones interdisciplinarias.

La interdisciplinariedad en el abordaje de temáticas donde lo social y lo ambiental se integran hace necesario considerar diferentes enfoques que superen la parcialidad de estudios disciplinarios. Por lo anterior, Funtowicz y De Marchi (2000) proponen que el análisis por medio del modelo de sistemas complejos es la ciencia de la sustentabilidad, resultado de una convergencia evolutiva, el enfoque interdisciplinario emerge a partir del incremento de la complejidad de la realidad actual, representando una importante alternativa integradora.

De esta manera, se plantea el metabolismo social como una propuesta explicativa a los problemas ambientales bajo el marco teórico de las ciencias



de la complejidad, que busca exponer de manera adecuada la realidad de los fenómenos sociales actuales por medio de un enfoque multidisciplinario e integrador.

## Metodología

La forma como se organicen en sociedad los seres humanos incide de manera directa en cómo intervendrán, transformarán y se apropiarán de la naturaleza, esta relación que se establece con el entorno determina el modo en que un cambio en las condiciones sociales generará un efecto directo en la forma en cómo se modificarán las condiciones entre la totalidad natural y el actuar social.

En este sentido, es pertinente considerar que, aunque el modelo de metabolismo social reconoce a la naturaleza y a la sociedad como totalidades, en la realidad las interrelaciones pueden superar los límites metodológicos aplicados, ello se debe a que pueden ser considerados como un todo, un sistema complejo, con diferentes acepciones.

Tomando en consideración lo ya establecido y a fin de describir algunos de los factores que inciden en la actividad alfarera de Metepec, de manera particular en lo que corresponde a los elementos inmateriales, se realizó una investigación documental diacrónica y sincrónica sobre los factores contextuales de la actividad artesanal. La exploración documental realizada ha permitido identificar características propias, dando como resultado una integración que se corresponde al elemento temporal de la alfarería en Metepec, asociada y como resultado de una relación sociedad naturaleza particular de este entorno.

Siendo la base metodológica la propuesta de González y Toledo (2014) en torno a los factores inmateriales a considerar para el abordaje de procesos metabólicos, se han retomado las variables como: entorno ambiental y condiciones físicas asociadas a la alfarería, devenir de la alfarería, representaciones simbólicas de la alfarería y saberes en relación con la actividad.

Los resultados presentados han tenido como principales fuentes de información libros y artículos, tanto históricos como recientes de la actividad

artesanal y de las condiciones socioambientales; documentos institucionales como planes, programas y normas, de los tres niveles de gobierno, locales, estatales y nacionales; bases de datos, censos e información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); así como en observación no participante, resultado de recorridos de campo realizados en septiembre y octubre del 2021.

## Resultados

### Complejidad y metabolismo social

Infante *et al.* (2017) consideran que la incorporación del término metabolismo (*stoffwechsel*) se le debe a Marx, y éste se encuentra centrado en la atención en las relaciones entre el hombre y la naturaleza. Por su parte, Toledo (2013) se remonta a la obra de Schmidt (1997), *El concepto de Naturaleza en Marx*, el cual es un documento necesario para comprender la articulación entre marxismo y ecología. Realizando el recuento histórico del uso del concepto, Infante *et al.* (2017) hacen alusión a un manejo azaroso y poco articulado del término, el cual era utilizado principalmente para manifestar alteraciones y cambios en sistemas sociales.

Al buscar comprender el concepto de metabolismo social es necesario considerar a la naturaleza como aquello que existe y se reproduce independientemente del ser humano, en tanto que la sociedad no reacciona solamente a procesos de carácter social, sino que también se ve afectada por fenómenos naturales, una forma de recursividad naturaleza-sociedad.

Toledo y de Molina (2007) consideran que a partir de la conceptualización ecológica de la sociedad y social de la naturaleza, es posible superar el conocimiento parcelado, permitiendo asumir un “pensamiento complejo” (Funtowicz y Ravetz, 1993; Morin, 1984; Leff, 2000) situando a los fenómenos sociales y naturales en un contexto en el que asuman la importancia de la posición y la escala.

De acuerdo con Barron (2018), el concepto de metabolismo social se encuentra enmarcado dentro de las relaciones complejas conceptuales de

diferentes disciplinas, desde su origen, como en su objeto de estudio y empleando el concepto como una “herramienta conceptual analógica”, dándole el apellido “social” con el fin de enfocarse al estudio del fenómeno y/o objeto de estudio, permitiendo la integración del enfoque de las ciencias sociales y las ciencias naturales. Barron (2018) encuentra que en este concepto se entrelazan diferentes enfoques como la biología, la medicina, la historia, la economía, la física. Como objeto de estudio, González y Toledo (2014) establecen que se corresponde con el tratado de la base material de las relaciones sociales, las cuales no se explican solas, respondiendo a una dimensión social de relaciones simbólicas.

Los estudios derivados de los análisis del metabolismo social (MS) se centran principalmente en realizar conteos de flujos de materia y energía. Aunque Infante *et al.* (2017) distinguen tres escuelas que abordan de diferente forma el estudio de esta temática: (a) IFF Social Ecology de Viena, estudios de grandes tendencias a escalas agregadas; (b) ICTA de Barcelona, interesados en revelar el interior de la caja negra conformada por los procesos metabólicos, diversas escalas, interacciones y fondos; y (c) Propuesta de MS a la agricultura con orientación agroecología e histórica.

Las problemáticas a las que se tiene que hacer frente en la actualidad, siendo manifestaciones de una crisis de civilización que se puede observar empíricamente en una multitud de situaciones de escala planetaria con sus correspondientes manifestaciones en el ámbito local, hace necesario buscar nuevos campos explicativos debido a que nuestra realidad se ha convertido en un complejo sionatural o naturosocial (Toledo, 2013).

En este orden de ideas el estudio del metabolismo social se presenta como una alternativa importante para abordar la realidad, ya que es posible considerarla en su totalidad como proceso o fraccionarla, sin embargo, esto contradeciría la integración como un todo que es más que las partes, siendo la dimensión del análisis la que definiría el estudio, teniendo en cuenta que cada uno se centraría más en uno o más de los procesos que forman la cadena metabólica.

Para cuestiones de este estudio se considera que el modelo explicativo de González y Toledo (2014) tiene el potencial heurístico para integrar dentro de su metodología aquellos elementos socioculturales y simbólicos que el modelo de Muiño y Morán (2015) proponen, con un reordenamiento de

factores que se origine en los cinco procesos metabólicos y que, con indicadores similares a los propuestos por los autores mencionados, se integren dentro de la propuesta de metabolismo social.

Como ha sido expuesto por González y Toledo (2014), su proyecto busca superar el enfoque de un simple análisis de flujo y convertirse en un modelo que permita identificar las interrelaciones que se presentan entre las diferentes relaciones que se originen del mismo, es decir, identificar las emergencias que se producen por la interrelación propia de los elementos del sistema social para identificar la forma en que funciona, superando la “caja negra” a fin de comprender de mejor manera cómo se realiza el proceso metabólico.

Aunque el concepto tiene sus bases en algunos planteamientos de Marx, de acuerdo con lo establecido por Toledo (2013), son Boulding (1966) y Ayres (1989) quienes lo (re) inventaron para realizar el análisis de flujos materiales, centrados en la cuantificación de flujos de energía y materiales, cuestión que, mención aparte, ya cuenta con una importante cantidad de índices y fuentes de información a nivel internacional, teniendo como resultado la cuantificación material y energética de los metabolismos de varios países, incluido México. Sin embargo, el perfil metabólico se reduce a cálculos de entradas (apropiación), salidas (excreción) dejando de lado dimensiones no materiales e intangibles del metabolismo.

Para González y Toledo (2014) es necesario reconocer y reorganizar dos totalidades en permanente interacción:

- La sociedad, estructura que recibe los productos finales de la sociabilidad y la culturalidad de los humanos y humanidad; y
- La naturaleza, de acuerdo con Rousset (1974), sería aquello que existe y que se reproduce independientemente de la acción humana, representando un orden superior de la materia.

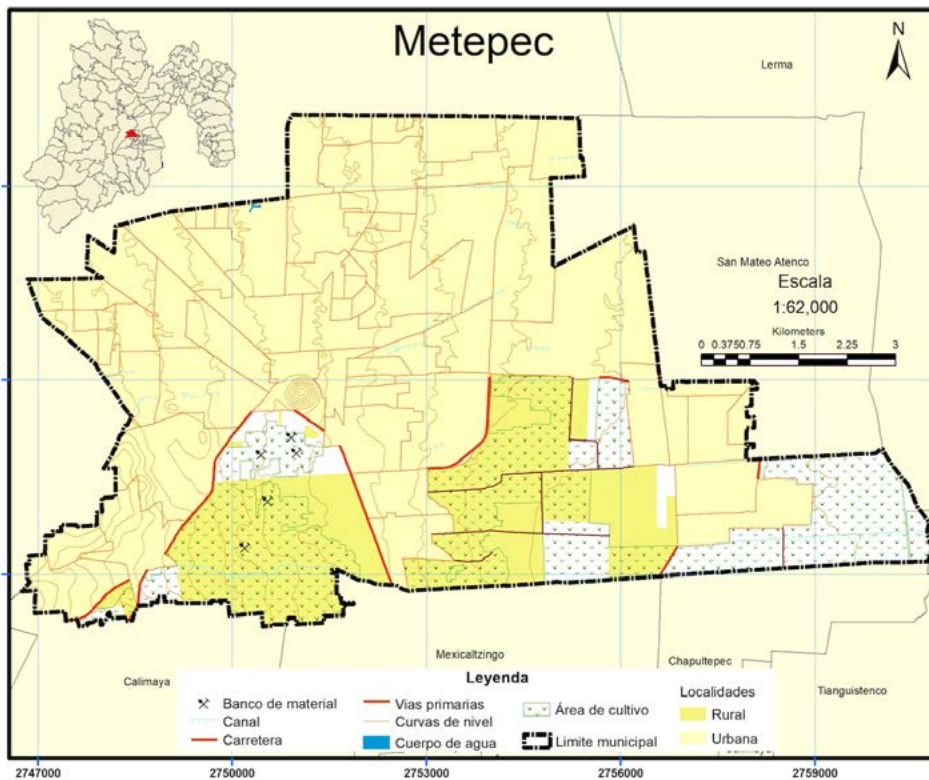
Como lo mencionan González y Toledo (2014), por un lado, los humanos socializan partes o fracciones de la naturaleza, situación que se evidencia con los cambios a los entornos naturales con el propósito de lograr entornos más propicios o agradables a los humanos y, por otro, naturalizan a la sociedad produciendo y reproduciendo sus lazos con el mundo natural,

de forma indirecta se buscan espacios que sean agradables en cuestión ambiental, como el paisaje y entornos aparentemente menos alterados.

### Entorno ambiental y condiciones físicas asociadas a la alfarería

El municipio de Metepec se encuentra asentado en el valle conocido como del Matlatzinco, en la porción norte del Valle de Toluca, siendo parte del área metropolitana de Toluca. Se ubica a 55 km al suroeste de la capital del país, colindando con la capital del estado, el municipio de Toluca de Lerdo.

Mapa VIII.1. Localización de Metepec, Estado de México



FUENTE: Elaboración propia con base en datos de INEGI (2020).

Su altitud es de 2 619 msnm, con unas coordenadas de 19° 15' norte y 99° 36'10" longitud oeste. La extensión territorial municipal es de 67.46 km<sup>2</sup>, representando 0.32% del territorio nacional. Metepec colinda con Toluca, San Mateo Atenco, Lerma, Santiago Tianguistenco, Calimaya y Mexicaltzingo (H. Ayuntamiento de Metepec, 2019).

El municipio se integra por una cabecera municipal, que tiene la denominación de “Ciudad Típica de Metepec” (conformada por seis barrios), 11 pueblos, cuatro colonias agrícolas, ocho unidades habitacionales, 13 colonias urbanas, nueve conjuntos urbanos, 27 fraccionamientos y 387 condominios (H. Ayuntamiento de Metepec, 2021).

Siendo la cabecera municipal el área de estudio de la presente investigación, la que de ahora en adelante se denominará acorde a dicha normatividad como “Ciudad Típica de Metepec”. Dicho territorio, como se mencionó antes, es un conjunto de seis barrios, siendo éstos: Coaxustenco, San Mateo, San Miguel, Santa Cruz, Santiaguito y Espíritu Santo.

Geológicamente el municipio se encuentra ubicado sobre un suelo de tipo aluvial y lacustre, facilitando la recarga de mantos freáticos. La formación y estructura de suelo en el municipio corresponde a: brecha volcánica básaltica 1.49%; volcanoclástica (Vc) 2.61%, lacustre (La) 12.60% y en mayor proporción el aluvial (Al) con 83.30% (H. Ayuntamiento de Metepec, 2019).

Edafológicamente el territorio está compuesto por tres tipos de suelo: feozem, litosol e histosol. Por lo anterior, su suelo —en su mayoría fino y medio— posee elementos para ser considerado como propicio para ciertos tipos de vegetación y para actividades vitales de seres humanos, plantas y animales, debido a que es rico en nutrientes y materia orgánica (H. Ayuntamiento de Metepec, 2019).

Actualmente en Metepec la disposición de fuentes hidrológicas superficiales es casi nula, aunque en el subsuelo se encuentra la presencia de importantes acuíferos, siendo la perforación de pozos la forma de abastecimiento de agua empleada para consumo humano y para riego. Con una hidrología subterránea con material no consolidado permite la infiltración de agua de lluvia, en un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%.

Administrativamente, en materia de agua el municipio gestiona siete títulos de concesión de aguas nacionales para la sustracción del recurso, el cual se distribuye por medio de los 34 pozos profundos con los que cuenta.

Climatológicamente, al municipio corresponde a un tipo templado subhúmedo (C(w2)). Siendo la topografía del Valle de Toluca y la elevada altura lo que incide en las bajas temperaturas, llegando a ser extremoso en invierno, con temperaturas de  $-2$  a  $-3$  °C. A lo largo del año la temperatura fluctúa entre  $10$  y  $14$  °C, con un total de entre ocho y  $10$  días de heladas, y dos a cuatro granizadas. Las máximas precipitaciones pluviales se presentan entre julio y agosto, con variaciones entre  $150$  y  $180$  mm (H. Ayuntamiento de Metepec, 2019).

Los usos de suelo del área municipal son: urbano con  $58.39\%$ , agrícola  $31.2\%$ , minas  $1.97\%$ , parques  $1.68\%$ , riesgo  $3.59\%$ , humedales  $2.65\%$ , otros usos  $0.51\%$  y forestales  $0.31\%$ . Para el caso del pastizal éste es inducido en tanto que el área agrícola en su mayoría es de temporal, en el uso forestal es predominante el pino (*Pinus cembroides*) (H. Ayuntamiento de Metepec, 2019).

### Devenir histórico de la alfarería de Metepec

Un hecho característico de la actividad alfarera en Metepec es que no cuenta con barro, la arcilla del lugar resulta inapropiada para este fin, por ello es que se obtenía principalmente de Ocotitlán, aproximadamente a  $7$  km de donde se practica la actividad (Huitrón, 1999).

Chacón *et al.* (2006) ubican el área que hoy conforma al municipio de Metepec dentro de uno de los tres complejos cerámicos de la región del Valle de Toluca durante el periodo Posclásico (900-1521 d. C.). De esta manera se identifica la pertenencia al grupo matlatzinca, caracterizado por un pulido excelente en ambos lados, interior y exterior.

Para Huitrón (1999) la alfarería de Metepec es mestiza, es decir, producto de la integración de técnicas precolombinas con aquellas traídas por los españoles, que a lo largo del tiempo ha incorporado elementos que le confieren un sello particular, sobre todo en los elementos estéticos.

Durante la época del antiguo Reino de México —y posteriormente Intendencia de México— en el Valle de Toluca no se tiene registro de disposiciones legales que reglamentaran la protección y mejora de la alfarería. Huitrón (1999) considera que ello se debió a la condición rural y agrícola

de los pueblos en tiempos en donde las actividades económicas se ceñían en torno a la gran hacienda.

La función de los diferentes artículos elaborados en barro cambió, después de la conquista las vasijas eran los contenedores más importantes para las actividades domésticas, aunque menos utilizados para rituales, debido a que se identificaban con prácticas religiosas prehispánicas, motivo que impulsó su supresión. De esta forma los españoles indujeron el uso de contenedores de otros materiales como el metal, así como artículos como las velas, que ganaron popularidad en el sentido religioso.

Lo anterior modificó las funciones de los elementos en barro a funciones decorativas, cambiando la decoración pictográfica donde anteriormente se manifestaban mensajes asociados al contexto. De esta forma, el uso de adornos más simples y menos significativos provocó que la tradición de la cerámica como medio de alfabetización desapareciera (Sánchez, 2012). Ya en 1960 se reconocía el valor estético de las representaciones de la muerte a través de la elaboración de calaveras, siendo una forma de expresión de la ironía y humor ante los problemas y sufrimiento de las personas (Huitrón, 1999).

De acuerdo con diversos autores, como Chávez y Camacho (1997), Espejel (1975) y Huitrón (1999), en la década de 1970 Metepec era considerado como el centro de producción más importante del Estado de México en cuanto a la fabricación de implementos domésticos. Consideran como una particularidad que, aunque se encuentran cercanos al lugar de elaboración, el acceso a los bancos de arcilla no es gratuito, motivo por el cual deben de pagar por este material, así como por su transporte, que generalmente es realizado por la misma persona que lo oferta.

Huitrón (1999) considera que la alfarería de Metepec tiene una tradición familiar, lo anterior a razón de que eran familias enteras las que se dedicaban a la elaboración de ollas, macetas, cazuelas y loza en general. Era localista porque su distribución no se realizaba más allá de ese entorno, el cual además se reflejaba en sus rasgos decorativos. Además, le asigna el término de estoica debido a la tenacidad de los artesanos ante un medio no favorable para la actividad y en presencia de la indolencia oficial para apoyar legal y económicamente al sector.

En la actualidad, aunque aún existen familias que se mantienen en la elaboración de utensilios vidriados, algunos otros se han especializado en



la producción de artesanías, como los llamados árboles de la vida, así como de algunas figuras que imitan piezas arqueológicas (Sánchez, 2012).

### **Representaciones simbólicas de la alfarería y saberes en relación con la actividad**

Los alfareros del pueblo de Metepec en su época Azteco-Matlatzinca llevaban a cabo un acabado de la superficie, que consistía en aplicar la capa de engobe precocción sobre los motivos y de esta forma se ennegrecía, después se volvía a colocar engobe y se bruñía. En cuanto a los materiales utilizados, éstos eran el barro amarillo tirando a bayo. Las formas se caracterizaban por soportes de *spider leg* y los semiplanos; raramente soportes cilíndricos; cajetes de poco fondo, paredes redondeadas y convexas (Chacón *et al.*, 2006).

La decoración en los soportes se pintaba en los espacios que atraen la vista, con dos figuras básicas: figura abstracta compuesta por líneas paralelas inclinadas y verticales, algunas rectas y otras ondulantes, conformando un triángulo atravesado por una figura a manera de espina o punta de maguey; la otra es una cruz donde el color natural del barro conforma el elemento natural. Se aplicaban también discos con ganchos, cruces y equis en las centrales, así como líneas rectas, curvas y grecas escalonadas en las zonas anulares, siendo éste un elemento que incide en el hecho de no encontrar ejemplares iguales. En los soportes, manchas de pintura, anillos delgados rojos. Además de líneas paralelas formando cuadrículas, triángulos, series de eses, ganchos, líneas ondeadas. En ausencia de motivos cruciformes en las zonas centrales, se cubren con grandes discos o motivos de líneas rectas o espirales (Chacón *et al.*, 2006).

Con una decoración pintada en rojo con fondo color café claro, motivos geométricos de líneas, grecas, eses y triángulos, con incisiones o raspados. En la fase tardía se utilizaba pintura de color rojo, negro y blanco sobre fondo café claro. Motivos en bandas, líneas semicirculares, círculos y triángulos, desapareciendo casi la técnica de incisión o raspado. En cuanto a las formas, Chacón *et al.* (2006) mencionan el predominio de vasijas trípodes, cuencos, cajetes o platos, molcajetes aparentemente de uso funerario, ollas y cántaros.

En la actualidad, en Metepec, para el caso de la artesanía utilitaria, ollas y cazuelas principalmente, la decoración no es tan significativa en el proceso de producción, está hecha de manera apresurada y sin significado especial para alfareros o consumidores. Son elaboradas para mercados urbanos o turísticos, donde el adorno sólo tiene una función decorativa, siendo algunos fabricados exclusivamente con fines ornamentales.

Así pues, la cerámica se ha separado de sus funciones prehispánicas, al tiempo que en la mayoría de los hogares no son los utensilios más comunes, sino uno más entre la variedad de objetos de otros materiales. Aunque para algunas familias siguen siendo un elemento importante como enseres de cocina, así como para celebraciones religiosas, en especial en aquellas que entrelazan lo católico con lo mesoamericano, por ejemplo, el día de muertos (Sánchez, 2012).

Durán (2019) considera que la versión funcional de la cultura, en el contexto evolucionista, con mirada colonial, positivista y eurocéntrica, expuesta a mediados del siglo xx, aglutinó lo espiritual y las prácticas sociales, creencias y conocimientos, costumbres y modos de vida. Lo anterior registro, por medio de diversos estudios etnográficos, a los pueblos, ritos, costumbres, tradiciones, prácticas alimentarias, cultivos, organización social, economía, política, parentesco, entre otros muchos, de una forma taxonómica como prácticas anacrónicas, entendiendo lo cultural desde lo objetual, despolitizada, atemporal, no coetánea.

De acuerdo con Durán (2019), en el manejo de los recursos naturales de algunas comunidades se presentan prácticas sostenibles que pueden ser replicadas, esto como resultado de que el patrimonio cultural inmaterial se articula como formas de respuesta sensible y creativa de las personas para hacer frente al mundo en que se desenvuelven.

Lo anterior conduce a pensar en lo cultural como un área donde se habrán de manifestar disputas materiales y simbólicas, en ocasiones marcadas por intercambios desiguales y relaciones de poder y alteridad. Más allá de una connotación, es un contexto de la realidad que ofrece la oportunidad para el desarrollo por medio de la afirmación cultural fortaleciendo la identidad, patrimonio y creatividad.

Durán (2019) considera a los barrios como lugares emblemáticos, a la par que a otros espacios dentro de las urbes, dando cuenta del origen, iden-

tividad e historia, cargados de materialidad y simbolismo. Ellos fortalecen la cohesión social y la identidad, aportando al desarrollo local por medio de su inserción como oferta de consumo turístico y cultural. Sin embargo, en ocasiones, al intervenir en ellos se ha generado desplazamiento de la población, procesos de gentrificación (recomposición de la población con clases medio-altas, modificando estilos de vida) y de exclusión social.

Sánchez (2012) identifica en la actualidad seis etapas en el proceso de elaboración de la cerámica de estilo indígena en Metepec, las cuales están asociadas a la situación prehispánica tardía y colonial temprana: la preparación de la arcilla, modelado de vasijas, acabado de superficies, cocción, decoración y ensamblaje. Considera que en la preparación de la arcilla existe poca variación en las recetas, mezclando dos tipos de arcillas, siendo la diferencia la cantidad de arena que contienen.

De acuerdo con la topografía del Valle de Toluca y con sus antecedentes lacustres, las arcillas resultan inapropiadas para la elaboración de alfarería, sin embargo, para subsanar este inconveniente, falta de plasticidad y moldeabilidad, los alfareros incorporan sustancias orgánicas e inorgánicas para templearla. De esta forma se mejora la resistencia al secado y el cocimiento, pues las sustancias tienen la finalidad de aglutinar y compactar la pasta para darle cohesión.

En el caso de la arcilla con la que cuenta Metepec, Huitrón (1999) señalaba que contenía un exceso de arena que provocaba el agrietamiento y no soportaba altas temperaturas. En 1960 el barro proveniente de Ocotitlán era transportado en burros por los mismos dueños de los yacimientos, con un precio de entre \$1.50 y \$2.00, correspondiendo a dos costales de aproximadamente 25 kilos cada uno, esto correspondía a una carga. Otra forma de abastecimiento era la carreta con 10 o 12 cargas, el cual provenía principalmente de San Felipe Tlalmimilolpan, que en ese entonces resultaba mejor para la elaboración de las piezas.

En el caso de Metepec, los alfareros agregan púas de caña seca debido a que la arcilla es demasiado fina, esto ha sido documentada por Charlton *et al.* (2008), quienes mencionan que en la arcilla se agregaban púas de junco en los contextos rurales precoloniales tardíos del Valle de Toluca, donde en los recipientes para cocinar y servir se incluían fibras vegetales en la arcilla, lo anterior incide en la consistencia necesaria del barro para el modelado.

Imagen VIII.1. *Elaboración de piezas en taller familiar del Barrio de Coaxustenco, 2021*



FUENTE: Elaboración propia.

El material aglutinante orgánico empleado es la plumilla, el cual proporciona cohesión a las pastas, sin ella el barro no tendría fuerza y se resquebrajaría o se agrietaría. Este material es la flor del tule, es una especie de juncia que crece en la laguna de Lerma. La flor es una espiga café con pequeños filamentos que envuelven el núcleo o camote, que con una presión ligera se desprenden formando tamo. Cuando en ocasiones, la plumilla escaseaba, se suplía con estiércol secado y remolido o con ceniza, aunque ello afectaba directamente la calidad del barro.

### **Metepec y su historia reciente**

En 1950 Metepec contaba con 17 247 habitantes, una década más tarde su población se incrementó en 9.67% pasando a 18 915. Para 1970 se da un

crecimiento de 67.72% y ya para 1980 su población total llegó a los 83 030. Con el apoyo de la industrialización se favorecieron movimientos migratorios, expulsando población rural a centros urbanos dinámicos, sobre todo de 1980 a 1990. En 1990 Metepec alcanzó 140 268 habitantes (INEGI, 1990), sin embargo, este crecimiento ha continuado hasta la fecha, llegando a los 242 307 habitantes en el 2020 (García, 2018; INEGI, 2020).

De acuerdo con García (2018), Metepec ha pasado de ser un municipio eminentemente rural a uno casi totalmente urbano, lo anterior lo atribuye a la política del Estado mexicano desde la década de 1930, que buscaba el desarrollo de la región central con inversiones en la industrialización para convertirlo en motor económico y poblacional de la nación.

Metepec obtiene en 2006 su denominación de Pueblo con Encanto —por parte del Gobierno del Estado de México— sustentado en un incremento de su afluencia turística, vocación artesanal, servicios de alimento y bebidas, así como la presencia de fiestas y tradiciones. Lo anterior, de acuerdo con Hernández *et al.* (2017), evidencia la falta de coordinación, interacción, convergencia y transversalidad de los programas estatales y municipales, ya que es hasta el 2012 cuando, el 14 de septiembre, el gobierno federal le da la denominación de Pueblo Mágico.

Metepec es considerado como Pueblo Mágico puesto que a sido testigo de todas las etapas históricas de la nación, conservando leyendas, tradiciones y costumbres en cada una de ellas. Además, cuenta con atractivos tangibles e intangibles:

- Construcciones del siglo XVI: parroquia de San Juan Bautista, ex convento franciscano.
- Construcción de tezontle, siglo XVIII, iglesia de la Virgen de los Dolores (Calvario).
- Plaza Benito Juárez, Tlanchana y Kiosco con relieves de barro.
- Artesanía, utilitaria y ornamental, destacando el Árbol de la Vida.
- Museo del Barro.
- Festival Quimera.
- Corredores artesanales.
- Iglesias, capillas y haciendas de los siglos XVI a XIX (Hernández *et al.*, 2017).

Dicha incorporación implicó cambios en algunos elementos de la estructura urbana, además de incluir la necesidad de volver sustentables a los pueblos mágicos con el involucramiento y participación de las comunidades receptoras y de la sociedad. Lo anterior resultó inviable, debido a la perspectiva reduccionista en un entorno con una presencia de patrimonio cultural y natural, lo que de acuerdo al programa justificaba el cumplimiento de la sustentabilidad (Hernández *et al.*, 2017).

Hernández *et al.* (2017) reportan en su investigación que los habitantes de Metepec consideran como el patrimonio más importante a las artesanías (59%), en segundo lugar, las ferias y fiestas (30%), iglesias y templos (7%) y a los eventos artísticos culturales (4%). En tanto que en el caso de los visitantes, las motivaciones fueron las siguientes, 36% fue para la compra de artesanías, 20% para recorridos de museos e iglesias, 18% para el conocimiento de costumbres y tradiciones, 15% por eventos programados, 8% comida y bebidas típicas y 3% como lugar de encuentro.

Imagen VIII.2. Entrada al mercado artesanal, 2021



FUENTE: Elaboración propia.

Actualmente, y de acuerdo con el H. Ayuntamiento de Metepec en 2019, en el municipio la principal actividad es la artesanal, contabilizando más de

300 artesanos y 270 familias dedicadas a la actividad. Hoy en día el Ayuntamiento considera que la Casa del Artesano y los corredores artesanales son los preferidos por los turistas y visitantes.

En el municipio —y de manera más precisa en la Ciudad Típica de Metepec— se presenta una significativa variedad de expresiones artísticas de los artesanos, materializada en piezas escultóricas y gráficas presentes en los principales espacios públicos de la zona centro. Hernández *et al.* (2017) estiman que es evidente el sesgo hacia las piezas de alfarería y de cerámica en los locales comerciales, sin embargo, también es posible reconocer la presencia de otro tipo de artesanías, desde cestería, platería, manualidades, madera y pintura con diseños más novedosos orientados en su mayoría hacia la decoración.

Lo anterior es un importante atractor sobre todo de la actividad turística e incide en la identidad de Metepec como centro comercial, aún más en las últimas décadas con la presencia de importantes plazas comerciales de comercio global. En el caso de las artesanías, siendo más específico lo concerniente a las piezas de alfarería de tipo utilitario, se presenta una baja valoración por parte de la población local hacia el trabajo artesanal con una importante presencia de regateo, intercambio y trueque de las piezas (Hernández *et al.*, 2017).

Dicha aseveración resulta un tanto ambigua, toda vez que el total de habitantes de Metepec asciende a más de 240 000, aunque en cuanto a atractor de turismo y como base de otras actividades vinculadas a éste, es donde su importancia sería mayor.

Aunque actualmente Metepec es considerado como uno de los municipios con un importante peso económico en la Zona Metropolitana de Toluca, es a partir de la década de 1960 cuando se establecen las primeras colonias y fraccionamientos habitacionales, influenciados por la consolidación de la zona industrial de Toluca-Lerma en 1970 y la construcción del aeropuerto a inicios de 1980, siendo factores que incentivaron el proceso de urbanización del municipio (Aguilera y Corral, 1992; Gómez *et al.*, 2016).

Pero es en la década de 1990 cuando se presentan importantes transformaciones a partir de la construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos habitacionales de nivel medio y residencial, aunados al incentivo en el desarrollo de las actividades comerciales y de servicios, derivando

en la edificación de plazas y centros de comercio de medio y alto nivel adquisitivo (Aguilera y Corral, 1992; Gómez *et al.*, 2016).

Demográficamente el municipio ha presentado un incremento constante de su población, tan sólo en los últimos 25 años la población ha aumentado en casi 70 000 habitantes.

Tabla VIII.1. *Habitantes de Metepec 1995-2020*

Año	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Población	178096	194463	206005	214162	227827	242307

FUENTE: Elaboración propia con base en datos del INEGI (1995; 2000; 2005; 2010; 2015; 2020).

En cuanto a la cobertura de los servicios básicos en el municipio, el servicio que presenta un menor porcentaje de cobertura es el de agua entubada con 92.4%, mientras que el drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica se encuentran por arriba de 99%. El total de viviendas del municipio representa 1.5% del total estatal con 68 140, las cuales tienen un promedio de 3.6 ocupantes por vivienda y 0.8 ocupante por cuarto.

Resulta pertinente contar con un panorama general de las condiciones económicas del municipio para, posteriormente, especificar algunos elementos directamente relacionados con la actividad artesanal. En el caso de la población económicamente activa (PEA), ésta es de 61.3%, siendo 56.3% hombres y 43.7% mujeres. De éstos, la población ocupada es de 97.8% en el caso de las mujeres y de 96.9% en el caso de los hombres.

Ahora bien, en el caso de la población no económicamente activa es interesante observar la composición de ésta en términos de sus actividades; los porcentajes más altos son los estudiantes, con 40.40% y las personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, con 37.80%; 14.40% corresponde a los pensionados y jubilados, 5.6% en otras actividades no económicas 5.60% y 1.8% a aquellas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar.

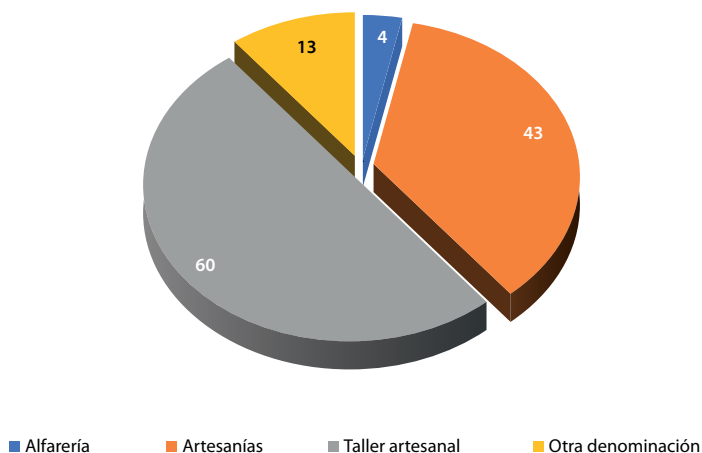
Con el propósito de realizar un mayor acercamiento a la dinámica económica de la actividad alfarera se ha consultado el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) correspondiente a noviembre de 2019. En este instrumento el INEGI ofrece datos de ubicación, identificación, actividad económica y tamaño de unidades económicas activas.



La clasificación que lleva a cabo el INEGI en el DENUe se basa en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018, denominado SCIAN 2018. Conformándose como un marco consistente y actualizado en el análisis y presentación de estadísticas económicas de acuerdo con la estructura de la economía en México. En dicha clasificación el código de la clase de actividad que corresponde a la fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza es el 327111 (DENUE, 2019).

Para el caso de la Ciudad Típica de Metepec (CTM), las unidades económicas existentes correspondientes a la fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza son 120, de las cuales, la mayoría tienen una denominación de taller artesanal, con 60, en segundo lugar, están las de artesanías, con 43, 13 con otra denominación y 4 con alfarería.

Gráfica VIII.1. Establecimientos dedicados a la fabricación de alfarería en la CTM, 2019



FUENTE: Elaboración propia con base en datos de DENUE (2019).

Considerando que el área de estudio corresponde a la CTM, y que ésta se encuentra integrada principalmente por Barrios, se ha graficado la ubicación de éstos de acuerdo con las respuestas contenidas en el DENUe (2019). De acuerdo con ello, es el Barrio de Santa Cruz el que concentra la mayor cantidad de unidades económicas de este tipo, con 49, su caso resulta interesante, ya que es éste donde está ubicado el mercado de las artesanías, por tanto, podría ser considerado como espacio de venta y no como de fabrica-

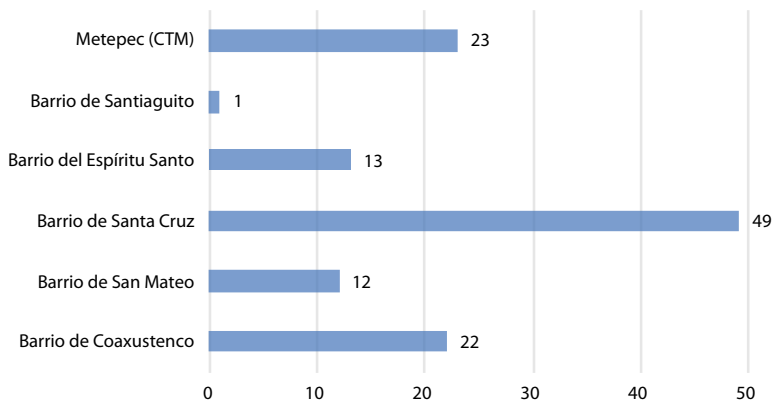
ción, sin embargo, dentro de los locales algunos comerciantes realizan actividades de pintado y adorno de las piezas, por lo que podría ser considerado como de fabricación.

Imagen VIII.3. Taller familiar en el Barrio de San Mateo, 2021



FUENTE: Elaboración propia.

Gráfica VIII.2. Ubicación de los establecimientos dedicados a la fabricación de alfarería en la CTM, 2019



FUENTE: Elaboración propia con base en datos de DENUE (2019).

En segundo lugar está Metepec, con 23 (se consideró como Metepec a todas aquellas unidades productoras que estando dentro de la CTM dieron como ubicación barrial Metepec, colonias o fraccionamientos que se encuentran dentro de los barrios o que corresponden al territorio mencionado, ninguna se encuentra fuera de los límites del área de estudio establecida).

Imagen VIII.4. Almacenaje y secado en taller del Barrio del Espíritu Santo, 2021



FUENTE: Elaboración propia.

En tercer lugar, el Barrio de Coaxustenco, lugar que históricamente ha sido considerado por diversos autores como el lugar de mayor producción alfarera. En cuarto lugar, el Barrio del Espíritu Santo, con 13, siendo éste el barrio donde se encuentra establecido el corredor artesanal “Comonfort”, y el que la mayor parte de los turistas reconocen como el lugar de venta de alfarería de Metepec. El Barrio de Mateo, colindante con el barrio de Coaxustenco, cuenta con 12 y Santiaguito sólo reporta una.

## Conclusiones

El desarrollo de la investigación hizo posible mostrar que la actividad artesanal en Metepec, especialmente la alfarería, se corresponde con antecedentes precolombinos, esto sustentado en los vestigios de la zona del Valle de Toluca, donde incluso los dibujos incrustados en las piezas de la época referida guardan cierta correspondencia con la iconografía actual, en especial con piezas de tipo utilitario.

Asimismo, es posible señalar que aunque hace 60 años la alfarería predominante se correspondía con la de uso doméstico, a pesar de que la decorativa ya tenía una presencia importante, actualmente es la artesanía decorativa la que se posiciona como atractivo turístico y de reconocimiento no sólo regional, sino también nacional. A la par de ello, la actividad aún representa una importante fuente de empleo para la población de la cabecera municipal, no sólo en lo que se refiere a la elaboración de ésta, sino, incluso tal vez en mayor medida, en lo que se refiere a la comercialización, donde es posible identificar no únicamente piezas de elaboración local, regional y nacional.

En este sentido, el abordaje transversal de algunos aspectos históricos y actuales, así como la incorporación de la descripción del simbolismo de las piezas que se ha mantenido a lo largo del tiempo, en un territorio donde a pesar de no contar con el elemento natural necesario para el desarrollo de la misma, ésta se ha adecuado a diferentes momentos adaptando la elaboración de las piezas, pasando de un tipo utilitario a otro ornamental, pero manteniendo algunas otras piezas vigentes para su uso en prácticas culturales.

Se concluye que los factores intangibles han condicionado la forma en cómo se lleva a cabo el uso de la materia y energía dentro del metabolismo social de la actividad alfarera. De esta manera se presenta una relación entre la actividad social con el entorno natural propia, a pesar de que, como en el caso de Metepec, los recursos necesarios para ello no se encuentren disponibles en territorio propio. Una actividad que, a partir de la necesidad de satisfacer un requerimiento local, se ha convertido en un elemento detonante en parte de la actividad turística, así como también de los factores que incidieron en su nombramiento como pueblo mágico.

Lo anterior permite no sólo la identificación de los factores que enmarcan la actividad, sino también sienta las bases de un análisis cualitativo que explique, en buena parte, su desarrollo a lo largo del tiempo y la forma en que ha pervivido a pesar de los cambios socioterritoriales acontecidos a lo largo de su historia. Si bien se han destacado aspectos no tangibles, existen otros factores que inciden en el metabolismo social de la actividad alfarera y en el proceso metabólico alfarero. Sin embargo, este avance resulta sólo una parte de un análisis más amplio y minucioso que deberá ser completado con el estudio de las fases del proceso metabólico, en el que con la determinación e identificación de flujos y fondos, algunos datos e información tomaran mayor sentido y significado en el contexto del análisis de la actividad alfarera como sistema.

## Bibliografía

- Aguilera, J., y Corral, A. (1992). *La producción de suelo urbano a través de fraccionamientos en el Estado de México (1946-1992)*. México: UAEMEX.
- Ayres, R. U. (1989). Industrial metabolism. En J. Ausubel y H. Sladovich (Eds.), *Technology and Environment* ( pp. 23-49). Washington, D. C.: National Academy Press.
- Barron, A. D. L. P. (2018). *Metabolismo social, energía y cambio climático en el estado de Baja California Sur*. Tesis de Doctorado en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- Boulding, K. E. (1966). *Economic analysis*. Harper & Row.
- Chacón Guerrero, J. del C., Martz de la Vega, H., y Pérez Negrete, M. (2006). La cerámica en el suroeste del Estado de México durante el posclásico (900-1521 d. C.). En B. L. Merino Carrión y A. García Cook (coords.), *La producción alfarera en el México antiguo V* (pp. 175-259). México: INAH.
- Charlton, T. H., Otis Charlton, C. L., Nichols, D. L., y Neff, H. (2008). Aztec Otumba, AD 1200-1600: Patterns of the production, distribution, and consumption of ceramic products. In C. Pool A. y G. J. Bey III (eds.), *Pottery economics in Mesoamerica* (pp. 238-270). Tucson: The University of Arizona Press.
- Chávez, M. A., y Camacho, S. (1997). *Historia de la alfarería en Metepec*. México: Instituto Mexiquense de Cultura.
- INEGI (2019). *Directorio estadístico nacional de unidades económicas*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Durán, L. (2019) Reflexiones y debates en torno al patrimonio cultural inmaterial, la participación y las ciudades. *Artesanías de América*, (77), 33-43.
- Espejel, C. (1975). *Cerámica popular mexicana*. Barcelona: Blume.

- Funtowicz, S., y De Marchi, B. (2000). Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. En E. Leff (coord.), *La complejidad ambiental*, 2 (pp. 54-83). México: Siglo XXI Editores.
- Funtowicz, S. O., y Ravetz, J. R. (1993). The emergence of post-normal science. En R. Von Schomberg (ed.), *Science, Politics and Morality* (pp. 85-123). Dordrecht: Springer (Theory and Decision Library, 17). DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-015-8143-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-015-8143-1_6)
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- García Yagüe, S. (2018). La marginación en tres localidades urbanas del municipio de Metepec, Estado de México, México. *Tecnogestión: una mirada al ambiente*, 15(1). DOI: <https://doi.org/10.14483/23462531.13913>
- Gómez Carmona, G., Villar Calvo, A., y Inzulza Contardo, J. (2016). La reconfiguración urbana de ciudades intermedias mexicanas en el contexto latinoamericano: El caso de Metepec, México. *AUS*, (19), 66-72. <https://doi.org/10.4206/aus.2016.n19-11>
- González, M., y Toledo, V. M. (2014). *The Social Metabolism. A Socio-Ecological Theory of Historical Change*. Springer International Publishing (Environmental History, 3). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06358-4>
- H. Ayuntamiento de Metepec. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021*. [https://metepec.gob.mx/pagina/documentos/PlanDesarr/PDM\\_2019\\_Finanzas\\_WEB.pdf](https://metepec.gob.mx/pagina/documentos/PlanDesarr/PDM_2019_Finanzas_WEB.pdf)
- H. Ayuntamiento de Metepec. (5 de febrero de 2021). Bando Municipal de Metepec, Estado de México 2021. *Gaceta Municipal*, (8). <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/bdo/bdo2021/bdo057.pdf>
- Hernández Díaz, D., Castillo Nechar, M., Vargas Martínez, E. E., y Cruz Jiménez, G. (2017). La transversalidad en la política turístico-cultural del pueblo mágico de Metepec, México. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 5(13). <http://dx.doi.org/10.21933/J.EDSC.2017.13.209>
- Huitrón, A. (1999). *Metepec/Miseria y grandeza del barro*. Universidad Autónoma del Estado de México/Instituto Mexiquense de Cultura/H. Ayuntamiento de Metepec.
- INEGI (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (2015). *Encuesta intercensal 2015*. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (2005). *II Censo de población y vivienda 2005*. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (2000). *XII Censo general de población y vivienda*. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (1995). *Censo de población y vivienda 1995*. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (1990). *XI Censo general de población y vivienda*. <https://www.inegi.org.mx/>
- Infante-Amate, J., González de Molina, M., y Toledo, V. M. (2017). El metabolismo social. Historia, métodos y principales aportaciones. *Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 130-152. <https://redibec.org/wp-content/uploads/2018/01/rev27-11-correcto.pdf>
- Leff, E. (2000). Pensar la complejidad ambiental. En E. Leff (coord.), *La complejidad ambiental*, 2 (pp. 7-53). México: Siglo XXI Editores.
- Morin, E. (2005). Introducción al pensamiento complejo. Gedisa.

- Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin.
- Muiño, E., y Moran, C. (2015). La crisis socioeconómica como fractura metabólica. En J. Reichmann (coord.), *Los retos de la filosofía en el siglo XXI. Actas del I Congreso internacional de la Red Española de Filosofía* (pp. 43-50).
- Rousset, C. (1974). *La anti-naturaleza: Elementos para una filosofía trágica*. Trad. de Francisco Calvo Serratien. Madrid: Taurus.
- Hernández Sánchez, G. (2012). *Ceramics and the Spanish Conquest: Response and Continuity of Indigenous Pottery Technology in Central Mexico*. Brill. <http://www.jstor.org/stable/10.1163/j.ctt1w8h199>
- Schmidt, A. (1997). *El concepto de naturaleza en Marx*. Madrid: Siglo XXI de España Editores.
- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41-71. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rz/v34n136/v34n136a4.pdf>
- Toledo, V. M., y González de Molina, M. (2007). El metabolismo social: Las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En F. Garrido Peña, M. González de Molina, J. L. Serrano Moreno y J. L. Solana Ruiz (coords.), *El paradigma ecológico en las ciencias sociales* (pp. 85-112). Barcelona: Icaria.





# IX. Transformación territorial en la región de los volcanes: Un análisis multifuncional de la vulnerabilidad, resiliencia y sustentabilidad

GABRIELA RODRÍGUEZ LICEA\*

KAREN JAQUELINE PALMA RAMÍREZ\*\*

MARÍA ZAMIRA TAPIA RODRÍGUEZ\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.09>

## Resumen

La región de los volcanes es un atractivo paisajístico natural de alto riesgo volcánico que ha sufrido transformaciones territoriales, socioculturales y productivo-económicas para generar condiciones y desarrollar procesos que integren el desarrollo local y la sustentabilidad. Desde este contexto, el objetivo de este capítulo es analizar si la estructura de adaptación y reconversión multifuncional ha incidido en su capacidad de resiliencia. A partir del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) se analiza la sustentabilidad de los sistemas de manejo interseccional de procesos ambientales y socioeconómicos y, a través de un análisis estadístico, se establece un marco de referencia para identificar el fortalecimiento de la resiliencia en la región a partir del aprendizaje, diversidad y capacidad de adaptación de los entes naturales y socioeconómicos ante eventualidades no esperadas. Los resultados aportan evidencia del equilibrio y de la relación sustentabilidad-resiliencia que existe en la región de los volcanes, a partir de lo cual se

---

\* Centro Universitario Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2529-3367>; correo electrónico: gabyrl1972@hotmail.com

\*\* Maestra en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Centro Universitario Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9826-8018>; correo electrónico: karenpalmar24@gmail.com

\*\*\* Centro Universitario Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8001-1134>; correo electrónico: uaem.zamira.tapia@gmail.com

identificó que los agroecosistemas más resilientes son menos vulnerables y más funcionales ante eventualidades coyunturales y estructurales, por lo que, los de mayor vulnerabilidad deberán implementar estrategias correctivas enfocadas en la transmisión de legados bioculturales entre familias a fin de incrementar la resiliencia ecológica y, en consecuencia, recuperar el equilibrio económico, ambiental y social.

**Palabras clave:** *factor de localización espacial, modelo MESMIS, relación sustentabilidad-resiliencia, equilibrio socioeconómico y ambiental.*

El crecimiento poblacional y el consecuente incremento en la demanda de alimentos ha propiciado durante los últimos años variaciones climáticas y efectos negativos en los ecosistemas terrestres y marinos (Calderón, 2017), ante esta situación se han estructurado e implementado estrategias encaminadas a optimizar el uso de los recursos naturales y a desarrollar procesos productivos que deriven en el desarrollo sustentable (Larroulet *et al.*, 2016), sin embargo, durante la reestructuración agroecológico-climática y socioeconómica, la vulnerabilidad ha jugado un importante papel en la dinámica e interacción entre sistemas socioecológicos a diferentes escalas y, en consecuencia, la resiliencia ha hecho lo propio (Balvanera *et al.*, 2017).

De acuerdo con Ahn y Choi (2013), la vulnerabilidad se relaciona con la necesidad de generar estrategias sociales y económicas frente a los desastres naturales o provocados por el ser humano, por lo tanto, la capacidad de los sistemas socioecológicos (interacción e interdependencia naturaleza-sociedad) para absorber situaciones imprevistas y sobrevivir a través de la reorganización se da a través de la resiliencia al involucrar las condiciones naturales, el nivel de conocimiento y aprendizaje, y la capacidad de gestión de dichos sistemas e instituciones (Astier *et al.*, 2012). La resiliencia opera bajo múltiples escalas espaciales y temporales en las que su asociación con la sustentabilidad se da a través de la etnoecología, ecología cultural, política y humana.

Ante este nuevo contexto han surgido herramientas, instrumentos y marcos metodológicos que se aplican para el análisis y evaluación de sistemas socioecológicos, no obstante, para el análisis multifuncional espacial sobre la transformación territorial de la región de los volcanes a partir de

su vulnerabilidad, resiliencia y sustentabilidad se utiliza el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), a través del cual se evalúan respuestas de manejo en diferentes contextos geográficos, sociales y ambientales rurales, lo cual representa un reto, dado que trabajos de investigación previos se han enfocado en análisis económicos convencionales que consideran efectos socioambientales en términos económicos o en la estimación de indicadores socioeconómicos, ambientales y biofísicos con valores ideológicos.

## Metodología

A través del modelo multifuncional e interdisciplinario se integran el desarrollo económico, el bienestar social, la sustentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos a partir de los cuales se optimiza y mejora la eficiencia en el uso de los recursos en el corto plazo. De acuerdo con Altieri (1999), a través de la sustentabilidad-sostenibilidad se puede encontrar un equilibrio entre la productividad con equidad social y la conservación de los recursos naturales y, en consecuencia, satisfacer las necesidades presentes y futuras de forma económicamente viable y mejorar la calidad de vida de la sociedad.

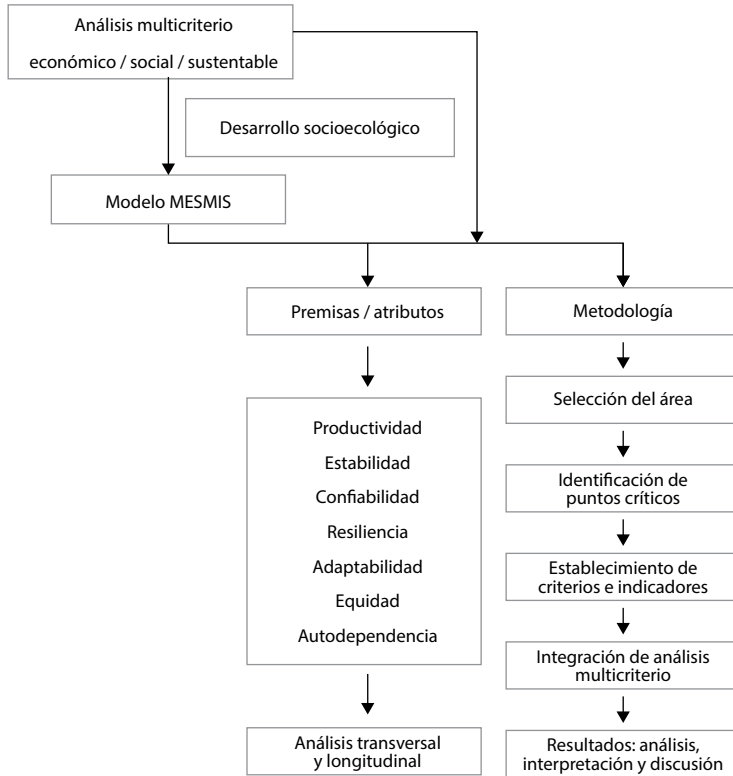
Por su estructura operativa, a través del modelo MESMIS se pueden estimar indicadores multicriterio socioeconómicos y ambientales. Para la Región de los Volcanes se consideran las variables propuestas por Masera y López (2000), productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autosuficiencia, representadas en la figura IX.1.

El análisis y evaluación de las variables referidas se realiza a partir de las seis fases del modelo MESMIS: caracterización del sistema de manejo, determinación de puntos críticos (fortalezas y debilidades), selección de indicadores (criterios de diagnóstico), medición y monitoreo de indicadores (instrumentos de análisis), presentación e integración de resultados, conclusiones y recomendaciones.

Sumado a lo anterior, a través de la Teoría General de Sistemas se constituye un mecanismo de integración a fin de corregir las debilidades de los

sistemas socioecológicos y mantener sus fortalezas. Glaser *et al.* (2008) señalan que los sistemas complejos están caracterizados por su dinámica y adaptabilidad, e incluso pueden estar enmarcados por límites espaciales o funcionales que determinan cierta problemática. En el caso de la Región de los Volcanes, el entorno sociocultural, político y económico de la periferia suburbana que la rodea representa una constante amenaza, dado el crecimiento poblacional y habitacional, así como el desplazamiento de actividades agropecuarias por empresariales o agroindustriales; aunque, dentro de los subsistemas de esta región se encuentran reservas de la biósfera, parques, zonas de conservación ecológica y patrimonios culturales.

Figura IX.1. Modelo MESMIS para la Región de los Volcanes: características y fases



FUENTE: Elaboración propia.

De esta forma, en el presente estudio se analizan los lineamientos propuestos por el modelo MESMIS a fin de identificar un marco de referencia de la resiliencia en la Región de los Volcanes. La delimitación territorial de la región objeto de estudio se identificó a partir de un análisis contextual derivado de revisión bibliográfica sobre ubicación geográfica, superficie, orografía, edafología, hidrografía, clima, flora y fauna, actividades socioeconómicas, historia y cultura. Previo a la caracterización regional se estimó un muestreo estadístico no probabilístico por conveniencia, dado que el análisis temporal comprende de enero 2020 a septiembre de 2021, periodo durante el cual se tuvo restricción de acceso debido al brote de la pandemia por COVID-19, a partir de éste se integró un directorio con los nombres, correos electrónicos y números telefónicos de los agentes participantes, posteriormente se recolectó información sobre el perfil de los sistemas socioeconómicos.

Para la recopilación de información primaria se estructuraron cuestionarios y entrevistas que se aplicaron a los principales actores socioeconómicos durante el trabajo de campo; los reactivos de los instrumentos de análisis involucraron los aspectos externos que interactúan con la región, las actividades económicas que impulsan el desarrollo local, sistemas sociológicos e interacción institucional y puntos críticos de riesgo; para reducir el margen de error se realizó una prueba piloto. La información recopilada fue capturada en tablas dinámicas de Excel, a partir de éstas se realizó un análisis de frecuencia, se identificaron los puntos críticos asociados con la vulnerabilidad, resiliencia y sustentabilidad de la región.

## Resultados

### Análisis exploratorio

A partir de la revisión bibliográfica contextual se encontró que la Región Iztaccíhuatl-Popocatepetl se ubica en el Eje Volcánico Transversal, su superficie es de 39 819.086 hectáreas, de las cuales 71.09% corresponde al Estado de México, 27.81% a Puebla y 1.10% a Morelos; abarca Amecameca, Atlautla, Ayapango, Juchitepec, Ozumba y Tlalmanalco. Sus geoformas (laderas, conos volcánicos y sierras) son de origen volcánico con rocas basálticas y andesitas, su altitud va de 3 000 a 5 480 msnm (CONANP, 2019).

Tabla IX.1. Región de los Volcanes: aspectos agroecológicos y socioculturales a nivel municipal, 2021

Municipio	Localización	Orografía	Hidrografía	Clima	Flora	Fauna	Suelo
Amecameca de Juárez	Faldas de la Sierra Nevada (Eje Volcánico y cuenca del río Moctezuma) Pánuco; tiene una superficie de 189.48 km <sup>2</sup>	Sierra Nevada, al pie de los volcanes se extiende el valle de Amecameca y el Sacramento	Río Alcalicán y arroyos Chopanac, Almoloya, Coronilla, Amilpulco, Ciénega y Alcalicán	Templado subhúmedo con una temperatura media anual 14.1 °C y precipitación anual de 935.6 mm	Pino, abeto, oyamel, cedro, encino, hongos, herbáceas, arbóreas, matorrales	Teporingo, liebre, musaraña, ardilla, coyotes, búho, víbora de cascabel, lechuza, águila, armadillo, alacrán	Ceniza volcánica, pómez, litosoles, tefras, andosoles, cambiosoles, fluviosoles
	Atractivos culturales, turísticos y festividades: Parque Nacional Ixta-Popo, Paso de Cortés, albergo a Tlamanca, Volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl con parajes naturales para campismo, montañismo, alpinismo y excursionismo, Iglesia y Cerro del Sacramento, como zona arqueológica la Piedra del Conejo o Monumento Solistial de Tomacoco, el arco colonial, la Parroquia de la Asunción, las Capillas de San Juan y de la Virgen del Rosario, Hacienda Panoaya. Carnavales, fiestas patronales, compases y danzas tradicionales: Chinelos, Moros, Doce Pares de Francia, Cristianos, Arrieros, Marotas, Azteca, Azteca-Chichimeca. Sus principales festividades son: Miércoles de Ceniza, Día del Señor del Sacramento, día de la Asunción, patrona de Amecameca (agosto), feria de la nuez de castilla (agosto).						
Atlautla	Sureste de la faja volcánica en las cuencas de los ríos Moctezuma, Pánuco y Balsas; tiene una superficie de 162.06 km <sup>2</sup>	Cerros Olotepec, Yoloxóchitl, La Mina, Ventorrillo, Tesanto, Techalopepec, Tepeixtle	Ríos Nezapayantla, Tecama, Cuauhxolo, Huiclasioc, Camihu, Tequixq, Tecuan; manantiales Apitza, Amalacaxco	Templado y semifrío con evaporación de 950 p.p.	Pino, oyamel, cedro, encino, madroños, repozán, plantas medicinales, zacatón, pastizales	Coyote, gato montés, tejón, conejo, gorriones, pájaros corrientes	Arenoso y gravoso, ceniza, lapilli, piedra pomex, arcilla
	Atractivos culturales, turísticos y festividades: Las Parroquias de San Miguel Arcángel, de San Juan Tepecoculco y de San Andrés Tlalamac, vestigios de una pirámide prehispánica en Tepecoculco y la Casa de Porfirio Díaz en Popo Park, la casa de la cultura. Carnavales, fiestas patronales, compases y danzas tradicionales: Chinelos, Moros, Doce Pares de Francia, Cristianos, Arrieros, Marotas, Azteca y Azteca-Chichimeca. Sus principales festividades son: Fiesta patronal de San Miguel Arcángel (septiembre), feria del capulín (mayo), feria del cocol (diciembre).						
Ayapango	Oriente del Estado de México; tiene una superficie de 36.41 km <sup>2</sup>	Loma de Tepenacasco; cerros Sacramento, Xoyacán, Retana	Arroyos Reyes, Hueyatlay y Tlaxcanac	Subhúmedo con precipitación pluvial de 800 a 900 mm	Nogal, pino, cedro, ocote, oyamel, encino, madroño, frutales	Roedores, liebres, zencuate, tuzas	Regesol
	Atractivos culturales, turísticos y festividades: Tempo católico dedicado al apóstol Santiago, arquitectura civil estilo afrancesado, la parroquia, el centenario fresco, granjas de derivados lácteos ubicados en Poxtla entre ellas el Rancho el Lucero. Carnavales, fiestas patronales, compases y danzas tradicionales: Chinelos, Moros, Doce Pares de Francia, Cristianos, Arrieros, Marotas, Azteca y Azteca-Chichimeca.						

Eje Neovolcánico, anclado a los ríos Moctezuma y Pánuco; tiene una superficie de 140.11 km <sup>2</sup>	Cerros (Santa Rosa, Tezaltepec, de las Víboras, Hipilo) y barrancos con diversos niveles	Corrientes de agua Arena Prieta, La Corona, Tizaltenco; manantiales Mayocalcó, Huehuetl, Ameyal	Templado subhúmedo con una precipitación pluvial de 790 mm	Ahuejote, roble, encino, arbustos, pirúl, palo amargo, madroño, maguey, xochoti, ocote, oyamel, celcuallo	Venado, coyote, gato montés, armadillo, hurón, zorrillo, ardilla, tlacuache, cacomixtli, víboras	Regosol, abedoso, feozem, tepetate
---	--	---	--	---	--	------------------------------------

Juchitepec Atractivos culturales, turísticos y festividades: templos de la Iglesia católica tipo barroco y del Señor de las Agonias, parque recreativo familiar Los Jagüeyes. Carnavales, fiestas patronales, compases y danzas tradicionales: Chinelos, Moros, Doce Pares de Francia, Cristianos, Arrieros, Marotas, Azteca-Chichimeca.

Sureste de la Cuenca Hidrológica del Valle de México; tiene una superficie de 46.65 km <sup>2</sup>	Barrancas Napanla, Tlapunatlaco, Grande, Canvarío, San Bartolo, San Francisco, Corral	Río Amacuzac, pequeños manantiales dentro de las barrancas, arroyo Necuato, río Cuautla	Templado semicálido con una temperatura media anual de 12 a 18 °C	Pino, encino, árboles frutales, plantas medicinales	Cacomixtli, gato montés, armadillo, tejón, tlacuache, zorrillo, murciélago, aves e insectos	Derrames de lava basáltica radiodactica y radiodactica
---	---	---	---	---	---	--

Ozumba Atractivos culturales, turísticos y festividades: Conventos y parroquias de la época colonial, monumentos a Miguel Hidalgo y Costilla y a los Héroes de la Independencia, jardines, cascadas y cuevas de Chimalhuacán. Carnavales, fiestas patronales, compases y danzas tradicionales: Chinelos, Moros, Doce Pares de Francia, Cristianos, Arrieros, Marotas, Azteca y Azteca-Chichimeca.

Sureste del Estado de México; tiene una superficie de 161.57 km <sup>2</sup>	Vertiente occidental del Iztaccihuatl: cabeza, pecho, rodilla	Nueve arroyos, un lago, acueductos, manantiales que nacen en la Peña	Subhúmedo con una temperatura media anual de 13.2 °C	Bosque de pino-encino, coníferas, de laurina con oyamel, gramíneas, pastizales, plantas medicinales	Ardillas, murciélagos, venados cola blanca, armadillo, tlacuache, musarañas, aves rapaces	Cenizas volcánicas, lisotoles, flurisos, cambisoles, pomez, andosoles
--	---	--	--	---	---	---

Tlalmanalco Atractivos culturales, turísticos y festividades: Museo Nonohualca, ruta de Cortés, conventos de la evangelización franciscana, bosques y volcán Iztaccihuatl. Carnavales, fiestas patronales, compases y danzas tradicionales: Chinelos, Moros, Doce Pares de Francia, Cristianos, Arrieros, Marotas, Azteca y Azteca-Chichimeca.

FUENTE: Elaboración propia.

El clima va de templado húmedo a frío, lo que propicia la formación de glaciares: Popocatepetl (Ladera Norte), Iztaccíhuatl (Ayolotepito, Ayoloco, Atzintli, San Agustín, Suroriental, Centrooriental, Nororiental) y su deshielo forma las cuencas de México y del Alto Balsas, y subcuencas subterráneas. De la flora predomina el bosque de coníferas, praderas de alta montaña y vegetación herbácea, cuya fisiografía y topografía han formado hábitats para el zacatuche, musaraña oscura, tejón, rata, canguro y aves. El desglose a nivel municipal de los aspectos agroecológicos y socioculturales a nivel municipal se presenta en la tabla IX.1.

Del sector agropecuario regional, las condiciones agroecológicas han coadyuvado a generar una producción pecuaria promedio anual de 6 227 toneladas (t): bovinos 21.02%, porcinos 38.80%, ovinos 17.65%, caprinos 0.10%, aves 21.55%, guajolotes 0.88%; en la agricultura la producción se enfoca en maíz, frijol, haba, chilacayote, elote, huitlacoche, chile manzano, calabacita, hongos, flor de calabaza, durazno, manzana, naranja, granada, tomate rojo y verde, chile serrano y cuaresmeño, mandarina, pera, tuna, higo, papaya y nuez de castilla; y en la silvicultura se aprovecha el pino, encino, nogal, oyamel y cedro (SIAP, 2021).

Entre las actividades que se ofertan a través del turismo rural destacan: campings, cabañas y chozas; albergues y refugios rurales de montaña; senderismo en rutas paisajísticas, ciclismo de montaña, divulgación, deporte de aventura, caza y pesca, visitas al patrimonio histórico, arquitectónico y arqueológico, gastronomía regional; oferta de árboles de navidad y adornos navideños naturales.

### **Análisis integral MESMIS**

A través de los años, la Región de los Volcanes ha representado una amenaza latente para la población debido a la actividad del Popocatepetl, el cual continuamente está expulsando exhalaciones acompañadas de vapor de agua, gases volcánicos y ligeras cantidades de ceniza, acompañados ocasionalmente de material incandescente (CENAPRED, 2021).

Derivado de las condiciones climatológicas o del descuido de los turistas, se han registrado diferentes incendios en la zona boscosa como el ocu-



rrido en al Parque Popo-Izta en 2021, el cual derivó en la pérdida de pastizales y áreas naturales protegidas y en el desequilibrio del ecosistema que puso en riesgo la vida de diferentes especies animales como el conejo zacatuche. Asimismo, las actividades agropecuarias, comerciales y turísticas se han visto afectadas por condiciones naturales adversas y actualmente por la pandemia por COVID-19 ocasionada por el SARS-CoV-2, la cual afectó el turismo rural y, en consecuencia, el desarrollo local.

La Región de los Volcanes se ha caracterizado por ser una reserva ecológica natural de tipo comunitario que entre otras funciones captura carbono y produce oxígeno, preserva el paisajismo, da continuidad al ciclo hidrológico, regula el clima, controla la contaminación auditiva e impulsa el turismo rural y el desarrollo local; no obstante, se identificaron diferentes problemáticas: asentamientos humanos, erosión hídrica y eólica, pérdida de hábitat y de especies prioritarias, presencia de plagas descortezadoras, turismo irregular, presencia de fauna feral (principalmente perros), entre otros.

Ante las problemáticas planteadas, la población de la región ha implementado estrategias encaminadas a la transformación territorial que soporten multifuncionalmente la región, basadas en la planeación, acción y verificación, para así lograr que la región sea más sustentable, menos vulnerable y más resiliente: las estrategias coadyuvaron a prevenir la contaminación ambiental y a encontrar un equilibrio entre la sustentabilidad y las necesidades socioeconómicas de la región.

El desarrollo rural es resultado de las sinergias organizacionales, articulación institucional-organizacional y de la ejecución de proyectos productivos, los cuales involucran la generación de conocimiento y aprendizaje, reestructuración funcional, conductual y racional; generando como resultado bienestar social/humano y sostenibilidad ambiental.

Estratégica y organizacionalmente, los agentes socioeconómicos de la Región de Los Volcanes impulsaron el desarrollo local a través de la vinculación entre los sectores productivos y las organizaciones comunitarias, para lo cual generaron alianzas estratégicas a partir de las cuales se formaron redes para intercambiar conocimientos y experiencias, acceder a recursos, ajustar precios por concepto de los servicios turísticos ofertados, hacer respetar ideas y a las personas, generar confianza al momento de participar en la toma de decisiones asociadas con la resolución de conflictos; la aplicación

de conocimientos de instrumentos asociados con la Economía Social y Solidaria (ESS) fortaleció el vínculo entre grupos y con instituciones paraestatales de Gobierno e Instituciones de Educación Superior (IES), como el Centro Universitario UAEM Amecameca.

Como estrategias financieras destacan el apoyo a la resiliencia frente a interrupciones en cadenas de suministro, gastos compartidos entre organizaciones socioeconómicas, ejercicio de los recursos en proyectos productivos que procuren el asentamiento territorial de la población.

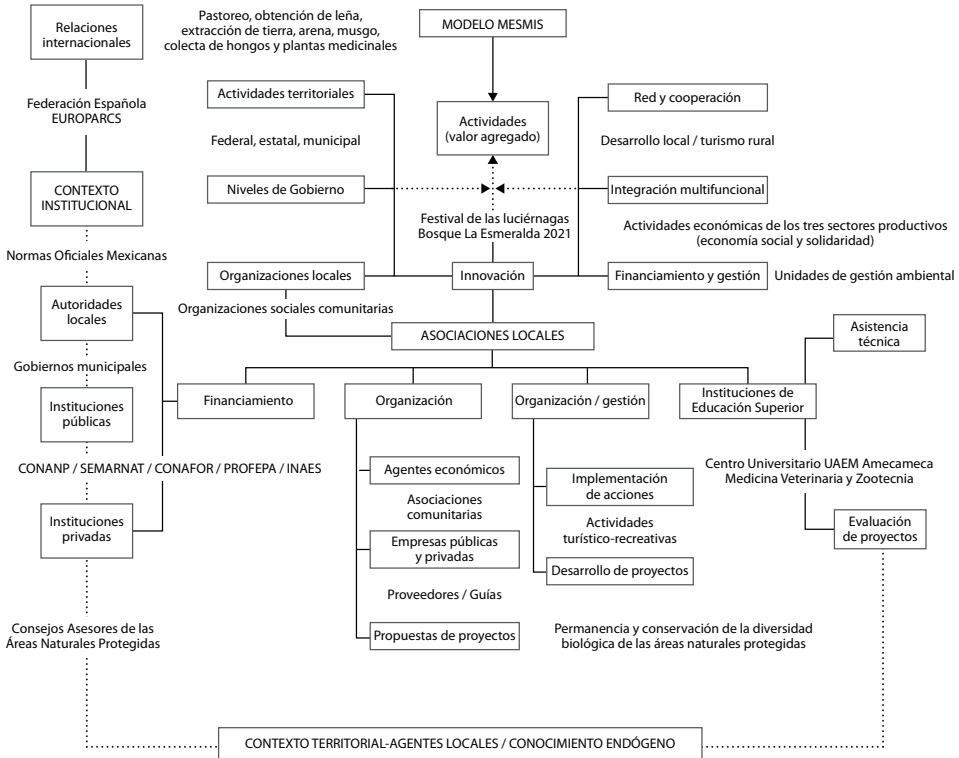
Con relación a la capacidad de aprendizaje, los agentes de los grupos socioeconómicos generaron lluvias de ideas/iniciativas para identificar necesidades y, en consecuencia, generar proyectos productivos: recibieron capacitación social, económica, cultural, ambiental y política sobre la producción, transformación y comercialización de productos agropecuarios relacionados con el turismo rural, la conservación de infraestructura patrimonial rural y la organización de eventos feriales.

A partir de los conocimientos adquiridos se dieron a la tarea de generar lluvias de ideas/iniciativas para identificar necesidades y, en consecuencia, generar proyectos productivos (véase la figura IX.2), generándose a través de la operatividad de éstos la mejora/ampliación de campings, cabañas y chozas; albergues y refugios rurales de montaña; construcción y mejora de establecimientos que ofertan alimentos y bebidas; señalización de rutas para senderismo, bicicletas, rutas paisajísticas y turísticas; divulgación artístico-cultural, paisajismo y deporte de aventura; caza y pesca; promoción del patrimonio histórico, arquitectónico y arqueológico, creación de micro-agroindustrias alimentarias.

Algunos de los resultados más importantes han sido los obtenidos en el parque ecoturístico San Juan Grande, en el cual se impulsa la economía de los pobladores de esa localidad y de comunidades aledañas a través de la construcción de un estanque piscícola y de la capacitación sobre el mantenimiento y maximización de los beneficios a partir del otorgamiento de valor de los productos obtenidos. En otro caso, los apoyos otorgados por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario en la región se enfocaron en impulsar la economía agropecuaria asociada al turismo rural con enfoque de género, por lo que se ejecutaron proyectos productivos sustentables; agrícolas (Programa de Alta Productividad), incremento en siembra de maíz y agua-

cate orgánico), ganaderos (ovinocultura, cunicultura, aves de corral) y piscícolas (se establecieron granjas autosustentables de tilapia y bagre).

Figura IX.2. *Región de los Volcanes: estructura integral del Modelo MESMIS con enfoque en la resiliencia*



FUENTE: Elaboración propia.

Sumado a lo anterior, se otorgaron apoyos para la compra de semillas de avena, tractores y ollas de agua para fortalecer las actividades agrícolas y en el verano del 2021 se impulsó por parte de la Secretaría de Cultura y Turismo Mexiquense y por el Ayuntamiento de Amecameca el Festival de las Luciérnagas en el Bosque La Esmeralda, cuyo principal atractivo fue el avistamiento nocturno de estos insectos luminiscentes, aunque también se realizaron eventos culturales, deportivos y gastronómicos.

## Conclusiones

Los hallazgos encontrados en el presente trabajo aportan evidencia de la importancia que tiene la integración multisectorial de las actividades económicas en la Región de los Volcanes, la cual ha coadyuvado al desarrollo de proyectos productivos y a la creación de empleos directos e indirectos por efecto de encadenamientos productivos, a la captación de divisas generadas principalmente del turismo rural y del comercio formal e informal y, en consecuencia, al crecimiento y desarrollo económico. Las estrategias para fortalecer la resiliencia en la región fueron resultado de la inclusión de grupos socioeconómicos en la toma de decisiones y del establecimiento de alianzas entre éstos, las cuales involucraron de manera importante la modificación de las condiciones laborales. Esta aproximación de tipo cualitativo deja ver la necesidad de ampliar la investigación y enfocarla cuantitativa y espacialmente a fin de aportar mayores elementos asociados con el modelo MESMIS.

## Bibliografía

- Ahn, J. H., y Choi, H. I. (2013). A new flood index for use in evaluation of local flood severity: a case study of small ungauged catchments in Korea. *Journal of the American Water Resources Association*, 49(1),1-14.
- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología. Bases agroecológicas para una agricultura sustentable*. Montevideo, Uruguay: Nordan Comunidad.
- Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C. E., y Masera, O. R. (2012). Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology & Society*, 17(3), 25. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04910-170325>
- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F. D., y Zermeño, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, suplemento, 141-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>
- Calderón, R. (2017). *Los sistemas socioecológicos y su resiliencia. Casos de estudio*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Gedisa.
- CENAPRED (2021). *Monitoreo de la siniestralidad en la Región de los Volcanes*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. <https://www.gob.mx/cenapred>

- CONANP (2019). *Reporte informativo sobre la Región de los Volcanes*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <https://www.gob.mx/conanp>
- Glaser, M., Krause, G., Ratter, B. M. W., y Welp, M. (eds.). (2008). *Human-Nature-Interaction in the Anthropocene. Potential of Social-Ecological Systems Analysis*. Nueva York: Routledge.
- Masera, O., y López-Ridaura, S. (coords.) (2000). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. MundiPrensa/GIRA/UNAM. México. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000022897>
- Larroulet, S., Hepper, E., Álvarez Redondo, M., y Urioste, A. (2016). The Caldenal ecosystem: Effects of a prescribed burning on soil chemical properties. *Arid Land Research and Management*, 30(1), 105-119.
- SIAP (2021). *Valores productivos de las actividades agropecuarias realizadas en el municipio de Amecameca de Juárez, Estado de México*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap>



# X. Resiliencia en Áreas Naturales Protegidas: Caso de estudio: Parque Estatal “Isidro Fabela”

ANGÉLICA REYES OLIVARES\*

VERÓNICA MIRANDA ROSALES\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.10>

## Resumen

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son un instrumento de política ambiental que resguardan los sitios de conservación para la biodiversidad; sin embargo, existen factores que amenazan su resiliencia. Dichos factores pueden ser cambios en el uso de suelo, aprovechamiento de recursos maderables y no maderables, cambio climático, tiraderos clandestinos, contaminación de cuerpos de agua, introducción de especies exóticas, bancos de material, carreteras y asentamientos humanos que ponen en riesgo su resiliencia aumentando su vulnerabilidad y afectando los servicios ecosistémicos que proveen. Bajo este contexto se realizó un análisis de caso del ANP denominado Parque Estatal “Isidro Fabela”, ubicado en los municipios de Atlacomulco, Jocotitlán y San Bartolo Morelos, México. El presente capítulo tuvo como objetivo analizar la resiliencia del ANP, los factores que principalmente la afectan, haciendo hincapié en la deforestación. La metodología se desarrolló con base en información cartográfica y documental, se caracterizó el ANP, se empleó trabajo de campo y se abordaron los conceptos de resiliencia y vulnerabilidad, se realizó la discusión de los hallazgos, para final-

---

\* Maestra en Ciencias Ambientales. Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8541-8144>; correo electrónico: [angerey086@gmail.com](mailto:angerey086@gmail.com)

\*\* Doctora en Urbanismo. Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7901-6878>; correo electrónico: [veronicmiranda@yahoo.com.mx](mailto:veronicmiranda@yahoo.com.mx)

mente emitir las conclusiones, en las que se determinó que existe una disminución de resiliencia y aumento en la vulnerabilidad del ANP debido principalmente a la deforestación por cambio de uso de suelo y a los asentamientos humanos.

**Palabras clave:** ANP, resiliencia, vulnerabilidad.

El concepto de *resiliencia* se ha usado y adoptado durante los últimos años en diferentes disciplinas. No obstante, su uso inicial proviene de la física de materiales, por esta razón, en su origen la palabra *resiliencia* físicamente representa la posibilidad de un material maleable de absorber un impacto para acumular energía de tensión sin romperse y luego restituir la estructura y forma original del material (Méndez, 2012). Al respecto, la definición de resiliencia se ha adecuado en diferentes disciplinas, como se observa en la tabla X.1.

Tabla X.1. *Definición de resiliencia*

Año	Autor	Disciplina	Definición
1996	López	Física	Es la facultad de un objeto para recuperar su forma después de haber sufrido una modificación
1973	Holling	Ecología	Establece la facultad de los ecosistemas e individuos para ser menos vulnerables o fuertes para manifestarse a escenarios adversos
2000	Adger		La capacidad de las sociedades para resistir los choques externos a su integración social
2004 2006	Grotberg, 2006; Cyrulnik <i>et al.</i> , 2004	Psicología	Un patrón de comportamiento y actividad que muestra un ajuste positivo frente a un riesgo o adversidad significativa que se presente en el sujeto
2010	Forés y Grané		Es la facultad de un conjunto o individuo para enfrentar, superar y hacer frente a la adversidad que lo fortalece o transforma
2017	ONU	Urbanismo	Es la facultad de los núcleos poblacionales para resistir y adaptarse a cualquier amenaza lo más pronto posible

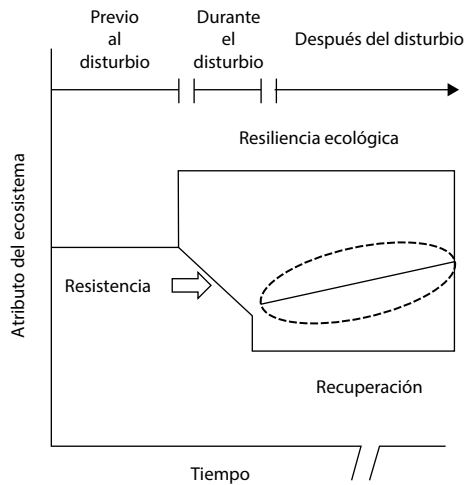
FUENTE: Elaboración propia con base en Méndez (2012).

En cuanto a las diferentes aplicaciones del concepto de resiliencia en diferentes campos, en ecología se define como un estado, una capacidad en los ecosistemas que mide su estabilidad. Precisamente porque la resiliencia



determina la resistencia y persistencia (Holling, 1973). La vegetación tiene características y mecanismos de resiliencia para hacer frente a eventos adversos, al respecto Guerra, García y Martínez (2020) mencionan que la resiliencia ecológica se basa en analizar los atributos de la vegetación que se recuperan después de un disturbio. Dicha resiliencia puede valorarse durante un periodo determinado, es el cociente entre las medidas posteriores a la perturbación y anteriores a la perturbación de cualquier descriptor de ecosistema (Tilman y Downing, 1994). Aunque la capacidad de germinar y volver a crecer de la mayoría de las especies de plantas puede predecir la capacidad de la vegetación para regenerarse después de un evento adverso como la deforestación, la sequía, el cambio de uso de la tierra o los incendios forestales, todos los factores que facilitan la regeneración quedan por demostrar.

Figura X.1. Componentes de la resiliencia ecológica



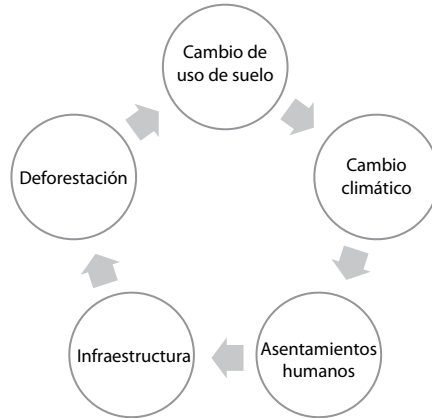
FUENTE: Elaboración propia con base en Lloret, Keeling y Sala (2011).

Una estrategia para analizar la resiliencia en las ANP es observar o detectar los cambios y entender la continuidad de las especies en la zona, ya que se puede interpretar como la resiliencia ecológica de especies dominantes.

Las ANP alojan biodiversidad y suministran servicios ecosistémicos que en la actualidad son frágiles a varios factores externos, principalmente el cambio de uso de suelo con fines agrícolas y urbanos. La presión que se

ejerce sobre las áreas protegidas lleva al deterioro de los ecosistemas y la disminución de flora y fauna, en consecuencia, la capacidad de resiliencia se ve dañada y se refleja en la reducción de los servicios ecosistémicos.

Figura X.2. Factores que amenazan la resiliencia de las ANP



FUENTE: Elaboración propia.

Los servicios ecosistémicos sirven en gran medida para la disminución y adaptación al cambio climático. Al respecto, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se establece específicamente en el objetivo 11 que se debe alcanzar que las urbes y los establecimientos humanos sean integra-dores, seguros, resistentes y sostenibles, asimismo, el objetivo 15 establece que los bosques deben gestionarse de manera sostenible, combatir la aridez, contener y restituir la pérdida de la tierra e interrumpir la disminución de biodiversidad.

En México la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CO-NANP) implementó en el 2019 un proyecto denominado Resiliencia, con soporte del Programa de las Naciones Unidas (PNUMA), cuyo objetivo es aminorar los efectos naturales e indirectos del cambio climático sobre la diversidad de las ANP y la sociedad. Los resultados de dicho proyecto arrojaron datos importantes que deben ser considerados para realizar acciones a corto plazo a favor de la conservación de las ANP, se reconoce que 67% de los bosques mexicanos están fragmentados, por lo que los instrumentos de planeación tienen un rol muy importante en la conservación de la natu-

raleza, asimismo, la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones y en la mediación de acciones desde lo local son básicos para aumentar la resiliencia en las ANP.

Los ecosistemas son sensibles a las actividades antropogénicas, puesto que afectan su funcionamiento y estructura, los organismos se vuelven más vulnerables a los cambios en condiciones desfavorables y sobre todo a la variabilidad climática que repercute en las condiciones de precipitación y temperaturas extremas, estos eventos se vuelven más frecuentes y se presentan con mayor intensidad.

El concepto de vulnerabilidad surgió a fines de la década de 1960, fruto de la importancia del entendimiento del concepto de riesgo en el contexto social. Al respecto, Rebotier (2013) destaca que es valioso optimizar las capacidades de adaptación y resiliencia en el ciclo de la gestión de riesgos, además es significativo reconocer circunstancias vulnerables en riesgo. Cabe señalar que la vulnerabilidad se orienta en dos vertientes, una es el aumento de amenazas y riesgos que perturba a la humanidad y la otra es la vulnerabilidad enfrentada (Alguacil y Camacho, 2014).

Por otra parte, Cardoso (2019) sostiene que los conceptos de vulnerabilidad y resiliencia se establecen socialmente y señala que coexiste una gradual necesidad de conocer las vulnerabilidades, las cuales deben ser analizadas en relación con los riesgos y amenazas, decretando que la resiliencia funciona como un mecanismo de réplica predictiva a los eventos de riesgo. Entonces, la debilidad debe investigarse profundamente. Del mismo modo, Constantino y Dávila (2011) mencionan que en el descubrimiento de la vulnerabilidad no sólo actúan las características de resistencia, sino también la recuperación de particularidades que salvaguardan la resistencia del sistema. Asimismo, es fundamental investigar la causa, la intensidad y el momento en que ocurren los eventos adversos que perturban la permanencia de las facultades del sistema.

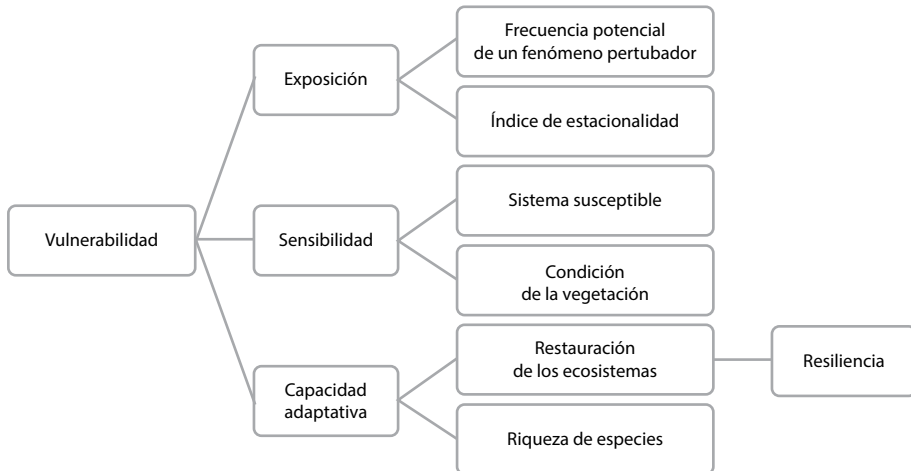
En el caso específico de la relación de la sociedad con la naturaleza es esencial analizar dos elementos que pudieran estar ocasionando vulnerabilidad: el primero es que la tensión del sistema natural puede ser producida por las actividades sociales.

Y el segundo, que el espacio del medio ambiente y la sociedad es diferente, debido a la manera lenta en la que se almacena y ocurre el cambio,

considerando los límites de la resistencia de la estática que todavía existe. Es importante señalar que los cambios inesperados o transiciones al entorno vinculado al bienestar social, ya sea por la discontinuidad, transformación o alteración de las características de la naturaleza utilizando la productividad, o cuando se expresa un cambio natural como un evento catastrófico, afectan al estado de equilibrio social y crean pérdidas que reducen el nivel de protección social.

La vulnerabilidad ecológica es el nivel de resistencia del entorno natural y los seres sensibles para crear un cierto ecosistema antes de la presencia de eventos preocupantes.

Figura X.3. Componentes de la vulnerabilidad ecológica



FUENTE: Elaboración propia.

Es muy importante distinguir entre el concepto de resiliencia y el de vulnerabilidad porque a menudo se confunden con muchos aspectos diferentes. El concepto de resiliencia se fundamenta en la capacidad de enfrentar, soportar y adaptarse a los eventos de riesgo y las vulnerabilidades como sistema para reponerse a una crisis (CENAPRED, 2015). México es un país muy vulnerable, y los problemas relacionados con el cambio climático como aumento de las temperaturas y cambios en la precipitación tienen un impacto significativo en el territorio nacional y en las ANP.

## Metodología

Para analizar la resiliencia del ANP Parque Estatal “Isidro Fabela” se realizó una investigación descriptiva y explicativa, asimismo, se planteó una revisión documental de los principales factores que afectan el ANP. El diseño de investigación del ejercicio de análisis ha utilizado la revisión documental como fuentes de datos. Los datos primarios han sido recopilados a través de dos herramientas de análisis: visitas de campo y reunión con las personas que habitan en el área circundante al ANP.

*Fase I.* Caracterización de la zona de estudio. Se consultó el Programa de Ordenamiento Territorial de Jocotitlán 2015; Plan de Desarrollo Urbano de Atlacomulco 2011, Plan de Desarrollo Urbano de Morelos 2005; Atlas de Riesgos del Estado de México versión digital 2019; Atlas Nacional de Riesgos 2021; mapa de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad —de donde se obtuvo el grado de resiliencia municipal de la zona de estudio—; Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático 2019; Cartas topográficas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI): E14A17, 1:50 000 y E14A27, 1:50 000; Cartas de uso de suelo y vegetación serie V. E14A17 y E14A27, 1:50 000, y Atlas Municipal de Riesgos de Jocotitlán y Atlacomulco. Todo esto permitió identificar los factores que amenazan la resiliencia en la zona de estudio.

*Fase 2.* Identificación de los principales factores que afectan la resiliencia del Parque Estatal “Isidro Fabela”. Con relación a la diversa aplicación de la resiliencia, una de las principales dificultades es encontrar una práctica definida para medir la resiliencia en algún lugar, sobre todo porque no se puede observar directamente.

Para la presente investigación se utilizó el mapa de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad del Atlas Nacional de Riesgo donde se determina el grado de resiliencia por municipio y el análisis de percepción remota. Los factores principales que amenazan la resiliencia en la zona de estudio fueron identificados directamente en el Atlas de Riesgos del municipio de Jocotitlán y Atlacomulco, y con base en recorridos de campo en el Parque Estatal.

*Fase 3.* Resultados y Conclusiones. Se realizó el análisis para posteriormente emitir los resultados.

## Resultados

### Caracterización del caso de estudio Parque Estatal “Isidro Fabela”

Las reservas ecológicas estatales son áreas de gran valor para la preservación de la flora y de la fauna local. En la entidad mexiquense se cuenta con un gran número de ANP, aproximadamente 987 488.44 ha que reflejan 43.91% del territorio estatal. Actualmente cuenta con 43 programas de manejo divulgados (CEPANAF, 2020). En el estado existe pérdida de zonas boscosas inducida por cambios de uso de suelo con fines agrícolas, ganaderos, habitacional e industriales, por lo anterior, los bosques se fragmentan provocando la disminución o desaparición de especies silvestres.

El ANP denominada parque estatal “Isidro Fabela” se localiza al noroeste del Estado de México y su extensión comprende tres municipios (Jocotitlán, Atlacomulco y San Bartolo Morelos). Sus principales características se describen en la tabla X.2.

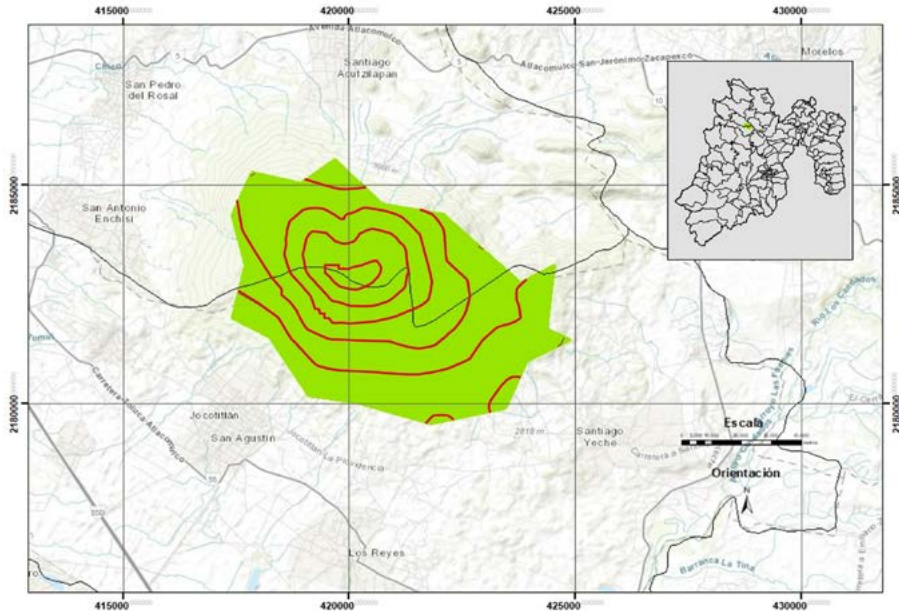
Tabla X.2. Características del Parque Estatal “Isidro Fabela”

<i>Nombre</i>	<i>Superficie y tipo de terreno</i>	<i>Altitud (msnm)</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Fecha de decreto</i>	<i>Vegetación</i>	<i>Tenencia de la Tierra</i>	<i>Administración</i>
Parque Estatal “Isidro Fabela”	3 701 ha Montañoso	De 2 800 a 3 846 msnm	Atlacomulco, Jocotitlán y San Bartolo Morelos	8 de febrero de 1975	Bosque de pino, encino y pastizal natural	Ejidal, comunal y particular	Municipal

FUENTE: Elaboración propia con base en SDUM (2005) y GEM (1975).

El clima característico de la zona es templado, apto para el bosque de coníferas. Por lo que en el ANP Isidro Fabela, se pueden observar pinos y encinos principalmente. Sin embargo, también crecen cedros y aile. Por su ubicación geográfica proporciona servicios ambientales directamente a los poblados cercanos, como la cabecera municipal de Jocotitlán, San Antonio Enchisi, Santiago Acutzilapa, Providencia y Santiago Yече (véase el mapa X.1).

Mapa X.1. Ubicación del Parque Estatal "Isidro Fabela"



FUENTE: Elaboración propia con base en SHP de INEGI (2020) y CONANP (2022).

En el Parque Estatal "Isidro Fabela" se encuentra prohibida la explotación forestal, tal como señala el Plan de Ordenamiento Territorial de Jocoitlán 2015, sin embargo, el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Atacomulco 2008 reconoce que existen acciones que afectan la preservación de los recursos naturales, tales como la tala clandestina, el aumento de actividades agrícolas, los incendios forestales provocados por la población aledaña y la erosión por la pérdida de vegetación. Por lo anterior, a continuación se describen los principales factores que convergen en la resiliencia del ANP.

### Principales factores que amenazan la resiliencia del ANP Parque Estatal "Isidro Fabela"

El ANP Parque Estatal "Isidro Fabela" es un sistema expuesto a diversas amenazas que aumentan su vulnerabilidad y disminuyen su capacidad de resi-

liencia, entre los principales factores se encuentran, los cambios de uso de suelo, cambio climático, incendios, deforestación y asentamientos humanos.

### Cambio de uso de suelo

El cambio de uso de suelo es aquella transformación que se da de una cubierta vegetal para destinarla a otros usos (Semarnat, 2012), para el caso del ANP “Isidro Fabela”, el cambio que se ha dado en la cubierta vegetal se ha acentuado en el Bosque de Coníferas, Bosque de Latifoliadas y el Bosque Mixto, principalmente para ocuparlo en la actividad agrícola y habitacional. En la tabla X.3 se muestran las pérdidas y ganancias de las coberturas de suelo del municipio de Jocotitlán.

Tabla X.3. *Pérdidas y ganancias de las coberturas de suelo, Jocotitlán 2015*

<i>Cobertura de Suelo</i>	<i>Extensión en ha 2005</i>	<i>Extensión en ha 2013</i>	<i>Cambio 2005-2013 ha</i>	<i>Cambio en porcentaje</i>	<i>Tasa anual de cambio ha</i>
Bosque de coníferas templado o subpolar	954.66	637.76	-316.90	-33.19%	-0.39
Bosque de latifoliadas caducifolio tropical o subtropical	185.26	15.5 ha	-169.76	-91.63%	0.53
Bosque mixto	1936.42	1951.79	15.36	0.79%	-0.0905
Cuerpo de agua	144.89	210.34	65.46	45.18%	4.2603
Matorral templado o subpolar	2611.99	n. d.	2611.99	-100%	-39.9031
Pastizal	182.15	983.99	801.85	440.22%	-0.3070
Suelo agrícola	21 608.21	23 603.44	1 995.22	9.23%	2.4883
Suelo de asentamientos	n. d.	220.75	220.75	100%	0.1106
Total	27 623.57	27 623.57			

FUENTE: H. Ayuntamiento de Jocotitlán (2015).

En el territorio circundante a la zona de estudio predomina el suelo agrícola pecuario forestal, tanto para el municipio de Atlacomulco, Jocotitlán y Morelos. Asimismo, en los alrededores del ANP se puede observar pastizal promovido, que como su nombre lo indica, resulta de las activida-

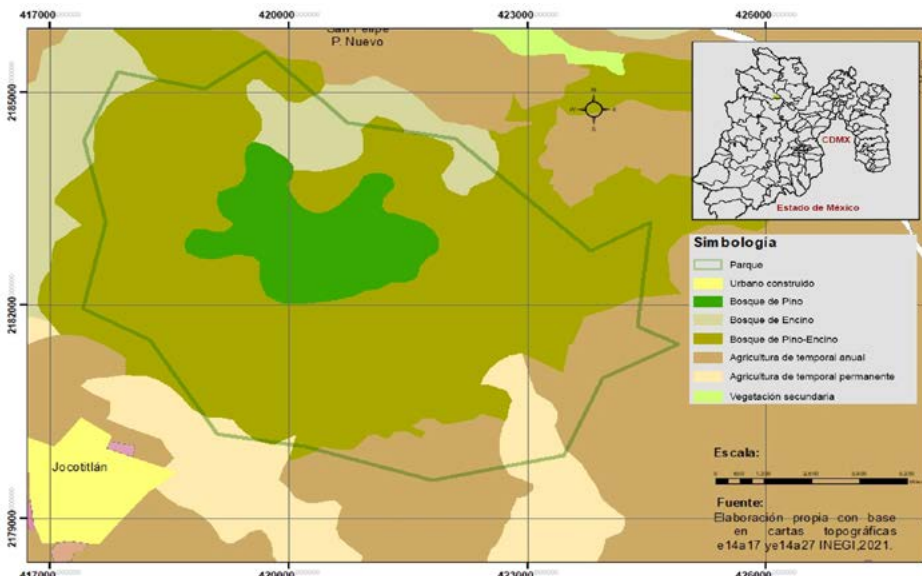


des humanas al desarrollarse en zonas agrícolas y pecuarias, eliminando la cobertura natural original.

El pastizal se desarrolla en su mayor parte en la zona baja de la montaña del ANP en contraparte de la zona alta que está cubierta con distintas densidades de comunidades vegetales: bosque de encino, este tipo de vegetación es el estrato más significativo, ya que sus características son las siguientes: cuenta con alturas variantes entre los 15 y 25 m, las especies que prevalecen corresponden a *Quercus rugosa*, *Quercus laeta* y *Quercus mexicana*, y en los alrededores también pueden presentarse los géneros de *Arbutus*, *Buddleia*, *Alnus* y *Cupressus*.

La aparición o desaparición de una masa arbustiva claramente definida está vinculada con la administración que se le dé a los sitios de conservación en cada aspecto; un ejemplo puede ser que en zonas donde se extrae madera o en sitios perturbados el estrato arbóreo se encuentra poco reflejado o es nula su presencia.

Mapa X.2. Uso de suelo y vegetación



FUENTE: Elaboración propia con base en cartas topográficas e14a17 y e14a27 (INEGI, 2021) y capa vectorial uso de suelo y vegetación serie V (CONABIO, 2021).

## Incendios forestales

Después de un incendio el ecosistema forestal tiene una cierta capacidad de “autoregularse” para su recuperación. Esta resiliencia ecológica varía dependiendo del contexto biogeográfico e histórico.

Con base en el Atlas de Riesgos de Jocotitlán 2019, de los 80 incendios forestales que se han presentado en la zona, 21 incendios han sido en el ANP Parque Estatal “Isidro Fabela”, afectando aproximadamente 40 ha de bosque de pino-encino.

Imagen X.1. *Incendio forestal, Parque Estatal “Isidro Fabela”*



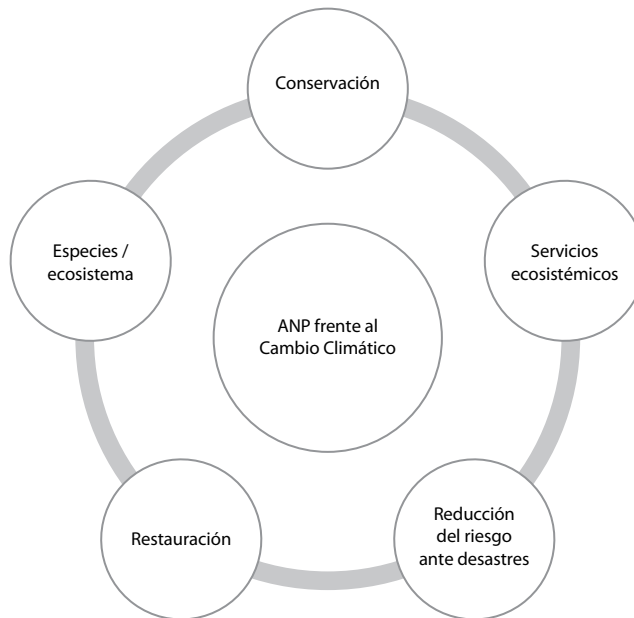
FUENTE: Elaboración propia.

La mayoría de los incendios que se presentan en la zona son provocados por la población que incendia pastizales que se salen de control, alcanzando el área forestal. El último incendio que se registró en el ANP Parque Estatal “Isidro Fabela”, ocurrió el 8 de febrero de 2021 arrasando con más de media

hectárea de bosque de pino-encino en la parte alta de la montaña. Por lo anterior, es importante mencionar que un bosque tarda más de una década en recuperarse de un incendio y que el efecto directo de la desaparición de árboles provoca que los niveles de captación y filtración de agua reduzcan, además de provocar la pérdida de fauna silvestre que habita en la zona.

Los incendios en terrenos forestales provocan cambios determinados sobre la función del ecosistema, y la flora y la fauna se ven afectados directamente, asimismo, existe pérdida de biomasa y, por consecuencia, desequilibran el balance hídrico.

Figura X.4. *Función del ANP frente al cambio climático*



FUENTE: Elaboración propia.

## Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno que sin duda ha propiciado cambios en la naturaleza, la variabilidad climática está relacionada en gran medida con los factores que amenazan la resiliencia de las ANP, actualmente se han

presentado con mayor intensidad fenómenos relacionados con el clima (sequías prolongadas, temperaturas extremas y precipitaciones). Bajo el contexto anterior, las ANP son consideradas un instrumento importante como medida de mitigación al cambio climático, ya que sirven como sumideros de carbono. Por lo que es de vital importancia su conservación.

Una de las manifestaciones del cambio climático sobre las ANP es la pérdida de biodiversidad, no necesariamente es un factor directo, pero sí es un factor que puede ocasionar la desaparición de especies; el aumento de temperatura, la erosión y la sequía son otros de los fenómenos en que se puede manifestar el cambio climático sobre los polígonos de conservación.

### **Asentamientos humanos<sup>1</sup>**

La ocupación en ANP por asentamientos humanos se da por diferentes factores, uno de ellos y con más representatividad es la falta de vigilancia continua en los espacios de conservación. En ocasiones las zonas urbanas rebasan los límites establecidos y ejercen presión sobre áreas naturales. Las autoridades encargadas de la vigilancia en ANP se encuentran limitados en recursos humanos y financieros para poder llevar a cabo una inspección continua. Asimismo, la mayoría de la población que se establece o se asienta en sitios de conservación crea asentamientos denominados irregulares, los cuales están fuera de lo establecido en la normatividad.

Los asentamientos irregulares carecen de un ordenamiento territorial y esto se refleja en la forma de suministrar los servicios públicos (agua, luz, drenaje y recolección de basura), usualmente los servicios con los que cuentan son deficientes, el drenaje es vertido en lugares que pueden estar afectando y contaminando el entorno. Por otra parte, la recolección de basura se vuelve difícil, ya que los sitios donde hay asentamientos pueden ubicarse en lugares accidentados, no necesariamente es una condición, pero por lo general dentro de estos asentamientos no se cuenta con una recolección de residuos. Esto da origen a tiraderos clandestinos, ya sea en barrancas,

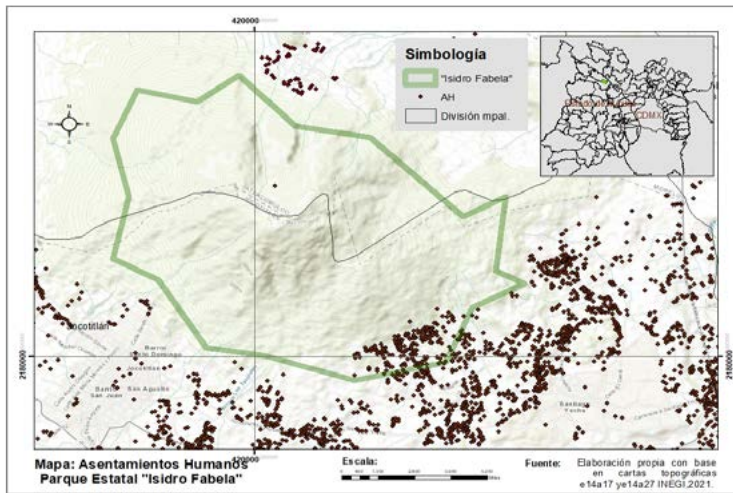
<sup>1</sup> La información de este apartado fue retomada de Reyes Olivares, Miranda Rosales y Juárez Toledo (2020). Las autoras de este capítulo cumplen la misma función en el trabajo mencionado.

arroyos o en otros sitios y representan un riesgo potencial para el suelo y el recurso hídrico de la zona donde estén establecidos.

De igual manera, otra forma de eliminar los residuos es quemándolos a cielo abierto, propiciando el riesgo de un incendio forestal.

Por otro lado, la población del municipio de Jocotitlán ejerce mayor presión sobre el ANP (SDUM, 2005). En la parte sureste se evidencia la invasión del ANP y asentamientos humanos que pueden generar condiciones de precariedad (véase el mapa X.3).

Mapa X.3. Asentamientos humanos dentro del ANP



FUENTE: Elaboración propia con base en cartas topográficas e14a17 y e14a27 (INEGI, 2020).

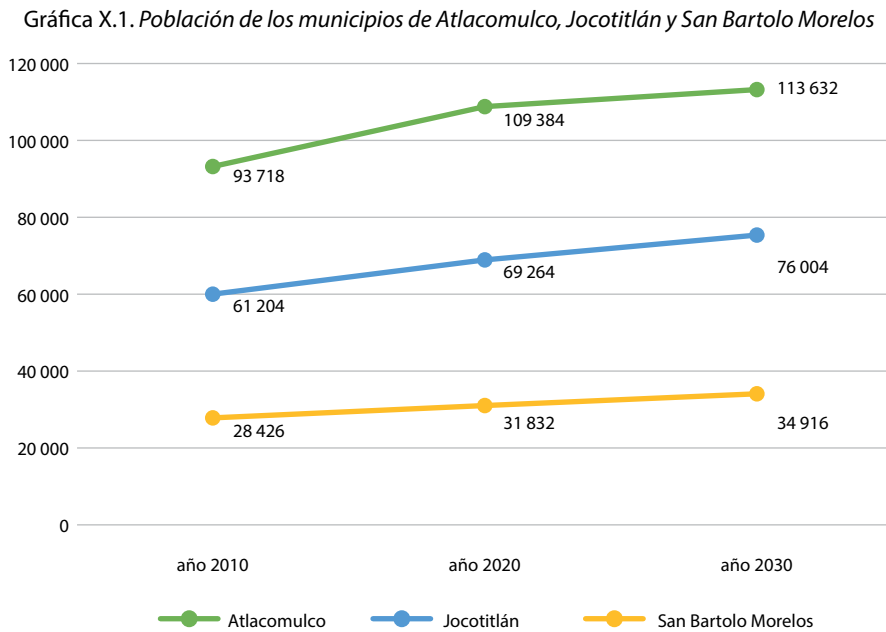
Ante la alteración de la normatividad de ubicarse en suelo no apto para vivienda se pueden presentar riesgos. En el caso del parque Isidro Fabela, como ya se mencionó, la zona de estudio es un terreno montañoso con pendientes pronunciadas en las que en época de lluvias se generan algunos deslizamientos de laderas y erosión que vuelve vulnerable el suelo y, en consecuencia, los sitios donde existen asentamientos irregulares se encuentran amenazados.

Un elemento ambiental que también es afectado por los asentamientos irregulares es la fauna silvestre, se pueden adaptar o bien se desplazan a sitios más alejados. En casos más extremos son cazados y eliminados. Lo

mismo sucede con la vegetación de la zona, que es extraída o eliminada y en consecuencia se propicia el aceleramiento de su desaparición, perdiendo resiliencia y capacidad de adaptación.

El crecimiento de la población en las últimas décadas ciertamente ha revelado un desequilibrio ecológico, por lo que es imperativo combatir sus efectos y limitar la degradación ambiental. Sin embargo, no se trata sólo del crecimiento de la población, también se trata de respetar la normatividad y los programas de manejo establecidos para conservar la biodiversidad.

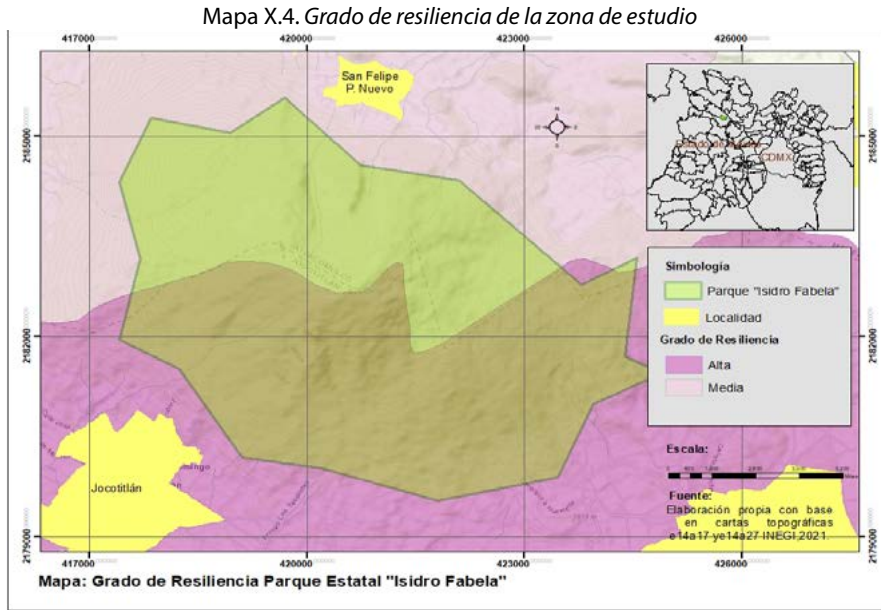
Para el caso de los municipios de Atlacomulco, Jocotitlán y San Bartolo Morelos la población crecerá de forma ascendente (véase la gráfica X.1).



FUENTE: INEGI (2020; 2021) y COESPO (2019).

El uso de suelo agrícola y pastizal ha aumentado en superficie en los municipios de Atlacomulco, Jocotitlán y Morelos en contraste con la reducción de Bosque de Coníferas, representado principalmente por el polígono del ANP Parque Estatal “Isidro Fabela”, la cobertura de suelo de cuerpos de agua también se ha reducido. La disminución de vegetación influye en la captación de agua, debido a que los bosques son los principales reguladores

del ciclo del agua, además de la regulación de temperatura, por lo tanto, los servicios ambientales que provee el ANP se ven afectados de manera directa disminuyendo la capacidad de resiliencia.



FUENTE: Elaboración propia con base en cartas topográficas e14a17 y e14a27 (INEGI, 2021) y mapa de indicadores municipales de peligro, exposición y vulnerabilidad (CENAPRED, 2021).

*Tabla X.4. Capacidad de resiliencia del ANP Parque Estatal "Isidro Fabela"*

<i>Propiedad</i>	<i>Valor del ANP PEIF</i>
Capacidad de amortiguar el cambio	Medio
Grado en que el sistema es capaz de autoorganizarse	Medio
Capacidad del sistema para adaptarse	Medio

FUENTE: Elaboración propia con base en CENAPRED (2021).

Los incendios forestales que se han presentado históricamente en el parque también han afectado, provocando dispersión y desaparición de la flora y la fauna. Por otro lado, el cambio climático a nivel global ha influido en la escasez de vegetación. Asimismo, los asentamientos humanos dentro del parque van deteriorando la vegetación aledaña provocando de manera irregular la conversión de uso de suelo. Por lo anterior, la capacidad de re-

siliencia del ANP aún se encuentra en transición de alta a media, tal como se observa en el mapa X.4. Existen tres propiedades de la resiliencia ecológica (véase la tabla X.4).

## Conclusiones

Los parques en la entidad mexiquense se encuentran impactados de forma directa por las actividades humanas; dicho impacto se observa principalmente en la pérdida de la superficie vegetal y, en consecuencia, hay desplazamiento o desaparición de la fauna silvestre, erosión, infertilidad en el suelo, temperaturas extremas y disminuye la capacidad de proveer servicios ambientales. Por ejemplo, las ANP que resguardan bosques mantienen la humedad y regulan la temperatura del sitio, si se impacta el bosque se está perturbando el microclima del lugar.

El crecimiento de las áreas urbanas y el uso agrícola son de las principales actividades que ejercen presión sobre las ANP. Las consecuencias de los impactos negativos a las ANP es que la resiliencia del lugar se ve afectada, por lo que a menor resiliencia mayor vulnerabilidad.

Asimismo, la capacidad adaptativa de las ANP se basa en la propia restauración de su riqueza natural, si ésta es capaz de adaptarse se volverá más resiliente. Y si no logra adaptarse se enfrenta a amenazas que provocan su transformación.

Es necesario armonizar la conservación de las ANP con las actividades que se realizan en el entorno. La acciones que se diseñen y que se ejecuten para proteger los sitios de conservación depende en gran medida de quien las ejecute. La población se debe involucrar en las estrategias y medidas.

Se debe mejorar el medio de ANP con el fin de optimizar su posibilidad para crear resiliencia a fenómenos que amenazan su capacidad de sobreponerse. Los factores que amenazan la resiliencia del Parque Estatal "Isidro Fabela" son principalmente el cambio de uso de suelo, lo que provoca deforestación, incendios forestales, cambio climático y asentamientos humanos.

Una estrategia que beneficia a las ANP es reducir los efectos lineales o no lineales del cambio climático sobre la biodiversidad de importancia mundial y los conjuntos humanos. El cambio climático agravará los problemas



de las ANP, sin embargo, el cambio en los ecosistemas y la pérdida de especies es inevitable, pero se pueden disminuir los efectos a través de un buen manejo de los sistemas naturales.

Las ANP contribuyen a proveer servicios ecosistémicos para el bienestar humano. Pero si su resiliencia se ve afectada, su entorno también. Por otra parte, la consideración de las ANP en el ordenamiento, en las políticas y estrategias de desarrollo (local y nacional) debe ser prioridad. Cuantificar la capacidad de resiliencia de un ANP ante una perturbación podría abrir importantes caminos para la comprensión de los ciclos adaptativos de los ecosistemas.

## Bibliografía

- Alguacil Gómez, J., y Camacho Gutiérrez, J., y Hernández Ajá, A. (2014). La vulnerabilidad urbana en España: Identificación y evolución de los barrios vulnerables. *Empiria: Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, (27), 73-94. <https://doi.org/10.5944/empiria.27.2014.10863>
- Cardoso, M. 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*, (73), 133-159. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022019000200133>
- CENAPRED (2021). *Atlas Nacional de Riesgos*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. <http://www.atlalnacionalderiesgos.gob.mx/>
- CENAPRED (2015). *Índice de Resiliencia a nivel municipal*. <https://bit.ly/3RKJVOj>
- CEPANAF (2020). *Comisión Estatal de Parques Naturales*. [http://cepanaf.edomex.gob.mx/areas\\_naturales\\_protegidas](http://cepanaf.edomex.gob.mx/areas_naturales_protegidas)
- COESPO (2019). *Proyecciones de población de los municipios del Estado de México 2019-2030*. <https://coespo.edomex.gob.mx/sites/coespo.edomex.gob.mx/files/files/2019/Nuevos/proyecciones.pdf>
- CONABIO (2021). *Portal de Información Geográfica*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.conabio.gob.mx/informacion/gis>
- CONANP (2022). *Información espacial de las Áreas Naturales Protegidas*. CONANP. [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info\\_shape.htm](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm)
- Constantino, R. M., y Dávila, H. R. (2011). Una aproximación a la vulnerabilidad y la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos extremos en México. *Política y Cultura*, (36), 14-44. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-77422011000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200002)
- GEM (1975). *Decreto Parque Estatal "Isidro Fabela" Gobierno del Estado de México*. *Gaceta de Gobierno*. Gobierno del Estado de México.

- Guerra Martínez, F., García Romero, A., y Martínez Morales, M. A. (2020). Evaluación de la resiliencia ecológica de los bosques tropicales secos: una aproximación multiescalar. *Madera y Bosques*, 26(3), 1-19. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2631983>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. En L. Robin, S. Sörilin y P. Warde, *The Future of Nature. Documents of Global Change* (pp. 245-256). New Haven: Yale University Press.
- H. Ayuntamiento de Jocotitlán (2015). *Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Jocotitlán, Estado de México*. [https://www.ipomex.org.mx/ipo3/lgt/indice/JOCOTITLAN/art\\_94\\_i\\_f3/0.web](https://www.ipomex.org.mx/ipo3/lgt/indice/JOCOTITLAN/art_94_i_f3/0.web)
- INEGI (2021). *Topografía*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>
- INEGI (2020). *Censo Población y Vivienda 2020*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>
- Lloret, F., Keeling, E. G., y Sala, A. (2011). Components of tree resilience: Effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos*, 120(12), 1909-1920. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0706.2011.19372.X>
- Méndez, R. (2012). Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 44(172), 215-231. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76122>
- Rebotier, J. (2013). *La Vulnerabilidad Urbana: Reducción de Riesgo y Emancipación Social. Ejemplos en Venezuela*. Porto, Portugal. <https://bit.ly/3ljBVaJ>
- Reyes Olivares, A., Miranda Rosales, V., y Juárez Toledo, R. (2020). Vulnerabilidad y Resiliencia de Áreas Naturales Protegidas ante Asentamientos Humanos Irregulares. En S. Martínez Pellegrini, J. F. Sarmiento Franco y M. C. Valles Aragón (coords), *Aproximaciones teórico-metodológicas para el análisis territorial y el desarrollo regional sostenible*, (pp. 207-222). México: UNAM/AMECIDER. <http://ru.iiec.unam.mx/5395/1/Volumen%20I.pdf>
- SDUM (2005). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Morelos*. [http://seduv.edomexico.gob.mx/planes\\_municipales/morelos/MorelosFINAL.pdf](http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/morelos/MorelosFINAL.pdf)
- Semarnat (2012). *Población y medio ambiente*. [www.unfpa.org](http://www.unfpa.org)
- Tilman, D., y Downing, J. A. (1994). Biodiversity and stability in grasslands. *Nature*, 367, 363-365. <https://doi.org/10.1038/367363a0>

# XI. Territorios de paz, la realidad del proceso de reincorporación de las FARC-EP: Una mirada desde la ingeniería y sus dispositivos (Areandina, Colombia)\*

LILIANA MARÍA FUENTES OSORIO\*\*

KAREN HINRECHSEN PRIETO\*\*\*

CRISTIAN JULIÁN DÍAZ ÁLVAREZ\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.11>

## Resumen

El punto uno del Acuerdo de Paz firmado entre el Estado colombiano y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia-Ejército del Pueblo (FARC-EP) supuso generar estrategias que beneficiarán de forma prioritaria a los territorios más afectados por el conflicto, con mayores índices de pobreza, presencia de economías ilícitas y debilidad institucional. Por tal motivo, los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) buscan dotar a las comunidades de espacios de diálogo, resolución de conflictos y herramientas de gestión, con el objetivo de construir un tejido social, donde los beneficiarios y la sociedad en general son corresponsables de la construcción de

---

\* Agradecemos la colaboración en este trabajo de las comunidades de los Antiguos Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (AETCR) de Tierra Grata y Ponedores por abrir las puertas a la Academia, a los estudiantes de los programas de Ingeniería de la Sede Valledupar de Areandina por aceptar el reto, al gobierno de la institución por avalar la iniciativa, y a los directivos y profesores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de Areandina, especialmente a los Ingenieros Cristian Julián Díaz Álvarez, Decano Nacional de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, y Josefina Hernández Cabana, Directora del Programa de Ingeniería Civil, por su compromiso y apoyo administrativo y académico.

\*\* Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7915-4384>; correo electrónico: lfuentes11@areandina.edu.co

\*\*\* Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, Chile. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2363-2148>; correo electrónico: karen.hinrehsen@usach.cl

\*\*\*\* Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4212-4947>; correo electrónico: cristhian2040@hotmail.com

la cultura de paz y la sana convivencia de los actores. En ese contexto se expone en este capítulo la experiencia de relación bidireccional entre las comunidades de Tierra Grata y Pondores y la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina, con la cual se ha podido desarrollar una metodología de trabajo dentro del Proyecto Ciudadelas de Paz®.

**Palabras clave:** *acuerdo de paz, programa de desarrollo con enfoque territorial, aprendizaje y servicio, extensión solidaria, urbanismo.*

Más de medio siglo de confrontación armada entre el Estado Colombiano y distintos actores ilegales, que costó la vida a 262 197 personas (CNMH, 2021) y que provocó tensiones internacionales con los países vecinos, logró reducirse con la firma del Acuerdo Final de Paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia-Ejército del Pueblo (FARC-EP).

Figura XI.1. *Fases del proceso de construcción de Acuerdo de Paz en Colombia 2012-2020*



FUENTE: Elaboración propia con información de ARN (2019), CNMH (2018), Fuerza Alternativa Revolucionaria del Común (2020).

Decisión histórica (véase la figura XI.1), probada en el crisol de la tensión política vía plebiscito, donde ambas partes se comprometieron a terminar el conflicto con el objetivo de construir una paz estable y duradera que, con el apoyo de la comunidad internacional —representada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y países miembros—, ha fomentado el diálogo, la financiación y la supervisión de los seis puntos específicos del Acuerdo, a saber: (a) Reforma Rural Integral, (b) Participación

Política, (c) Fin del Conflicto, (d) Solución al Problema de Drogas Ilícitas, (e) Acuerdo sobre Víctimas del Conflicto Armado, y (f) Mecanismos de Implementación, Verificación y Refrendación (Acto Legislativo 01 de 2016).<sup>1</sup>

Sin embargo, el cambio en la forma de ejercer la oposición y exposición de las ideas no ha podido desprenderse de la tradicional división que por años ha ocasionado un injustificado derramamiento de sangre en el país,<sup>2</sup> lo que ha puesto en duda algunos de los puntos específicos (García, 2020; Müller, 2021; Sedacca, 2019; Torres-Henao, 2019). Más cuando el Acuerdo en sí puede considerarse imperfecto, tal como se declaró en el discurso del acto de firma del Acuerdo Final (Presidencia de la República de Colombia, 2016).

En cuanto a la planeación territorial para la consolidación de los Antiguos Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (AETCR) se refiere, los cambios de las políticas públicas para los territorios —que se han presentado en la última década— han reconocido las diferencias entre las regiones, contextos y expresiones culturales,<sup>3</sup> permitiendo la descentralización parcial en la ejecución presupuestal. Aunque esto haya representado un descalabro al erario y al proceso de consolidación de una paz duradera por causa de la corrupción (Transparencia por Colombia, 2022).

<sup>1</sup> Por medio del cual se establecen instrumentos jurídicos para facilitar y asegurar la implementación y el desarrollo del Acuerdo Final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera.

<sup>2</sup> Esta realidad pareciera ser un meme de la polarización que inició en los albores de la República —entre centralistas y federalistas—, luego con la aparición de los partidos políticos —entre liberales y conservadores—, posteriormente con el asesinato de Jorge Eliécer Gaitán en la segunda mitad del siglo xx, seguido del surgimiento de los grupos guerrilleros impulsados por la Revolución cubana, hasta el inicio del siglo xxi con la consolidación de grupos paramilitares. Todo un proceso de radicalización que fue escalando hasta llegar a la barbarie.

<sup>3</sup> Las regiones de Colombia padecen ante la falta de reconocimiento que tienen éstas ante el desarrollo integral del país, que soslaya y excluye las potencialidades y diferencias de los territorios, así como lo expone Soto (2019: 151): “El perfil de la política regional en los planes de desarrollo declina hasta casi desaparecer en la fase que va 1991 hasta 2006, bajo el signo del modelo de apertura internacional entronizado por la administración Gaviria Trujillo (1990-1994). En este periodo, el mandato descentralizador de la Constitución de 1991 se impone sobre la política regional propiamente dicha, y emerge una tendencia a la ‘territorialización’ de las políticas sectoriales, como es el caso de las de competitividad y ciencia, tecnología e innovación. El hilo perdido del reconocimiento de la importancia estratégica que tienen las regiones para el desarrollo nacional se recupera inicialmente en el plan ‘Estado comunitario: desarrollo comunitario’ (2006-2010) y, con mayor fuerza, en los de las dos administraciones de Santos Calderón (2010-2018)”.

En este contexto, los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) buscan crear espacios de diálogo, resolución de conflictos y herramientas de gestión para las comunidades, con la finalidad de construir un tejido social que favorezca la cultura de paz entre los actores, razón por la cual este trabajo describe la experiencia del Proyecto Ciudadelas de Paz® entre las comunidades de Tierra Grata y Pandores y la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina, que pretende mejorar las condiciones del asentamiento temporal y definitivo de los ex combatientes desde el diseño urbano.

## Metodología

En este artículo se expone la experiencia de relación bidireccional entre las comunidades de Tierra Grata y Pandores y la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina, con la cual se ha podido desarrollar una metodología de trabajo dentro del Proyecto Ciudadelas de Paz®, que ha evolucionado desde las actividades en aula hasta los artefactos y dispositivos producto de la investigación y extensión solidaria en ingeniería.

Este ejercicio ha permitido mejorar las condiciones del asentamiento temporal y, desde el diseño urbano, pensar el asentamiento definitivo; asimismo, la asistencia técnica a distintas iniciativas de los reincorporados.

Luego de tres años de mutua colaboración se logró consolidar un equipo de trabajo entre los reincorporados, los profesores y, sobre todo, los estudiantes; con el cual se han conseguido los diseños básicos del proyecto urbanístico, la ingeniería de detalle de las vías de acceso, las oportunidades de mejora para los proyectos productivos sostenibles y la mampostería, entre otros.

Además, se pudo identificar que los principales escollos para consolidar el asentamiento definitivo en un escenario del posacuerdo son: la burocracia, los sofismas legales y los imaginarios de una buena parte de la población que aún no reconoce que los reincorporados también son compatriotas.

## Resultados

*Pensando el territorio. De las Zonas Veredales Transitorias de Normalización-ZVTN, a los Antiguos Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación-AETCR*

Con el objeto de superar los efectos adversos de confrontación armada en las regiones de Colombia, donde tradicionalmente ha habido poca presencia del Estado, y lograr una transformación estructural del campo y la ruralidad, el Acuerdo consideró los PDET (Borja, 2017).

Este nuevo instrumento de planeación y gestión, en conjunción con los planes de desarrollo económico y social, de ordenamiento territorial, de ordenamiento y manejo de cuenca, entre otros, aparentemente permiten no sólo generar arraigo en los ex combatientes, permitiéndoles la posibilidad de desarrollar sus potencialidades, consolidar pertenencia y orientar sus proyectos de vida y el de sus familias, sino permitir al Estado la integración de las regiones al proyecto del país; tal y como lo manifiesta Montañez-Gómez “[...] es en los territorios y desde los territorios que las personas a través de la interacción se establecen como sujetos biológicos, sociales, políticos y culturales, constituyendo redes de apoyo entre sí, generando sentido a su desarrollo vital” (2016: 13).

Al ser el territorio un tema neurálgico para una paz estable y duradera, la reubicación de los reincorporados fue parte fundamental en la operación logística de la desmovilización. En este orden de ideas, una vez que se estableció la puesta en marcha de los protocolos para la reincorporación de los otrora combatientes de las FARC-EP a la vida civil se llevó a cabo una concentración hacia las ZVTN,<sup>4</sup> áreas con exiguas rutas de acceso y escasa cobertura de servicios públicos y saneamiento que, al dificultar un asentamiento decoroso, provocaron un gran sinsabor generalizado (MOE, 2017: 18). Este hecho evidenció que las obras de ingeniería eran necesarias

<sup>4</sup> El 24 de noviembre de 2016 las partes acordaron que los miembros de la antigua guerrilla se establecerían en 20 ZVTN y siete Puntos Transitorios de Normalización (PTN) con el objetivo fundamental de alcanzar el desarme y la reincorporación política, económica y social de sus miembros. Una vez que culminó el proceso de entrega de armas (15 de agosto de 2017), las ZVTN pasaron a llamarse Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR) y a partir del 2020 se llaman AETCR.

para consolidar un proceso que se concentró en lo social, lo político y lo económico.

Pasados los 180 días programados para la vigencia de las ZVTN, y después de varias prórrogas, se crearon los Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR) (actualmente llamados AETCR) donde se continuaron preparando a los ex guerrilleros de las FARC-EP para su ingreso a la vida civil. Espacios transitorios que, al encontrarse en legalización de los derechos de propiedad, mantuvieron los déficits de infraestructura básica y urbanismo, más cuando crecieron en densidad poblacional al consolidarse núcleos familiares (véase la tabla XI.1).

Tabla XI.1. *Número de personas registradas en el proceso de reincorporación*

Total de personas registradas en el proceso de reincorporación (septiembre 2019)	12 978
Personas que residen dentro de los ETCR	3 038
Personas que residen fuera de los ETCR	9 138
Personas vinculadas al sistema de salud	98%
Personas vinculadas al sistema de pensión	83%
Personas con asignación única de normalización	12 869
Personas matriculadas en formación académica	1 773
Inversión total (COP)	\$118 553 485 150

FUENTE: Adaptado de Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN, 2019).

Con relación a este asunto, la Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN, 2019) concluyó que los AETCR permitieron la adaptación de los reincorporados a la vida civil y el pleno ejercicio de su ciudadanía,<sup>5</sup> pretendiendo que su presencia aportara positivamente a las comunidades aledañas y viceversa; ideal que se puede verificar en los AETCR de Tierra Grata y Ponedores.

Hoy, y con el objeto de finalizar la transición, el Gobierno Nacional se encuentra adquiriendo los predios para la reincorporación, proceso que ha tenido enormes trabas en cuanto a las jurisdicciones municipales, las oficinas de Registro de Instrumentos Públicos y los poseedores de la tierra.

<sup>5</sup> Al no estar circunscritos de manera exclusiva a los ETCR pueden recibir los beneficios allí establecidos, dentro o fuera de su territorio.



En estos momentos, para los reincorporados, la ciudadanía les ha permitido un abanico de posibilidades de interacción con las diversas entidades públicas y privadas que tienen relación alguna con el objeto para el cual se crearon los otrora ETCR. Es así como la Fundación Universitaria del Área Andina (Areandina), a través de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, se vinculó con el convencimiento de poder favorecer la consolidación de los AETCR de Tierra Grata y Pondores con obras de infraestructura, saneamiento básico, urbanismo sostenible y la protección de la naturaleza. Comunidades que se encuentran cercanas a la Sede Valledupar de la institución, ubicadas en la región montañosa de la serranía de Perijá, en los límites entre los municipios de La Paz y Manaure en el departamento del Cesar, y en el municipio de Fonseca, en el departamento de La Guajira, respectivamente.

Ambos espacios, integrados por ex combatientes y sus familias,<sup>6</sup> conforman un tejido social vinculante con la tierra, sobre la cual ejercen una identidad como comunidad. Asimismo, consolidan una red intrincada entre ellos mismos y las comunidades aledañas que habitan los municipios donde se emplazan, incluyendo la capital del correspondiente departamento, a saber: Manaure Balcón del Cesar, San José de Oriente y Valledupar para el ETCR Tierra Grata, y Fonseca y Riohacha para el AETCR Pondores. Sistema complejo que determina formas particulares de interactuar con el mundo externo (Romero *et al.*, 2006) entre los que acogen a los ex combatientes, aquellos que los miran con reserva y los que no saben aún de su existencia.<sup>7</sup>

### **Procesos de acompañamiento desde la ingeniería y las ciencias**

Partiendo del hecho de que las comunidades de Tierra Grata y Pondores participan de las decisiones que gobiernan sus vidas, que hay un respeto individual y colectivo por su condición de ciudadanos ex combatientes, que

<sup>6</sup> Gracias al proceso de paz, las familias de los ex combatientes se han podido reunir nuevamente, y muchas de éstas se han establecido definitivamente en los otrora ECTR.

<sup>7</sup> Esto se evidenció con los trabajos de campo, la investigación formativa y los proyectos de extensión durante los tres años que lleva el trabajo colaborativo.

la mayoría de sus individuos son corresponsables de su devenir y que desde el primer momento del asentamiento han buscado el apoyo por parte de la sociedad en la consecución de sus objetivos,<sup>8</sup> el profesorado, los directores de departamento y el decano nacional de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de Areandina (periodo 2019-2021) decidieron coadyuvar en la reconstrucción de ese tejido social deteriorado por el conflicto<sup>9</sup> a través de asesorías técnicas destinadas a estudios de suelo, diseño urbanístico y vías, tratamiento de aguas, manejo de residuos sólidos y saneamiento básico, entre otros. Asimismo, en la construcción e instalación de artefactos para soportar los proyectos productivos sostenibles y la provisión de algunos servicios públicos.

Tarea titánica, ya que Colombia no ha tenido la mejor experiencia en los procesos de reintegración (Chávez y Falla, 2004; Villagra, 2013) aun cuando el Centro Nacional de Memoria Histórica (2018) afirma lo contrario. Por tal motivo, es un imperativo ético ayudar a los ex combatientes para que encuentren soluciones a sus problemáticas de infraestructura en otrora potreros, lotes o fincas carentes de redes de acueducto o alcantarillado, conexión a la energía eléctrica y rutas de acceso, y suplir sus necesidades de ciencia, tecnología e innovación para tener una decorosa y productiva vida civil; más cuando muchos de ellos el único regazo que conocen como familia ha sido esta organización (Montañez-Gómez, 2016), que actualmente se denomina Comunes (Fuerza Alternativa Revolucionaria del Común, 2020).

<sup>8</sup> Se consideraron estos cuatro criterios que Daly y Cobb (1997) establecen para definir una comunidad, condición *sine qua non* que la decanatura consideró para desarrollar proyectos de intervención formal.

<sup>9</sup> La reincorporación de los ex combatientes de las FARC-EP a la vida civil conlleva un compromiso estatal que esta reivindicado a través de la Constitución, donde se le facilita la re inserción a la vida civil a los ex combatientes. Según Villarraga (2015: 53) "Una reintegración exitosa en el ámbito social y ciudadano se asimila al desmantelamiento efectivo de las estructuras militares armadas comprometidas [...] La consiguiente recuperación de la confianza por parte de las comunidades y la ciudadanía frente a la institucionalidad y el Estado". De allí el imperativo categórico de brindar toda la ayuda posible para viabilizar los AETCR. Sin embargo, es claro que el posAcuerdo es un proceso muy complejo y complicado que ha presentado varios inconvenientes, pero que continúa gracias al compromiso de las comunidades, los organismos multilaterales, la Academia, el sector privado y el propio Estado. Por tal motivo, es de gran importancia que los ex combatientes puedan incorporarse a la vida civil sin obstáculos de tipo ideológico, político, financiero o de infraestructura; de lo contrario, se estaría comprometiendo la implantación del Acuerdo Final, volviendo al interminable conflicto por la pérdida de confianza de los desmovilizados. Algo que lamentablemente ya ha ocurrido.

El acercamiento de los habitantes de Tierra Grata y Pondores con la institución se dio en el año 2017 a través de iniciativas comunitarias propiciadas por los líderes de ambos territorios, dirigidas a la institución con el único propósito de recibir acompañamiento por parte de la academia, esta gestión fue realizada directamente al programa de Ingeniería Civil en el marco del proyecto comunitario “Ciudadelas de Paz”, lo cual se vinculó a proyectos de aula, a investigación formativa y al desarrollo de las habituales comisiones en campo, denominadas actualmente en la Facultad como Transectos de Intervención Académica (FICB, 2019), dado que las zonas donde habitan estas comunidades son un laboratorio propicio para desarrollar una metodología de Aprendizaje y Servicio (Díaz, 2014; Mendia, 2012), a través de un proceso sistemático que lleve el proyecto de aula a la política pública (Díaz, 2019).

De esta manera inició la relación vinculante entre la universidad y las comunidades, incentivada por la confluencia de intereses que permitieran contribuir a la suplección de las necesidades de la población involucrada y, naturalmente, a la paz; orientando y brindando la oportunidad de materializar un sueño colectivo.

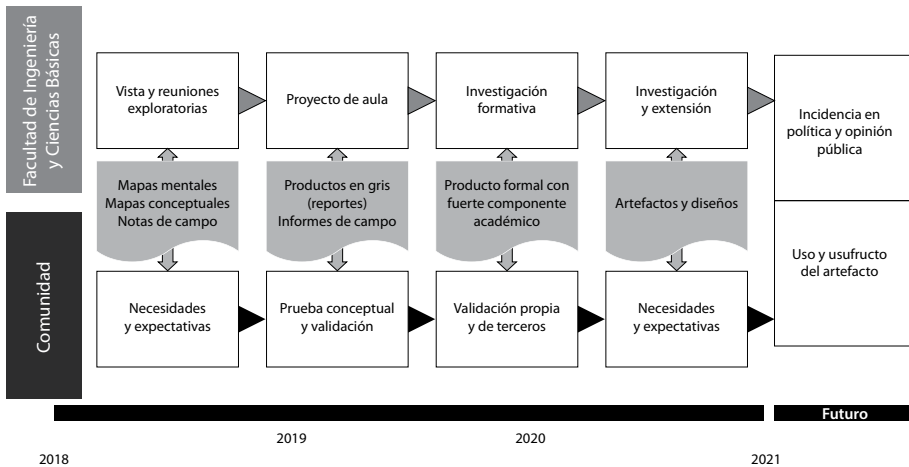
Si bien los primeros momentos de la relación se caracterizaron por el ensayo y error en el trabajo colaborativo, toda vez que no había un plan claro de trabajo por parte de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas —aunque por parte de los colectivos de Tierra Grata y Pondores sí existía con el proyecto Ciudadelas de Paz—, a partir del año 2019 se sistematizaron las acciones y labores realizadas con el objeto de suplir las necesidades descritas en los diálogos y talleres, principalmente con el AETCR Tierra Grata, con quienes se alcanzó mayor formalidad y cumplimiento de los objetivos de formación y resultados de aprendizaje de las asignaturas y programas involucrados;<sup>10</sup> asimismo, con quienes se logró formalizar proyectos y entregar productos indizables útiles, con rédito social, académico y cuantitativo.

Proceso que, desde la Academia, se está llevando a cabo en las siguientes etapas, a saber: (a) *proyectos de aula*, evidenciados en los planes de desarro-

<sup>10</sup> En la actualidad se encuentran vinculados los programas de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Minas, Ingeniería Industrial, Ingeniería Geológica y la maestría en Gestión Ambiental, que operan desde una lógica multicampus bajo un macroproyecto de investigación.

llo de las asignaturas, acordados previamente con el respectivo director de programa y dimensionados a partir de las expectativas de la comunidad; (b) formulación y desarrollo de *proyectos de investigación formativa*, a partir de proyectos de aula exitosos que alcanzaron influencia en el mediano plazo, proyectos que se formalizan y codifican en los sistemas de información académica, con el fin de darles sustento y dedicación docente; (c) desarrollo de proyectos de *investigación propiamente dicha* y/o de *extensión solidaria*, los cuales se formularon a partir de la verificación del impacto de sus antecesores, y sobre los cuales hay una amplia expectativa de vida útil, y (d) influencia en *política pública y opinión*, dado que los AETCR son espacios que se encuentran en proceso de propiedad y formalización de notariado y registro, sobre los cuales el escepticismo reina en cuanto a su consolidación (véase la figura XI.2).

Figura XI.2. Etapas del proceso académico en relación con las expectativas de la comunidad de los AETCR



NOTA: El proceso más avanzado se ha logrado con el AETCR de Tierra Grata, que se ha mantenido desde el año 2018.

FUENTE: Elaboración propia.

Así las cosas, el aporte del conocimiento técnico y científico de la institución, en total atención a las necesidades que ha evidenciado la comunidad de los AETCR, en sincronía con las ideas de los ex combatientes y sus familias, y con la propia mano de obra, se han convertido en una fuerza impul-

sora que mantiene la voluntad de las partes para llevar a cabo lo propuesto<sup>11</sup> en el Proyecto Ciudades de Paz. Fuerza que, con el apoyo de la Agencia para la Normalización y la Reincorporación (ARN), la Unión Europea y los demás aliados del proceso, logró convocar a otros actores académicos de la región caribe colombiana, a saber, la Universidad del Atlántico, la Universidad de la Guajira y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Propiamente hablando, los productos alcanzados se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: conceptos y diseños de ingeniería, artefactos, servicios técnicos y logísticos, y opinión pública (véase la tabla XI.2), los cuales tienen distintos niveles de maduración en su línea de tiempo como proyectos de ingeniería, diversos alcances, uso comunitario y valor cuantitativo.

Tabla XI.2. *Tipo de productos alcanzados, a la fecha con la comunidad de los AETCR de Tierra Grata y Ponedores*

Tipo de Producto		Descripción	Fase de aproximación desde la Academia
Diseño	Conceptual	Proyecto urbanístico para el asentamiento	Extensión solidaria
	Validado	Diseño BIM de la vivienda estándar <sup>a</sup>	Extensión solidaria
Artefactos	En prueba	Trazado de la vía del acceso al AETCR (placa huella)	Investigación formativa-trabajo de grado
	En prueba	Sistema fotovoltaico para proveer energía eléctrica	Proyecto de aula
	Laboratorio	Prototipo de ladrillo estructural	Extensión solidaria
Servicios	Estudios	Pruebas de resistencia estructural a los prototipos de ladrillo	Extensión solidaria
		Estudios de suelos del AETCR	Extensión solidaria
	Uso de infraestructura	Estudios topográficos	Proyecto de aula
Opinión	Medios de comunicación	Préstamo de aulas y auditorios	n. a.
		Entrevistas en medios locales y nacionales (programa Mimbres Canal Institucional) <sup>b</sup>	Opinión pública

<sup>a</sup> El diseño de la vivienda estándar fue presentado por la Universidad del Atlántico, y posteriormente, con las propuestas de mejora emanadas en los talleres con la comunidad de Tierra Grata, Areandina realizó un diseño en Modelado de Información para la Edificación-BIM (por sus siglas en inglés).

<sup>b</sup> Para conocer más el detalle de la intervención se puede consultar: Programa Mimbres, capítulo 27: Mimbres Capítulo 27 - Territorio - YouTube, y Programa La Rotativa. Ciudades de Paz. Tierra Grata - YouTube

FUENTE: Elaboración propia.

<sup>11</sup> El espacio de trabajo colaborativo ha sido una oportunidad de pensar que, mientras haya voluntad y compromiso, se pueden encontrar beneficios que convengan a las partes cuando todos se comportan como pares.

Para alcanzar los productos mencionados hubo que generar confianza en ambas partes, ya que las comunidades del AETCR eran, en un principio, muy prevenidas al acercamiento con el personal civil, esto en parte al aislamiento histórico, al asesinato de algunos ex combatientes en diversas partes del país (ONU, 2020) y a los imaginarios civiles antes mencionados. También, porque muchos profesores y estudiantes estaban experimentando —por primera vez— la interacción, diálogo y formulación de proyectos con otros combatientes. Sin embargo, la apertura se dio pese a los impases, estableciéndose canales de comunicación, el flujo y respeto por las ideas, y el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

## **El llamado de los desmovilizados**

Esta experiencia de Extensión Solidaria y Proyección Social de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de Areandina refleja el necesario acompañamiento de las instituciones de educación superior en la construcción de paz en el territorio, así como de otros actores no polarizados de naturaleza privada, pública y no gubernamental, tal como lo relata la siguiente cita de uno de los ex combatientes que ha podido documentar el proceso de desmovilización y reinserción a la vida civil:

No se puede permitir “hacer trizas” este proceso, si Tierra Grata en medio de sus necesidades y un alto nivel de vulnerabilidad en el sentido socioeconómico ha demostrado que puede generar estrategias que coadyuvan para el bienestar de un número importante de personas, tanto en la Vereda como en sus áreas aledañas, y con recursos en su mayoría otorgados y gestionados a través de la ayuda internacional, respetando sobre todo el marco de la legalidad. En consecuencia, por extensión se entiende que destruir este proceso sería crear las condiciones para debilitar la esperanza de paz de generaciones completas que no merecen la amargura y la zozobra de otra mortal ídolos a guerra (Pineda, 2021: 51).

## Conclusiones

Desde la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas el trabajo colaborativo ha sido muy provechoso, porque los estudiantes de seis cohortes han tenido la oportunidad de conocer una realidad antes desconocida por ellos, lo que les permitió palpar de primera mano, a través de sus propias experiencias, lo que representa la materialización del Acuerdo de Paz.

Los jóvenes han conocido las problemáticas de las comunidades de Tierra Grata y Pongores, y han consolidado modelos mentales que les permitirán comprender, desde otra perspectiva, lo que acontece; además de facilitar la confrontación de la teoría que se imparte en los espacios formativos con la necesaria práctica grupal y comunitaria en entornos restrictivos.

A lo largo de tres años de trabajo colaborativo se ha identificado que los imaginarios hacia los ex combatientes, los sofismas legales en cuanto a la titulación de la tierra y la burocracia han sido los principales escollos en la consolidación de los espacios territoriales.

La metodología de Aprendizaje y Servicio, junto con el proceso sistemático de Proyecto de Aula a la Política Pública, luego de unos ajustes iniciales, han permitido la intervención ordenada desde la Academia. Orden que fue impulsado por la existencia previa de un proyecto propio de los ex combatientes de Tierra Grata y Pongores, llamado Ciudadelas de Paz.

Desde la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina hay un convencimiento para continuar con el proceso en los AETCR de Tierra Grata y Pongores. Tanto profesores como administrativos están convencidos del valioso aporte que, desde la ciencia, la tecnología y la innovación, se pueden realizar para la construcción de una paz estable y duradera en Colombia. Asimismo, los logros obtenidos han sido socializados por la institución en su proceso de Acreditación Institucional, propiamente en la condición de calidad de Extensión y Proyección Social.

La implementación del Acuerdo de Paz ha sido un proceso que cuenta con el decidido apoyo de buena parte de los ex combatientes de ambos lados del conflicto; así como de actores como las Instituciones de Educación Superior, Organismos Multilaterales y Organizaciones No Gubernamentales. Hoy, el proceso del posAcuerdo oscila entre el optimismo de una reinserción

exitosa y la frustración por las dificultades inherentes a la inercia de un conflicto de más de medio siglo, las decisiones de gobierno y la paquidermica actuación del Estado en la periferia colombiana.

Aun así, una trascendencia del proceso, para el caso específico de los AETCR de Tierra Grata y Ponedores, radica en la reconciliación entre lo urbano y lo rural, entre actores con tradición de enfrentamiento y la propia de los involucrados en la reconstrucción del país. La comunicación, la restauración de los lazos comunitarios, la confianza creciente y la no estigmatización son aspectos positivos de la experiencia de apoyo de la Universidad; más cuando se involucra a los jóvenes y sus críticas y reflexivas mentes.

## Bibliografía

- Acto Legislativo 01 de 2016 (Congreso de la República). Por medio del cual se establecen instrumentos jurídicos para facilitar y asegurar la implementación y el desarrollo normativo del acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera.
- ARN (2019). *La reincorporación. Espacios Territoriales de Reincorporación y Capacitación. (ETCR)*. Agencia para la Reincorporación y la Normalización. <http://www.reincorporacion.gov.co/es/reincorporacion>
- Borja M. (2017, mayo-agosto). Perspectivas territoriales del Acuerdo de Paz. *Análisis Político*, 90, 61-76.
- CNMH (2021). *Observatorio de Memoria y Conflicto: 262 197 muertos dejó el conflicto armado*. Bogotá, Colombia. Centro Nacional de Memoria Histórica. <https://bit.ly/3jl6MgV>
- CNMH (2018). *Regiones y conflicto armado: balance de la contribución del CNMH al esclarecimiento histórico*. Bogotá, Colombia. Centro Nacional de Memoria Histórica.
- Chávez Plazas, Y. A., y Falla Ramírez, U. (2004). Realidades y falacias de la reconstrucción del tejido social en población desplazada. *Tabula Rasa*, (2), 169-187.
- Daly, H., y Cobb, J. (1997). *Para el bien común. Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y el futuro sostenible*. Bogotá: FCE.
- Díaz C. (2014). Comunidades de base y universidad, alianzas con valor pedagógico e impacto social. En: *Nuevos Escenarios de la Enseñanza de la Ingeniería*, ACOFI. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.
- Díaz C. (2019). Del proyecto de aula a la política pública: educación y servicio en relación a la contaminación por mercurio en Bogotá, Colombia. *Ecological Economics and Social Ecological Movements*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma Metropolitana.



- Fuerza Alternativa Revolucionaria del Común (2020). *Quiénes somos*. Comunes <http://www.partidofarc.com.co>
- FICB (2019). *Plan multicampus para los trabajos y salidas de campo*. Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas. Valledupar, Colombia. Fundación Universitaria del Área Andina.
- García V. (2020). Colombia: Between the Dividends of Peace and the Shadow of Violence. *German Institute of Global and Area Studies-GICA Focus*, 2, 1-12.
- MOE (2017). *Tercer Informe. Efectos temporales en la democracia durante el proceso de dejación de arma en Colombia 2017, Aprendizaje desde los territorios*. Bogotá, Colombia: Misión de Observación Electoral, Ciudad Abierta, Pastoral Social Caritas Colombia y Fortaleciendo.
- Mendía R. (2012). Aprendizaje y servicio como una estrategia inclusiva para superar las barreras al aprendizaje y a la participación. *Revista Educación Inclusiva*, 5(1).
- Montañez-Gómez, G. (2016) Territorios para la paz en Colombia: procesos entre la vida y el capital. *Bitácora Urbano Territorial*, 26(2), 11-28.
- Müller, C.S. (2021). The Role of Law in Enforcing Peace Agreements: Lessons Learned from Colombia, *Journal of Conflict and Security Law*, 2021, kraa027. <https://doi.org.proxy.bidig.areandina.edu.co/10.1093/jcsl/kraa027>
- ONU (2020). *Informe trimestral del Secretario General de las Naciones Unidas ante el Consejo de Seguridad sobre la Misión de Verificación de la ONU en Colombia*. Organización de las Naciones Unidas. [http://sp\\_n2037704.pdf](http://sp_n2037704.pdf) (un-missions.org)
- Pineda, O. (2021). Tierra Grata: Una comunidad que le apuesta a la paz y a la reconciliación desde el territorio. DIPAZ Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia (2016). *Palabras del Presidente Juan Manuel Santos en el acto de firma del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto con las FARC*. Disponible en el Archivo de la Presidencia 2015-2018. <http://es.presidencia.gov.co/discursos/160926-Palabras-del-Presidente-Juan-Manuel-Santos-en-el-acto-de-firma-del-Acuerdo-Final-para-la-Terminacion-del-Conflicto-con-las-FARC>
- Romero, Y. Jiménez, J. y Bustamante, M. (2006). *Conformación de comunidades de aprendizaje en Bogotá, Colombia: Puesta en marcha desde la complejidad*. Tercer seminario bienal internacional acerca de las implicaciones filosóficas, epistemológicas y metodológicas de la teoría de la Complejidad. La Habana.
- Sedacca, N. (2019). The “turn” to Criminal Justice in Human Rights Law: An Analysis in the Context of the 2016 Colombian Peace Agreement. *Human Rights Law Review*, 19(2), 315-345, <https://doi-org.proxy.bidig.areandina.edu.co/10.1093/hrlr/ngz011>
- Soto, C. (Ed.). (2019). *Seguimiento y análisis de políticas públicas en Colombia 2018*. Departamento de Publicaciones Universidad Externado de Colombia. <https://publicaciones.uexternado.edu.co/gpd-seguimiento-y-analisis-de-politicas-publicas-en-colombia-2018-235762272018.html>
- Torres-Henao, P. (2019). Ausentes de estrategia: La disputa entre el Gobierno Nacional y la FARC por dotar de un horizonte de sentido el proceso de (re) incorporación económico y social. En: *El Acuerdo de paz en Colombia: Entre la perfidia y la potencia transformadora*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: CLACSO.

- Transparencia por Colombia (2022). *Nuevamente la corrupción nos quita el sueño de una paz justa y equitativa*. <https://transparenciacolombia.org.co/2022/06/30/nuevamente-la-corrupcion-nos-quita-el-sueno/>
- Villagra Sarmiento, A. (2013). Experiencias históricas recientes de reintegración de ex-combatientes en Colombia. *Colombia Internacional*, 77(2), 107-140.
- Villarraga Sarmiento, A. (2015). *Desmovilización y reintegración paramilitar. Panorama post acuerdos con las AUC*. Centro Nacional de Memoria Histórica. Bogotá, D. C.: CNMH.

## XII. Una comparación de la gestión de los recursos hídricos en el Cono Sur: Argentina, Chile y Uruguay

ANA AYLÉN GOTI AYALA\*

LISANDRO ROCO\*\*

JIMENA ANDRIEU\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.12>

### Resumen

El objetivo de este capítulo es hacer una comparación de la administración del agua entre Argentina, Chile y Uruguay a partir de una mirada multidimensional abarcando lo económico, socioterritorial, normativo y ambiental. Del resultado de este análisis se espera aportar a la comprensión de la situación de los territorios en torno al agua y con ello contribuir a identificar los actores que intervienen en la gestión, las desigualdades territoriales y las tensiones ambientales, económicas y sociales. Motivan este análisis varios factores, destacando aquí las problemáticas por las que están atravesando estos países por la modificación del uso del suelo, por el aumento de la demanda en el uso del agua y por consiguiente de la energía, debida al cambio climático, entre otros. Estas problemáticas, a su vez, se expresan tensionando los sistemas productivos primarios como el sector agropecuario. Esto sucede con mayor énfasis para los sistemas que se emplazan en zonas áridas y semiáridas, donde el agua es clave para el desarrollo territorial, social y económico. Bajo este contexto se pueden visualizar las tensio-

---

\* Doctora en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9308-1558>; correo electrónico: goti.ayelen@inta.gob.ar

\*\* Instituto de Economía Agraria, Universidad Austral de Chile, Chile. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6267-8461>; correo electrónico: lisandro.roco@uach.cl

\*\*\* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6437-2423>; correo electrónico: andrieu.jimena@inta.gob.ar

nes que se generan alrededor del nexo entre los sectores del agua, la energía y los alimentos. Es importante comprender la forma en la que se administra el agua hacia el interior de estos países, en el marco de políticas de ordenamiento territorial, con la finalidad de aportar elementos para un uso más eficiente y sustentable del agua y de lograr mayores condiciones de equidad en el acceso al agua. Asimismo, es clave aportar a la discusión sobre la capacidad de adaptación del sector agrícola respecto de los cambios ambientales que puedan surgir en el futuro. Se utiliza como metodología la revisión de la literatura disponible y la búsqueda de fuentes secundarias de organismos oficiales de cada país y de organizaciones internacionales.

**Palabras claves:** *gestión del agua, nexo agua-energía-alimentos, sector agrícola, territorios hidrosociales.*

Existe una importante vinculación entre el territorio y el agua en cuanto al desarrollo de la vida, de las actividades sociales y económicas, en donde se puede ver los cambios en los flujos de aguas superficiales y subterráneas mostrando que toda acción humana tiene su impacto en el ambiente socio-natural. Bajo este contexto surge en la literatura el concepto de *ciclo hidrosocial*, proveniente de la ecología política, para entender cómo se da el proceso socio-natural en el que se van construyendo, en el tiempo y en el espacio, los recursos hídricos y la sociedad (Damonte y Lynch, 2016; Martín y Larsimont, 2016).

Se puede ver que todos los asentamientos poblacionales se han realizado con base en la distribución del agua en los territorios, logrando desarrollo productivo y social (Ruiz, Ponce y Araoz, 2019; Calderón *et al.*, 2020). Con base en esto, Swyngedouw (2004) menciona que “[...] la circulación del agua es un proceso híbrido, socio-natural, que encarna aspectos políticos, económicos, sociales y ecológicos a diferentes escalas, y su estudio refleja cómo los flujos de agua, de capital y de poder están materialmente unidos” (citado por Martín y Larsimont, 2016: 33).

El objetivo del presente trabajo consiste en comparar la gestión del recurso hídrico entre Argentina, Chile y Uruguay, a partir de una mirada multidimensional como la económica, socioterritorial, normativa y ambien-

tal. Estas dimensiones están vinculadas con la perspectiva de la ecología política, la cual plantea que la falta de agua en los territorios no se da por un problema físico en sí, sino por cómo se gestiona el recurso y cómo los actores de poder influyen en la distribución, control y planificación del agua (Damonte y Lynch, 2016). En el ámbito económico es interesante analizar cómo los usos consuntivos crecientes del agua han impactado en el ciclo económico, cómo han sido las tarifas implementadas y su posterior impacto en la gestión del agua, cómo se han dado los cambios dentro del ámbito socioterritorial y, posteriormente, las tensiones en relación con el uso del suelo, los conflictos que se han generado en torno a la disponibilidad del agua y la participación de la sociedad en la planificación y control del recurso; en cuanto a la normativa, cuál es la mirada institucional respecto al agua, si son instrumentos con enfoques teocéntricos o interdisciplinarios, los problemas de gestión y la necesidad de tener que generar “normas” para una administración más eficiente y equitativa y, finalmente, el ámbito ambiental relacionado con el impacto del cambio climático y su vínculo con la sociedad.

Analizando estas dimensiones en relación con el agua, considerado un recurso estratégico, se puede ver cómo y dónde se focalizan los conflictos sociales, económicos y ambientales

El sector primario utiliza alrededor de 70% del agua disponible para riego (OCDE, 2021; Banco Mundial, 2021) mostrando así la dependencia que tiene la producción respecto del agua. Esta situación se profundiza con el paso del tiempo debido a las problemáticas que se ven en torno a este recurso, provocando otras tensiones en sectores relacionados, como el energético, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas. En este tipo de zonas se observan mayores problemas hidrosociales, ya que hay un aumento de la sobreexplotación del recurso hídrico y problemas en cuanto a la calidad del agua (Urquiza y Billi, 2020). Por esta razón, se puede ver la relación que hay entre los componentes del nexo agua-energía-alimentos, puesto que son recursos fundamentales para la producción económica del sector (Goti, Roco y Andrieu, 2020).

Comprender la forma en la que se administra el agua hacia el interior de los países mencionados es importante en el marco de políticas de ordenamiento territorial que aporten a un uso más eficiente y sustentable del

agua y a lograr mayores condiciones de equidad en el acceso a este recurso. Asimismo, se aporta para discutir sobre la capacidad de adaptación del sector agrícola ante los cambios ambientales que puedan surgir en el futuro. Mejorar el gerenciamiento del recurso hídrico de manera integrada es fundamental para fortalecer el sector agroalimentario de manera sostenible y productiva (OCDE, 2021).

## Metodología

La metodología utilizada en el siguiente trabajo consistió en realizar un análisis de tres países, Argentina, Chile y Uruguay, comparando la forma en la que se estructura la gestión administrativa del agua. La información se obtuvo de la revisión de la literatura disponible como artículos científicos, informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), libros y capítulos de libros. La búsqueda de fuentes secundarias, como documentos de organismos oficiales de cada país, se obtuvo del Ministerio de Vivienda y Medio Ambiente de Uruguay, del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de Argentina, del Ministerio de Obras Públicas de Chile y entes gubernamentales y privados encargados de la planificación y gestión del agua. Además, se revisaron las leyes, normativas y las constituciones nacionales que rigen en cada Nación. También se hizo una revisión de información brindada por organizaciones internacionales, como el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Este trabajo muestra la situación actual respecto al control, gestión y planificación del recurso hídrico analizando cómo ha cambiado en los últimos años. Para el análisis de información se hizo una revisión de cada país, analizando las dimensiones normativas, económicas, ambientales y socio-territoriales, procediendo posteriormente a su comparación.

## Resultados

Como resultado se obtuvo información sobre la gestión del agua en los países estudiados respecto de las dimensiones normativa, económica, ambiental y socioterritorial. En aspectos generales los tres países se encuentran al sur de América Latina. Argentina es el país de mayor superficie, con 2 780 400 km<sup>2</sup> y una población de 45 376 763 habitantes, le sigue Chile con 756 700 km<sup>2</sup> y 19 116 209 habitantes y después Uruguay, con 176 220 km<sup>2</sup> y 3 473 727 habitantes (Banco Mundial, 2021). Además, se ve que el uso del agua es utilizado especialmente en el sector agrícola con alrededor de 74 a 87% (FAO, 2018), variando en cada país y su extracción se da principalmente a través de agua superficial.

Los países mencionados tienen características similares con base en la historia, diversidad cultural, son Estados republicanos, democráticos, representativos y presidencialistas, con la diferencia de que en Chile y Uruguay tienen una forma de gobierno unitario; en Chile se divide geográficamente por 16 regiones y en Uruguay por 19 departamentos. Por el contrario, Argentina se constituye como un Estado federal conformado por 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Estas diferentes formas de organización política generan distintos impactos en la gestión del agua, como veremos a continuación.

### Normativo

Se observó que Argentina y Uruguay hay tenido reformas en sus constituciones nacionales (CN) en las cuales se han incorporados cambios respecto al uso, gestión y concepción del agua. Mientras que en Chile la última reforma se dio en 1980 y es la normativa que se encuentra vigente, pero en debate de reforma (Congreso Nacional, 1980).

Argentina hizo su reforma a la Constitución de la Nación Argentina (CNA) en 1994, en ella se incorpora el artículo núm. 124, estableciendo a las provincias el dominio originario de los recursos naturales, teniendo así la potestad de la reglamentación, aprovechamiento, defensa y conservación

de los mismos, gozando de facultades de gobierno y legislación. A su vez, se incluye el artículo núm. 41, en el que se establece el “[...] derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras” (Secretaría de Derechos Humanos y Pluralismo Cultural, 2016: 20), señalando que “[...] corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección ambiental, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales”. (Secretaría de Derechos Humanos y Pluralismo Cultural (2016: 20). Estos principios que establece la CNA son los que tienen de base las políticas de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) (Calderón *et al.*, 2020). A pesar de este cambio, no se cuenta con una ley nacional de aguas, lo que genera dificultades en cuanto a la gobernabilidad del recurso a nivel país (Miranda, 2015). Esta forma de organización ha mostrado inconvenientes en la legislación del recurso, ya que hay una fragmentación institucional en cuanto a la gestión y planificación del agua, lo que genera conflictos jurisdiccionales y falta de capacidad de control. Dentro de los códigos de agua provinciales se puede ver que son poco flexibles, con una mirada general, sin enfocarse en la valorización del recurso hídrico (Calcagno *et al.*, 2000).

En 2016 se lleva a cabo el Plan Nacional de Agua, que lo pone en funcionamiento la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (MIOPYV). El mismo es un plan de obras que se plantea en el territorio argentino, el cual tiene por objetivos y ejes transversales los siguientes:

La cobertura universal de agua potable, la provisión de saneamiento a tres cuartos de la población, la reducción de la vulnerabilidad de las personas frente a los extremos climáticos, el incremento de 15% de la superficie bajo riego potencialmente ampliable y el desarrollo de proyectos de propósitos múltiples (abastecimiento de agua, riego, protección frente a inundaciones, recreación y turismo, desarrollo industrial e hidroenergía). Todo ello en un marco de preservación de recursos hídricos, en calidad y cantidad (presupuestos mínimos ambientales), gerenciamiento de las demandas, innovación y participación pública. (MIOPYV, 2017: 9)



Dichos objetivos y ejes de la política hídrica se presentan a través de instrumentos como Planes y Programas Sectoriales.

Por otro lado, Uruguay hizo su última reforma constitucional en 2004, en ésta se da un cambio en la concepción del agua, incorporando una visión más holística. En el artículo núm. 47 se declara, entre otras cosas,

[al] agua como un derecho humano fundamental para la vida, por lo que es un bien nacional de uso público, y establece que el servicio público de saneamiento y de abastecimiento de agua para el consumo humano sean prestados exclusiva y directamente por personas jurídicas estatales (Parlamento del Uruguay, 2004: 5).

Este logro se dio gracias a la participación de los ciudadanos, a través de movimientos y organizaciones que formaron parte de la Comisión Nacional en Defensa del Agua y de la Vida (CNDAY). Esta comisión llevó el plebiscito de enmienda en las elecciones nacionales de octubre de 2004 y con el respaldo de 64.7% de la sociedad se tuvo como resultado la reforma de la Constitución de la República Oriental del Uruguay. Algo a tener en cuenta es que en ese momento la lucha social se dio vinculada a la gestión del agua en el sector urbano y centrado en el Estado, pero no generó debates respecto a otros temas vinculados al recurso, como por ejemplo la discusión respecto a la abundancia del agua en el país, teniendo como base los múltiples conflictos relacionados al uso y control del agua debido al aumento de la demanda en algunos sectores económicos, la escases del recurso que genera limitaciones en el uso para consumo humano y el cambio en los estándares de calidad permitidos por el Estado para su consumo (González Márquez, 2020).

A través de esta reforma Uruguay comenzó un cambio legislativo en torno al recurso hídrico. Surgió la Ley de Política Nacional de Aguas núm. 18.610 en octubre de 2019, en el que se establecen, entre otras cosas, planes con las pautas de actuación de los entes privados y públicos en relación con el agua y con garantizar la equidad en el acceso de los servicios de saneamiento (Minaverry, 2017; Domínguez, Achkar y Fernández, 2013). Además, termina siendo una norma marco para otras legislaciones en torno al recurso, ya que su aplicación abarca, por ejemplo, “Código de Aguas (Decre-

to-Ley N° 14.859 de 1978), Ley de Riego con Destino Agrario (Ley N° 16.858 de 1997) y la Ley de Aguas Pluviales (Ley N° 17.142 de 1999)” (Hantke Domas, 2011: 39). La misma considera los recursos hídricos y los servicios de agua potable y saneamiento. Esta ley, sumada al trabajo de intercambio y debate de muchos sectores sociales como el académico, el estatal, los técnicos y la sociedad en su conjunto, formuló el Plan Nacional de Aguas que se aprobó por el Decreto 205/017 en julio de 2017. Este plan es un “[...] instrumento técnico político para la planificación y gestión de las aguas considerando los diversos usos del recurso” (Ministerio de Ambiente de Uruguay, 2021: s. p.). Otro cambio institucional que se dio gracias a la reforma constitucional, fue el establecimiento del Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio, cuyo funcionamiento depende del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Este consejo está conformado por diferentes actores sociales, como los representantes estatales, los usuarios de agua y la sociedad civil, con la particularidad de que los integrantes tienen igual participación dentro del consejo. El mismo estuvo a cargo de la elaboración del Plan Nacional de Agua y fue el que lo propone al Poder Ejecutivo. También se crean los Consejos Regionales de Recursos Hídricos, los que dependen del MVOTMA y se encargan de la gestión sustentable de los recursos hídricos transfronterizos, por lo que trabajan en conjunto con el Ministerio de Relaciones Exteriores, este consejo tiene sus funciones limitadas, puesto que no se ha avanzado en el trabajo conjunto con aquellos países con los que comparte recursos hídricos (MVOTMA, 2017). A su vez, “[...] ambos Consejos promueven y coordinan el desarrollo de comisiones de cuencas y de acuíferos” (Hantke Domas, 2011: 41). Por otra parte, después de esta reforma, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) ha llevado adelante políticas que generan incentivos al sector privado (los que no pertenecen al sector primario) en la inversión de sistemas de riego y posterior venta del agua a los productores, alentando a la conformación de un Mercado de Agua. Esta gestión institucional ha provocado conflictos respecto a la tenencia de la tierra y al uso del agua, ya que incitan a la construcción de represas de gran tamaño que son gestionadas por estos actores privados, en el acceso del agua potable y en problemas de riesgos ecosistémicos. En 2017 se aprobó una nueva Ley de Riego propuesta por el ex MGAP y el sector arrocerero, los cuales fueron ase-

sorados por el Banco Mundial. El conflicto social que ha generado esta ley no ha podido ser resuelta por falta de apoyo de los ciudadanos, dejando al descubierto las problemáticas ambientales que enfrenta el sector agropecuario con relación al uso del agua, así como las dificultades sociales para el acceso a sistemas de riego, debido a que su estructura no le permite entrar a este mercado (González Márquez, 2020; Merlinsky, 2017).

Por su parte, Chile tiene una concepción muy distinta a los países anteriores. En la Constitución Política en el artículo 24 se establece que “[...] los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos”. Este artículo le da el marco normativo al Código de Agua aprobado en 1981 (Ministerio de Obras Públicas, 1981), en el cual se define al agua como un bien nacional de uso público y un bien económico, y se les da a los usuarios el derecho de aprovechamiento del agua (DAA), gestionando los recursos a través de pautas y códigos de propiedad privada. Esta privatización del agua se lleva a cabo a través de la entrega del derecho de agua de manera gratuita y a perpetuidad no teniendo costo el mantenimiento, uso y tenencia, el Estado no cobra por las externalidades que puedan aparecer por del uso del agua, no hay cobros diferenciados por los distintos usos y tampoco existirían impuestos. En 2005, a través de la Ley N° 20.017 se establece el régimen del cobro de patentes por el “no uso” del agua que tiene por objetivo desincentivar la acumulación de derechos que luego no son usados, pero tiene una contrapartida en el incentivo de realizar proyectos en torno al recurso provocando mayor presión a las cuencas (Larraín, 2006).

El Estado chileno cuenta con algunos DAA en su poder, los mismos son concedidos por la Dirección General de Agua (DGA), que depende del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y concentra todas las funciones de planificación, investigación, gestión, mantenimiento y control respecto a los aprovechamientos del agua, además se encarga de supervigilar el funcionamiento de las Organizaciones de Usuarios, con base en lo dispuesto por el Código de Aguas (Ministerio de Obras Públicas, 2021). Por consiguiente, se puede decir que la DGA tiene a cargo la gestión y control de la oferta de agua en el territorio (Retamal *et al.*, 2013).

## Económico

La dimensión económica se enfoca en la relación con la gestión del agua. Una constante en Argentina ha sido el problema del monto de las tarifas en donde no se incluyen los diferentes costos relacionados al recurso. El régimen tarifario ha sido confeccionado de tal manera que sólo se llegan a cubrir los costos de mantenimiento y operación del sistema y no integran otras miradas en cuanto a la valorización del recurso, como lo ambiental, social y económico (Calcagno *et al.*, 2000).

Por otra parte, una de las problemáticas que tenía Uruguay antes de la reforma constitucional, es que dado el valor tarifario impuesto por las empresas de agua se excluyó a sectores sociales que no tenían la posibilidad de pago para la conexión del servicio, generando dificultades para el acceso al agua y aumentando las desigualdades sociales. Sumado a esto la calidad del agua empezó a empeorar con los años, generando problemas para el consumo humano.

En el caso de Chile, se puede ver que se ha generado un mercado de agua, el cual está respaldado por el Código de Aguas. En teoría, hay una “libre competencia” con respecto a los usos, asignación de derechos y propiedad de la misma, sin embargo, se ha provocado la concentración del recurso en algunos sectores, como por ejemplo las empresas mineras, las de generación de energía y el sector agroexportador. Dejando en segundo plano las necesidades poblacionales, la escasez del recurso en zonas áridas y semiáridas, y el impacto ambiental de algunas actividades económicas.

En los países de estudio se ve como problemática general el aumento del uso consuntivo del agua para uso agrícola y además los cambios del uso del suelo, en donde las zonas urbanas empiezan a avanzar sobre las zonas rurales. Estos procesos generan cambios en la matriz productiva y por consiguiente provocan modificación en la demanda del recurso hídrico, lo que va configurando ciclos hidrosociales nuevos (Martin y Larsimont, 2016).

## Socioterritorial

En Chile la tenencia del agua se gestiona por aquellos que tienen DAA y están en ejercicio, entre los cuales se encuentran los regantes, el sector rural, las industrias, parte del sector urbano y la central hidroeléctrica. Los mismos son regulados a través de los Organismos de Usuarios de Agua (OUA), en donde se gestiona el recurso de manera local, en este espacio los usuarios tienen participación, se otorgan los DAA y se resuelven los conflictos entre los mismos. Por otro lado, están los usuarios en transición, entre los cuales se encuentran las comunidades indígenas, los agricultores consuetudinarios y parte de la población que no tiene influencia sobre aquellas empresas que proveen el agua potable a la hora de tomar decisiones, lo mismo se da por la ineficiencia del sistema de gestión del agua. Este sector está regularizado por el Ministerio de Bienes Nacionales, la DGA, la Comisión Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y los municipios. En este grupo hay problemas por resolver respecto a la valorización cultural que tienen las diferentes comunidades en relación con el recurso hídrico, existiendo un conflicto entre la valorización económica productiva del agua y otras, como es la social y la ambiental, por lo que no se puede resolver sólo con la tenencia de los DAA. Por último, están los que no poseen DAA, incluyendo a los regímenes biológicos, navegación, pesca y acuicultura, recreación directa e indirecta. Estos usuarios pueden participar en los OUA en las Juntas de Vigilancia y Mesas de Agua en la gestión local del recurso, y al no tener los DAA se han generado un conjunto de normas de conservación de ecosistemas para que puedan disfrutar de los usos indirectos y los no usos del agua. Este sector es gestionado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la DGA, Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) y el Ministerio del Medio Ambiente (Retamal *et al.*, 2013).

Por su parte, el rol de la sociedad en Argentina también es muy escaso dadas las dificultades jurisdiccionales que presentan algunos cuerpos de agua, esto se ve en las “[...] pocas organizaciones de cuenca formalmente constituidas o en proceso de constitución” (Calcagno *et al.*, 2000: 13). Otro factor que influye en la poca participación de la comunidad es la falta o poca

información respecto a la gestión, planificación y control del servicio de agua (МІОПРВ, 2017; Calcagno *et al.*, 2000). En el ámbito institucional a través del Decreto 1070 de 2014 se han establecido organismos en relación con los consumidores del agua, como por ejemplo la Dirección Nacional de Defensa del Consumidor y Arbitraje de consumo, la Dirección de Defensa del Consumidor y la Unidad Sistema Nacional de Arbitraje de Consumo (Minaverri, 2017).

Uruguay, por otro lado, dado la última reforma en el artículo 47 de la Constitución, en el que se establece que “Los usuarios y la sociedad civil, participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos; estableciéndose las cuencas hidrográficas como unidades básicas” (Parlamento del Uruguay, 2004: 6). Además, en la Ley N° 18.610 “Política Nacional de Aguas”, en su artículo 8 se hace referencia a la gobernabilidad del agua, en donde se reconoce la participación de los usuarios y de la sociedad civil de forma efectiva y real en la formulación, implementación y evaluación de los planes y de las políticas sectoriales. Dándole un peso importante a la participación de la ciudadanía en la gestión de los recursos hídricos del país.

## **Ambiental**

Argentina y Chile cuentan con características ambientales similares, ambos países tienen una distribución desigual del territorio, contienen zonas áridas y zonas húmedas, parte de la disponibilidad del agua proveniente del deshielo, la misma está distribuida de manera diferente debido a causas físicas y climáticas. Específicamente en las zonas áridas aumenta la demanda de agua, lo que genera poca disponibilidad del recurso hídrico, formando conflictos sociales, económicos y ambientales debido al aumento de las presiones sobre las aguas subterráneas en un contexto de estrés hídrico (Goti *et al.*, 2020). Por esto mismo, en el norte de Chile se han generado conflictos sociales de accesibilidad y propiedad del agua, especialmente entre las comunidades indígenas y rurales con las empresas mineras (Larraín, 2006). Argentina cuenta con temperaturas que van de zonas subtropical húmedo a zonas de climas fríos o polares, con clima templado en gran parte del te-

ritorio y precipitaciones que van de 7 000 mm a 50 mm a lo largo del país, con gran variabilidad, dependiendo la zona y la época del año. La región húmeda abarca 24% de la superficie total del país, la región semiárida 15% y la región árida 61% de la superficie (FAO, 2015a). Por su parte, Chile tiene tres zonas climáticas que son la zona desértica en el norte, mediterránea y templada en su zona central y húmeda-fría en la región sur, con precipitaciones nulas, como en el desierto de Atacama, hasta 3 000 mm (FAO, 2015b).

En cambio, Uruguay tiene un clima templado con pocos cambios de temperatura, el promedio de la misma va entre 16 y 20 °C, dependiendo de la zona. Además, cuenta con bastantes lluvias, pero no constantes en el transcurso del año, se considera que no tiene estación seca y la precipitación está entre 1 100 y 1 600 mm según la zona (FAO, 2015c).

Como se dijo anteriormente, dentro de la gestión del agua Chile cuenta con derechos de propiedad del recurso hídrico y del sistema de distribución y tratamiento, lo que podría dificultar una administración más eficiente y equitativa. Ejemplo de esto se da por la falta de coordinación y trabajo conjunto entre las empresas y el Estado, lo que genera inconvenientes en la fiscalización del uso del recurso, en la resolución de conflictos entre diferentes actores y en la concentración de los derechos sobre el agua en pocos agentes, entre otros. Desde hace un tiempo está en debate la reforma del Código de Aguas, donde se generan tensiones sociales, pues parte de la concentración de los DAA está en manos de sectores considerados estratégicos para el desarrollo del país (Larraín, 2006). A su vez, se ha visto en los últimos años iniciativas de coordinación intersectorial e interinstitucional para revisar y mejorar la gestión del agua y poder así mitigar los efectos del cambio climático a escala nacional a través de alianzas público-privadas (Retamal *et al.*, 2013).

Por otro lado, según el primer informe de la Mesa Nacional de Agua de Chile (Ministerio de Obras Públicas, 2020), se dan a conocer los proyectos de ley en trámite en materia hídrica que se encuentran en discusión, siendo las siguientes: reforma al Código de Aguas, reforma al marco legal de Servicios, proyecto de ley sobre glaciares, proyecto de ley sobre uso de agua de mar para desalinización y proyecto de ley de Federaciones de Junta de Vigilancia.

## Conclusiones

A lo largo del trabajo se ha realizado una comparación de Argentina, Chile y Uruguay en relación con la gestión del agua analizando las dimensiones normativas, económicas y socioterritoriales y ambientales. Estos tres países cuentan con factores similares, pero a nivel general de la gestión del recurso hídrico se pudo ver que son muy diferentes respecto de las dimensiones analizadas.

Hay factores que están generando conflictos hacia el interior de los países, como por ejemplo la realidad climática, el aumento sostenido de los usos consuntivos del recurso hídrico, la escasez del agua, vista no únicamente desde la oferta, es decir, desde la disponibilidad, sino también desde el proceso de desarrollo que se lleve a cabo en el territorio, lo que influye en la demanda (Damonte y Lynch, 2016). Esta problemática requiere de una reformulación de la administración en torno al agua.

Por otro lado, se puede ver que los problemas de escases han generado desigualdades territoriales provenientes de los modelos de desarrollo productivos. Esta relación entre el territorio y la sociedad va construyendo ciclos hidrosociales que se deben tener en cuenta para mejorar los sistemas de gestión hídrica.

Además, considerar a la GIRH como paradigma de gobernanza del agua podría colaborar en la resolución de los problemas en torno a la escasez y a las desigualdades respecto del recurso hídrico, dándole un papel importante a la participación ciudadana y a la búsqueda de consensos políticos, teniendo como unidad territorial las cuencas.

Los tres países analizados tienen por delante un gran reto respecto del mejoramiento de la gestión del agua, no sólo en la reformulación del marco regulatorio, ya que estas normativas definen los derechos y las posibilidades en el acceso y uso que tienen los ciudadanos, sino también en el cambio de concepción respecto del valor del agua, en donde se incluye no sólo el valor económico, sino también el social y el ambiental, incorporando una visión más integral hacia el territorio.



## Bibliografía

- Banco Mundial (2021). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. <https://datos.bancomundial.org/>
- Calcagno, A., Mendiburo, N., y Gaviño Novillo, M. (2000). *Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en la República Argentina*. World Water Vision. <https://web.archive.org/web/20051001091402/http://www.eclac.cl/DRNI/proyectos/samtac/InAr00200.pdf>
- Calderón, G., Zulaica, M. L., Massone, H. E., y Dalla Torre, J. (2020). Vinculación entre el Ordenamiento Territorial y la gestión del agua en Argentina y en la provincia de Buenos Aires. Análisis de aspectos normativos e institucionales (2003-2019). *Revista de Geografía Norte Grande*, (77), 173-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000300173>
- Congreso Nacional (1980). *Constitución Política de la República de Chile*. [https://www.camara.cl/camara/doc/leyes\\_normas/constitucion\\_politica.pdf](https://www.camara.cl/camara/doc/leyes_normas/constitucion_politica.pdf)
- Damonte, G., y Lynch, B. (2016). Cultura, política y ecología política del agua: una presentación. *Anthropologica*, 34 (37), 5-12. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0254-92122016000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-92122016000200001&lng=es&tlng=es)
- Domínguez, A., Achkar, M., y Fernández, G. (2013). Las estrategias de la ciudadanía frente a los procesos de privatización del agua: logros y desafíos en Uruguay. *Revista Agua y Territorio*, (2), 48-55.
- FAO (2018). *Base de Datos AQUASTAT*. <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html>
- FAO (2015a). *AQUASTAT Perfil de País-Argentina*. Roma, Italia: FAO. <https://www.fao.org/3/ca0438es/CA0438ES.pdf>
- FAO (2015b). *AQUASTAT Perfil de País: Chile*. Roma, Italia: FAO. <https://www.fao.org/3/ca0440es/CA0440ES.pdf>
- FAO (2015c). *AQUASTAT Perfil de País-Uruguay*. Roma, Italia: FAO. <https://www.fao.org/3/ca0442es/CA0442ES.pdf>
- González Márquez, M. N. (2020). Aguas y producción de orden social en Uruguay: riego, historia y ambiente. *Hypotheses*. <https://jdfa.hypotheses.org/503>
- Goti Ayala A. A., Roco L., y Andrieu, J. (2020). El desafío en la gestión del agua y la energía en los sistemas agrícolas de América Latina. En L. Coria y J. Blanes, *Acta del II Congreso Virtual Desarrollo Sustentable y Desafíos Ambientales, "Soluciones Ambientales en el Marco de la Emergencia Climática"* (556-566). La Paz, Bolivia: Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios. [https://www.researchgate.net/profile/Silvina-Papagno/publication/347916050\\_Congreso\\_virtual\\_Desarrollo\\_Sustentable\\_y\\_Desafios\\_Ambientales\\_Soluciones\\_Ambientales\\_en\\_el\\_Marco\\_de\\_la\\_Emergencia\\_Climatica/links/5fe75aa645851553a0f5a8a1/Congreso-virtual-Desarrollo-Sustentable-y-Desafios-Ambientales-Soluciones-Ambientales-en-el-Marco-de-la-Emergencia-Climatica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Silvina-Papagno/publication/347916050_Congreso_virtual_Desarrollo_Sustentable_y_Desafios_Ambientales_Soluciones_Ambientales_en_el_Marco_de_la_Emergencia_Climatica/links/5fe75aa645851553a0f5a8a1/Congreso-virtual-Desarrollo-Sustentable-y-Desafios-Ambientales-Soluciones-Ambientales-en-el-Marco-de-la-Emergencia-Climatica.pdf)
- Hantke Domas, M. (2011). *Avances legislativos en gestión sostenible y descentralizada*

- del agua en América Latina*. Documento de proyecto. Santiago de Chile, Chile. ONU/CEPAL. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3942/S2011130\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3942/S2011130_es.pdf)
- Larraín, S. (2006). El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. *Polis* (en línea), (14). <http://journals.openedition.org/polis/5091>
- Martín, F., y Larsimont, R. (2016). Agua, poder y desigualdad socioespacial. Un nuevo ciclo hidrosocial en Mendoza, Argentina (1990-2015). En G. Merlinsky (coord.), *Cartografía del conflicto ambiental en Argentina 2* (pp. 31-56). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación CICCUS.
- Merlinsky, M. G (2017). Cartografías del conflicto ambiental en Argentina. Notas teórico-metodológicas. *Sociológica*, (73), 221-246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.08.008>
- Minaverri, C. (2017). Consumidores y usuarios del servicio del agua en Argentina. Enfoques jurídicos. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(1), 5-20. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-01>
- Ministerio de Ambiente de Uruguay (2021). *Plan Nacional de Aguas*. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/planes/plan-nacional-aguas>
- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) (2017). *Plan Nacional de Aguas*. [https://medios.presidencia.gub.uy/legal/2017/decretos/07/mvotma\\_239\\_anexo1.pdf](https://medios.presidencia.gub.uy/legal/2017/decretos/07/mvotma_239_anexo1.pdf)
- Ministerio de Obras Públicas (2021). *Dirección General de Agua*. <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx>
- Ministerio de Obras Públicas (2020). *Primer informe de la Mesa Nacional de Agua de Chile*. [https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa\\_Nacional\\_del\\_Agua\\_2020\\_Primer\\_Informe\\_Enero.pdf](https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa_Nacional_del_Agua_2020_Primer_Informe_Enero.pdf)
- Ministerio de Obras Públicas (1981). *Código de Aguas de Chile*. [https://leyes-cl.com/codigo\\_de\\_aguas.htm](https://leyes-cl.com/codigo_de_aguas.htm)
- MIOPyV (2017). *Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento*. Cobertura universal y sostenibilidad del servicio. Lineamiento y principales acciones. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/interior\\_agua\\_plan\\_agua\\_saneamiento.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/interior_agua_plan_agua_saneamiento.pdf)
- Miranda, O. (2015). El riego en la provincia de San Juan, Argentina: su dinámica institucional en los últimos dos siglos. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12(3), 385-408. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v12n3/v12n3a6.pdf>
- OCDE (2021). *Managing water sustainably is key to the future of food and agriculture*. OCDE. <https://www.oecd.org/agriculture/topics/water-and-agriculture/>
- Parlamento de Uruguay (2004). *Constitución de la República Oriental del Uruguay*. <https://parlamento.gub.uy/documentosleyes/constitucion>
- Retamal, M., Andreoli, A., Arumi, J., Roja, J., y Parra, O. (2013). Gobernanza del agua y cambio climático: fortalezas y debilidades del actual sistema de gestión del agua en Chile. Análisis interno. *Interciencia*, 38(1), 8-16. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/008-RETAMAL-9.pdf>
- Ruiz, P., Ponce, N., y Araoz, L. (2019). Habitar entornos con riesgo hídrico. Vivienda colectiva y espacios productivos en el Arroyo Maldonado. *Estudios del Hábitat*, 17(2). <https://www.redalyc.org/journal/6364/636469087006/636469087006.pdf>

- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación (2016). *Constitución de la Nación Argentina*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, Secretaría de Derechos Humanos y Pluralismo Cultural. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/derechoshumanos\\_publicaciones\\_colecciondebolsillo\\_01\\_constitucion\\_nacion\\_argentina.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/derechoshumanos_publicaciones_colecciondebolsillo_01_constitucion_nacion_argentina.pdf)
- Urquiza, A., y Billi, M. (2020). *Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe. Definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/138), Santiago: ONU/CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46408/1/S2000631\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46408/1/S2000631_es.pdf)



# XIII. Vinculación entre exposición a contaminantes ambientales y entorno urbano durante el transporte activo en Montevideo

MAURO D'ANGELO TAIBO\*

VALENTINA COLISTRO\*\*

ANA CLARA VERA DE ARMAS\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.13>

## Resumen

Este capítulo se basa en un proyecto que actualmente está en desarrollo.<sup>1</sup> El citado proyecto tiene como objetivo general contribuir a la planificación del transporte activo en Montevideo a partir de la inclusión de la calidad de aire en la toma de decisiones. En específico, se pretende establecer vínculos con validez estadística entre la exposición a contaminantes ambientales durante el transporte activo y variables del entorno urbano. De establecerse, estos vínculos constituirán una herramienta para la zonificación del transporte activo en Montevideo, orientada al trazado de infraestructura ciclista a través de rutas de menor exposición ambiental, con base en los valores de las

---

\* Departamento de Ingeniería Ambiental, Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9986-165X>; correo electrónico: [mdangelo@fing.edu.uy](mailto:mdangelo@fing.edu.uy)

\*\* Departamento de Métodos Cuantitativos, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5727-4980>; correo electrónico: [valentinacolistro@gmail.com](mailto:valentinacolistro@gmail.com)

\*\*\* Programa Unibici, Universidad de la República, Uruguay. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5634-9539>; correo electrónico: [anaclaravera@gmail.com](mailto:anaclaravera@gmail.com)

<sup>1</sup> Agradecemos la colaboración de los integrantes del equipo de investigación: al Ing. Ignacio Franchi, Departamento de Ingeniería Ambiental, Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay, correo electrónico: [ifranchi@fing.edu.uy](mailto:ifranchi@fing.edu.uy); a la M. D. Alicia Alemán, Departamento de Medicina Preventiva y Social, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay, correo electrónico: [aaleman@unicem-web.org](mailto:aaleman@unicem-web.org); así como a la Dra. Ing. Elizabeth González, Departamento de Ingeniería Ambiental, Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay correo electrónico: [elizabeth@fing.edu.uy](mailto:elizabeth@fing.edu.uy)

variables del entorno analizadas. Se busca también establecer un vínculo de trabajo con los usuarios del transporte activo en Montevideo en la temática de calidad del aire. En términos metodológicos, a partir del trabajo conjunto con colectivos ciclistas, que ofician como contraparte del proyecto, se definieron dos rutas de monitoreo en la ciudad. Seguidamente, estas rutas fueron relevadas con el objetivo de caracterizar sus entornos urbanos. En la actualidad se están realizando mediciones de exposición ambiental e impacto en salud, a lo largo de las rutas definidas, con la participación de ciclistas voluntarios oportunamente convocados y capacitados. De forma preliminar, se ha identificado la existencia de variabilidad temporal y espacial para las concentraciones y dosis de contaminantes y ruido, observándose vinculaciones con las condiciones meteorológicas. Por último, se describe el procesamiento de los registros necesario para la vinculación exposición-entorno.

**Palabras clave:** *exposición ambiental, impacto en salud, entorno urbano, transporte activo.*

## Introducción

La contaminación atmosférica puede generar un impacto sustancial en la salud, tanto en ambientes interiores como exteriores (Lopez, 2012). En este sentido, de acuerdo con Cohen *et al.* (2017), la exposición a la contaminación atmosférica aumenta la morbilidad y la mortalidad, y es uno de los principales contribuyentes a la carga global de enfermedad. En particular, en las ciudades, la exposición a contaminantes atmosféricos, temperatura y contaminación sonora se ha asociado a efectos adversos en la salud (Nieuwenhuijsen, 2016).

De todas maneras, la calidad de aire en ciudades es resultado de un complejo conjunto de interacciones entre las distintas fuentes de emisión de contaminantes, el ambiente construido y las condiciones meteorológicas, siendo estas interacciones heterogéneas en el tiempo y en el espacio lo que dificulta la toma de decisiones informada (Miskell *et al.*, 2018; Farrell *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2019). Al respecto, Hankey, Lindsey y Marshall (2017) seña-

lan que los patrones espaciales de la contaminación atmosférica urbana son importantes para la salud pública. En relación con lo anterior, se indica que los microambientes de tránsito constituyen importantes sitios de exposición a contaminantes atmosféricos para las personas que utilizan medios de transporte activos.

A nivel de calle, diversos estudios muestran asociaciones entre las concentraciones de contaminantes atmosféricos y variables del entorno urbano (Hatzopoulou *et al.*, 2013; Targino *et al.*, 2018; Apparicio *et al.*, 2016; Van den Bossche *et al.*, 2015; Jarjour *et al.*, 2013; Weichenthal *et al.*, 2014; Hankey *et al.*, 2017; Nieuwenhuijsen, 2016; Cárdenas Rodríguez *et al.*, 2016; Chan *et al.*, 2001; Schepers *et al.*, 2015; LIFE+RESPIRA, 2017; Targino *et al.*, 2016; Miskell *et al.*, 2018). Algunas de las variables del entorno urbano señaladas como influyentes en los niveles de calidad de aire registrados a nivel de calle son: el flujo vehicular, la existencia de infraestructura ciclista, el ancho y la longitud de las calles, el uso del suelo, la altura media de los edificios, la distancia a vías de tránsito principales, la densidad de construcción, la presencia de espacios verdes y la pendiente del terreno, entre otras.

A su vez, y tal cual se introdujo anteriormente, la relación entre la contaminación atmosférica y las condiciones meteorológicas se encuentra ampliamente documentada (Elminir, 2005; Pearce *et al.*, 2011; Farrell *et al.*, 2015).

A nivel local, y desde el punto de vista de las emisiones atmosféricas, el Inventario Nacional de Emisiones 2015 señala que el sector Vehicular es responsable de 60% de los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) emitidos a nivel nacional. Además, los sectores residencial y vehicular generan en conjunto más de 80% del monóxido de carbono (CO) total emitido en el país (DINAMA-MVOTMA e IMFIA-FIng, 2019). Por otra parte, con respecto a la calidad de aire local, se destaca que Montevideo cuenta con una Red de Monitoreo que permite su evaluación continua. Esta Red se compone de un conjunto de 8 estaciones de calidad de aire operadas por distintas instituciones públicas, que abarcan un área de control de unos 200 km<sup>2</sup> (DINAMA-MVOTMA y IMFIA-FIng, 2018). A partir de un análisis de registros oficiales se ha observado que el ciclo anual de concentraciones de partículas con diámetros aerodinámicos menores o iguales a 2.5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) presenta un máximo en la época invernal, en tanto que en el ciclo diario se observan los

mayores valores durante las horas de la noche. Por otra parte, también se ha deducido que el ciclo diario de concentraciones de  $\text{NO}_x$  presenta dos picos a lo largo del día, asociados con los horarios de entrada y salida de oficinas públicas (DINAMA-MVOTMA & IMFIA-FIng, 2018).

El presente trabajo se basa en un proyecto actualmente en desarrollo, financiado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República de Uruguay. El citado proyecto tiene como objetivo general contribuir a la planificación del transporte activo en Montevideo, a partir de la inclusión de la calidad de aire en la toma de decisiones. Específicamente, se pretende establecer vínculos con validez estadística entre la exposición a contaminantes ambientales durante el transporte activo y variables del entorno urbano consideradas influyentes en dichas exposiciones, de acuerdo a los antecedentes internacionales presentados. De establecerse, estos vínculos constituirán una herramienta para la zonificación del transporte activo en Montevideo, orientada al trazado de infraestructura ciclista a través de rutas de menor exposición ambiental, con base en los valores de las variables del entorno analizadas. Se busca también establecer un vínculo de trabajo con los usuarios del transporte activo en Montevideo en la temática de calidad del aire. Actualmente se están realizando mediciones de exposición ambiental e impacto en salud con la participación de ciclistas voluntarios oportunamente convocados y capacitados. A la fecha, se han realizado 47 mediciones, previéndose alcanzar 60 en los próximos meses. En el presente trabajo se detalla la metodología de investigación desarrollada, se presenta un análisis estadístico descriptivo preliminar de las mediciones realizadas y se sientan las bases para el análisis estadístico multivariado a realizar, con el objetivo de vincular las exposiciones ambientales registradas durante el transporte activo, con variables del entorno urbano.

## Metodología

En primer lugar, se destaca que la metodología de trabajo seguida en el presente estudio, resulta ser similar a la utilizada en diversas referencias internacionales que se han relevado (Hatzopoulou *et al.*, 2013; Apparicio *et*



*al.*, 2016; Farrell *et al.*, 2015; LIFE+RESPIRA, 2017; Targino *et al.*, 2016; Jarjour *et al.*, 2013).

## Definición de rutas de monitoreo

Como es esperable que la calidad del aire a nivel de calle dependa del contexto urbano (uso de suelo, densidad de construcción), así como también de las características de las calles a menor escala espacial (altura de edificios, ancho de calles, presencia de infraestructura ciclista, entre otras) y del flujo vehicular, se consideró pertinente que en las rutas de monitoreo se presentaran diferentes situaciones con respecto a los aspectos mencionados, de tal forma que posibilite la evaluación de sus efectos en la exposición ambiental de los ciclistas. Por otra parte, resultaba también fundamental que las rutas de monitoreo fueran utilizadas habitualmente por los ciclistas urbanos (representados por la contraparte del proyecto), y tampoco podían ignorarse los recursos disponibles (tanto materiales como humanos) para su correcta evaluación.

En función del análisis de los aspectos mencionados, se definieron dos rutas de monitoreo en Montevideo. Este proceso se ilustra en la figura XIII.1.

Figura XIII.1. Factores, actividad conjunta y definición de las rutas de monitoreo



NOTA: Factores a considerar para la selección de las rutas de monitoreo (izquierda), actividad conjunta con la contraparte del proyecto para la definición de las rutas (centro) y rutas de monitoreo definidas (azul: Ruta Bulevar; rojo: Ruta Centro) (derecha).

FUENTE: Elaboración propia a partir de Google Earth.

## Relevamiento de rutas de monitoreo

El relevamiento de las rutas de monitoreo tiene por objetivo cuantificar los valores de las variables del entorno que, de acuerdo a lo presentado en la introducción del presente trabajo, podrían tener incidencia en la exposición ambiental de los ciclistas urbanos. En este sentido, el relevamiento se enfocó en la cuantificación de los valores de las siguientes variables para cada cuadra<sup>2</sup> de cada ruta de monitoreo: flujo vehicular, presencia de infraestructura ciclista, altura de edificios (promedio y desviación estándar), ancho de calles y relación de aspecto,<sup>3</sup> densidad de construcción y uso del suelo (industria y comercio).

Con respecto al relevamiento del flujo vehicular en la zona de estudio, en primer lugar se destaca que se cuenta con acceso a datos cada 5 minutos de flujo vehicular total, simultáneos a las mediciones de exposición ambiental de ciclistas, registrados por el Centro de Gestión de Movilidad de la Intendencia de Montevideo para un conjunto de cámaras ubicadas sobre o en las inmediaciones de las rutas de monitoreo (véase la figura XIII.2).<sup>4</sup> Más allá de lo anterior, para el presente estudio resulta de interés discriminar el flujo vehicular total entre las distintas categorías vehiculares. En este sentido, se realizó una campaña de conteo vehicular manual entre los años 2020 y 2021, la cual se asume válida para las mediciones de exposición ambiental realizadas en 2021, con las siguientes características: se definieron 15 sitios de relevamiento (ocho en la Ruta Bulevar y siete en la Ruta Centro) (véase la tabla XIII.1), se realizaron tres conteos en cada sitio definido y luego los tres valores obtenidos fueron promediados. Cada conteo se extendió durante una hora, alternando periodos de conteo y descanso de 5 minutos de duración. El flujo vehicular fue dividido en cinco categorías: autos y camionetas, camiones, ómnibus, motos y transporte activo (bicicletas y monopatines). Los conteos fueron realizados en días hábiles sin lluvias. De todas maneras, se destaca que las cámaras del Centro de Gestión de Movilidad no

<sup>2</sup> Tramo de calle de unos 100 m de longitud, tomado en una misma manzana entre dos cruces de calle.

<sup>3</sup> Cociente entre la altura de edificios promedio y el ancho de la calle.

<sup>4</sup> Existen dos zonas de la Ruta Centro que no están cubiertas por cámaras de registro de flujo vehicular. En estas zonas, se realizan conteos vehiculares manuales durante las mediciones de exposición ambiental de ciclistas.

son capaces de registrar el flujo de transporte activo, por lo que esta categoría vehicular no será utilizada para efectuar la distribución del flujo vehicular total. En términos operativos, luego de cada medición de exposición ambiental de ciclistas, en primer lugar, se obtienen los registros de flujo vehicular total simultáneos de las cámaras del Centro de Gestión de Movilidad de la Intendencia de Montevideo. En segundo lugar, estos registros de flujo vehicular total son interpolados en ambos sentidos de la circulación, a lo largo de la ruta de monitoreo bajo estudio, estimándose el flujo vehicular total para cada cuadra. Luego, la composición del flujo vehicular determinada a partir del conteo manual también es interpolada para la ruta de muestreo bajo estudio, estimándose el flujo vehicular por categoría a nivel de cuadra (en la figura XIII.2 se observa un ejemplo del resultado de este procesamiento).

Figura XIII.2. Ubicación de las cámaras, sitios de conteo manual y procesamiento de información para la estimación del flujo vehicular



NOTA: Ubicación de las cámaras del Centro de Gestión de Movilidad utilizadas (izquierda) y de los sitios de conteo manual de flujo vehicular (centro), y ejemplo de procesamiento de información para la estimación del flujo vehicular a nivel de cuadra (derecha) (flujo vehicular total para el 20 de abril de 2021 en la Ruta Centro)

FUENTE: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Por otra parte, el relevamiento del resto de las variables del entorno consideradas se realizó a nivel de cuadra para cada una de las rutas de monitoreo. En particular, para el relevamiento de la altura de edificios se utilizó la función Street View de Google Earth discriminando entre edificios de vivienda y oficinas (nuevas y antiguas), edificios comerciales, industriales e institucionales, y espacios verdes, definiendo alturas típicas para cada uno

de los tipos de infraestructura discriminada. Este relevamiento detallado permitió el cálculo a nivel de cuadra para cada ruta de la altura de edificios promedio y de su desviación estándar. Por otro lado, el ancho de las calles también fue estimado utilizando Google Earth, posibilitando el cálculo de la relación de aspecto a nivel de cuadra. El resto de las variables del entorno (presencia de infraestructura ciclista, actividad comercial, actividad industrial y densidad de construcción) fueron cuantificadas de manera relativa a nivel de cuadra, considerando el porcentaje de padrones con presencia de estas variables, con respecto al número total de padrones de la cuadra bajo estudio. El procedimiento de relevamiento de estas variables se ilustra en la figura XIII.3.

Figura XIII.3. Procedimiento de evaluación de variables del entorno urbano



NOTA: Ilustración del procedimiento de evaluación de variables del entorno urbano (izquierda) y ejemplo de su aplicación (derecha; Altura de edificios promedio para la Ruta Centro).

FUENTE: Elaboración propia.

## Determinación del número de recorridos necesario

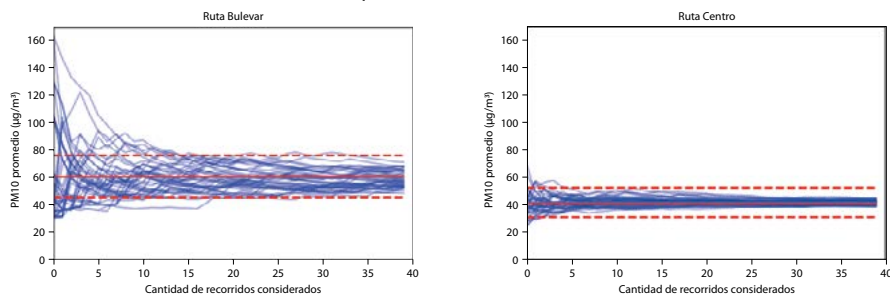
En el presente trabajo se aplica la metodología desarrollada en Van den Bossche *et al.* (2015) con el objetivo de estimar la cantidad necesaria de recorridos por ruta para obtener valores representativos de las concentraciones de partículas con diámetros aerodinámicos menores o iguales a 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ),  $\text{PM}_{2.5}$  y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) a nivel de ruta.

La citada metodología consiste en la realización de un experimento numérico utilizando las mediciones efectuadas durante los recorridos ci-

clistas, definiendo previamente los siguientes parámetros: escala espacial de trabajo (en este caso a nivel de ruta), método de promediación de los registros (en este caso promedio y mediana) y método de corrección de los registros (no se realizó en este caso).

El mencionado experimento, el cual debe realizarse repetidas veces (en este caso se efectuaron 40 experimentos análogos), implica en primer lugar el cálculo del promedio (o mediana) del total de las mediciones consideradas para el parámetro bajo análisis (concentración de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  o  $NO_2$ ). Este promedio se asume representativo del valor real objetivo. Luego, se define un nivel de precisión aceptable (en este caso 25%). Seguidamente, se va calculando el promedio (o mediana) de un conjunto aleatorio de recorridos, que se va incrementando a partir de la consideración de un único recorrido (con repetición), hasta que el resultado incremental se encuentre dentro del margen de error aceptado de forma sostenida. Se determina así entonces la cantidad de viajes mínima necesaria para obtener resultados representativos. En este caso, se determinó necesario realizar 30 recorridos en cada ruta para lograr resultados representativos (la gráfica XIII.1 ilustra el procedimiento de cálculo descrito). De todas maneras, teniendo en cuenta que las mediciones de exposición ambiental de ciclistas aún no han finalizado, el número mínimo de recorridos necesario podría variar una vez que se repita el procedimiento de cálculo aquí descrito utilizando la totalidad de las mediciones de campo.

Gráfica XIII.1. Procedimiento de cálculo para la determinación de recorridos a realizar en cada ruta



NOTA: Ilustración del procedimiento de cálculo efectuado para la determinación del número mínimo necesario de recorridos a realizar en cada ruta, para obtener resultados representativos. En este ejemplo se muestran los resultados para la concentración promedio de  $PM_{10}$  (la línea continua de color rojo muestra el valor objetivo, y las líneas punteadas de color rojo el margen de error aceptado).

FUENTE: Elaboración propia.

## Equipamiento

En la tabla XIII.1 se presentan los equipos de medición utilizados en el marco del presente estudio, indicando los parámetros registrados por cada uno de ellos y su frecuencia de medición. Se destaca que todos los equipos de medición utilizados cuentan con certificado de calibración vigente.

Tabla XIII.1. *Equipos de medición utilizados*

<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Parámetros registrados</i>	<i>Frecuencia de medición</i>
Aeroqual	Series 500 (cabezal PM)	Concentración de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub>	Un registro por minuto
Aeroqual	Series 500 (cabezal NO <sub>2</sub> )	Concentración de NO <sub>2</sub>	Un registro por minuto
Bedfont	Micro+ pro Smokerlyzer	Concentración de CO en el aire espirado y nivel de carboxihemoglobina	Registros puntuales
Garmin	Edge 1030 Bundle Plus	Latitud, longitud, altura, velocidad, distancia recorrida, frecuencia cardíaca	Un registro por segundo
RKI	GX-2009	Concentración de CO	Un registro cada 10 segundos
Pulsar	NoisePen	Nivel de presión sonora	Un registro por segundo
Aeroqual	AQM10	Concentración de PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>2</sub> y ozono (O <sub>3</sub> ), velocidad y dirección de viento, temperatura, humedad relativa	Un registro cada 2 minutos
OMRON	Control HEM 7121	Presión arterial	Registros puntuales

FUENTE: Elaboración propia.

Se han relevado métodos de estimación de la tasa de ventilación corporal en función de la frecuencia cardíaca (Qiu *et al.*, 2019; Zuurbier *et al.*, 2009). En el presente estudio se utiliza el promedio de los modelos relevados en la bibliografía —para la estimación de la tasa de ventilación corporal— a partir del registro de la frecuencia cardíaca (*FC*):

$$V_{\text{hombres}} \left( \frac{L}{\text{min}} \right) = e^{(1,1 + 0,0205 * FC(\text{bpm}))}$$

$$V_{\text{mujeres}} \left( \frac{L}{\text{min}} \right) = e^{(0,78 + 0,0215 * FC(\text{bpm}))}$$

Luego, a partir de los registros de concentración de contaminantes atmosféricos, y del cálculo de la tasa de ventilación corporal, se determina la dosis inhalada potencial para cierto contaminante de acuerdo con la siguiente expresión (adaptada de Targino *et al.*, 2018):

$$D(\mu\text{g}/\text{s}) = C * V$$

Donde:

- C: concentración ambiental de cierto contaminante ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- V: tasa de ventilación corporal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Por otra parte, se han establecido, como marcadores biológicos de la exposición a contaminantes atmosféricos de emisiones vehiculares, la concentración de CO espirado y la concentración de carboxihemoglobina en sangre (Téllez *et al.*, 2006; Niza y Jamal, 2007; Ministerio de Salud Pública, 2009; Nair *et al.*, 2017). En el presente trabajo se utiliza el equipo Bedfont Micro+ pro Smokerlyzer a estos efectos (la evaluación realizada se denomina COoximetría). Adicionalmente, se utiliza también el equipo OMRON Control HEM 7121, en el marco de la evaluación del impacto en salud derivado de la actividad de campo del proyecto.

Por otro lado, teniendo en cuenta que en la bibliografía se reportaron diferencias entre los registros de  $\text{NO}_2$  tomados con el equipo Aeroqual Series 500 y mediciones de estaciones de calidad de aire de referencia (Lin *et al.*, 2015), se llevó a cabo una intercalibración de los sensores Aeroqual Series 500, utilizando la estación de calidad de aire Aeroqual AQM10 como equipo de referencia, la cual se encuentra instalada en la azotea de un edificio universitario sobre la Ruta Bulevar. También se utilizaron, en el marco de la intercalibración, registros oficiales de calidad del aire solicitados a la Intendencia de Montevideo. En este sentido, a continuación se presentan las ecuaciones de corrección desarrolladas para las concentraciones de contaminantes (C) registradas por los sensores Aeroqual Series 500, incluyendo en un caso registros de variables meteorológicas —temperatura ambiente (T) y humedad relativa (HR)—:

$$C_{PM_{10, \text{corr}}} \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right] = 19,59 + 0,58 * C_{PM_{10}} \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right]$$

$$C_{PM_{2.5,corr}} \left[ \frac{\mu g}{m^3} \right] = 6,11 + 0,61 * C_{PM_{2.5}} \left[ \frac{\mu g}{m^3} \right]$$

$$C_{NO_2,corr} \left[ \frac{\mu g}{m^3} \right] = -44,50 + 0,22 * C_{NO_2} \left[ \frac{\mu g}{m^3} \right] + 0,33 * HR - 0,39 * T[^\circ C]$$

Luego de cada medición de exposición ambiental, las mediciones tomadas por todos los equipos sobre la bicicleta (Aeroqual Series 500 —cabezal PM y NO<sub>2</sub>—, Garmin Edge 1030 Bundle Plus, RKI GX-209, y Pulsar NoisePen) se agrupan formando una única matriz, de acuerdo a los registros de los relojes de cada instrumento. En este sentido, el equipo Garmin Edge 1030 Bundle Plus (dispositivo GPS) se toma como referencia, ya que sus registros se corresponden con el recorrido en bicicleta (el resto de los equipos de medición se van poniendo en marcha antes del comienzo del recorrido, durante el armado de la instalación experimental). Luego, los registros son interpolados según corresponda, de manera de contar con un dato por segundo.

### Ciclistas voluntarios

Tal cual se comentó en la introducción del presente capítulo, las mediciones de exposición ambiental se están realizando sobre ciclistas voluntarios. Esta metodología de trabajo permite el intercambio con la ciudadanía en relación con las temáticas de investigación. En este sentido, se realizó una convocatoria amplia a ciclistas utilizando el afiche que se muestra en la figura XIII.4. La respuesta ciudadana a la convocatoria ha sido ampliamente satisfactoria (más de 100 contactos iniciales), habiéndose realizado hasta el momento 47 mediciones de exposición ambiental contando con la participación de voluntarios ciclistas. Cada participante realizó un único recorrido a lo largo de una de las rutas de monitoreo definidas, siendo oportunamente capacitado a tales efectos. Se aspira a llegar a 60 mediciones en los próximos meses (30 para cada ruta de monitoreo).



Figura XIII.4. Afiche utilizado en la convocatoria



FUENTE: Elaboración propia.

## Operativa del trabajo de campo

Las mediciones de campo tienen por objetivo, por un lado, cuantificar la exposición ambiental (contaminación atmosférica y sonora) durante el transporte activo y, por otro lado, evaluar el impacto en salud de esta actividad. Además de la utilización del equipamiento, descrito anteriormente, para la evaluación del impacto en salud se utiliza un formulario de recolección de datos.

En términos operativos, las mediciones de campo se realizan en días hábiles sin lluvias, en horario matutino, e implican las siguientes actividades: encuentro con el participante en el punto de partida, montaje de equipos de medición en la bicicleta, colocación por parte del participante del sensor de frecuencia cardíaca y del sensor de niveles de presión sonora, evaluación previa de variables fisiológicas (medición de presión arterial, COoximetría inicial, llenado de formulario), firma de un consentimiento informado, realización del recorrido, evaluación del impacto en salud (COoximetría final), desarme de la bicicleta, finalización de la actividad. La duración de la acti-

vidad de campo es de una hora aproximadamente. Las fotografías presentes en la figura XIII.5 se ilustran la operativa descrita.

Figura XIII.5. Fotografías ilustrativas del trabajo de campo realizado



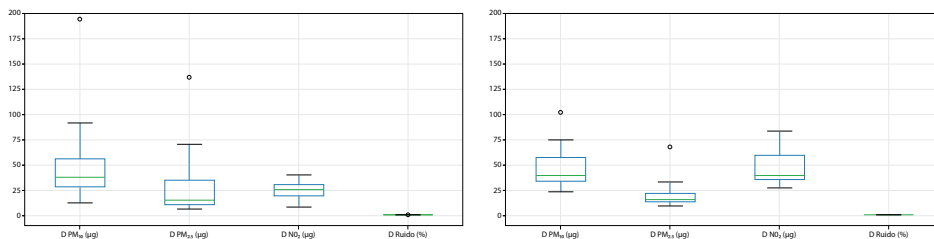
FUENTE: Elaboración propia.

Luego de cada medición se elabora un informe de monitoreo que es entregado a cada participante a modo de devolución luego de su participación en el proyecto. En este informe se incorporan valores resumen del recorrido, incluyendo los resultados de las evaluaciones realizadas, mapas de dosis instantáneas de contaminantes atmosféricos y de niveles instantáneos de presión sonora. En este sentido, se consulta a los participantes voluntarios si la información contenida en los mapas que integran el informe refleja su experiencia durante la actividad para motivar el intercambio con la ciudadanía a propósito de las temáticas del proyecto y para detectar posibles eventos puntuales inusuales que puedan haberse presentado durante la medición.

## Resultados

En primer lugar, y de forma preliminar, se realizó un análisis estadístico descriptivo de 20 mediciones de exposición ambiental para cada ruta de monitoreo. En primera instancia, y tal cual se refleja en las gráficas XIII.2 y XIII.3, puede afirmarse que existe variación temporal para las concentraciones promedio y para las dosis de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $NO_2$ , mientras que las dosis de ruido se mantienen estables. Con respecto a la comparación entre las rutas de monitoreo, se observan concentraciones y dosis de partículas medianas similares para ambas rutas, mientras que la concentración y la dosis mediana de  $NO_2$  es mayor para la Ruta Centro. Por último, las dosis de ruido resultan ser similares en ambas rutas de monitoreo.

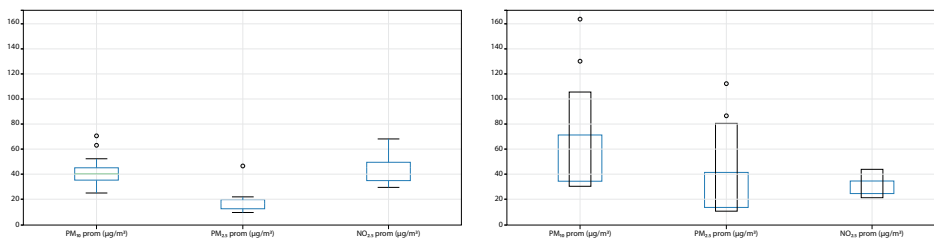
Gráfica XIII.2. *Boxplots de las dosis totales por monitoreo registradas*



NOTA: Boxplots de las dosis totales por monitoreo de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $NO_2$  y ruido registradas en la Ruta Bulevar (izquierda) y en la Ruta Centro (derecha).

FUENTE: Elaboración propia.

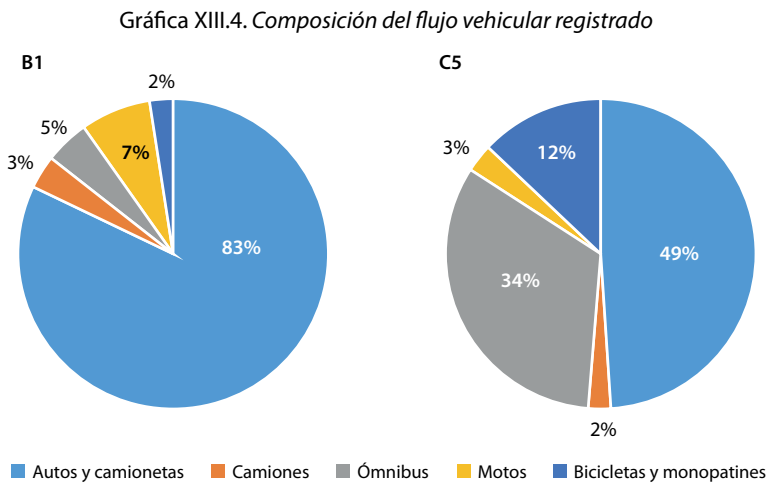
Gráfica XIII.3. *Boxplots de las concentraciones promedio por monitoreo de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $NO_2$  registradas*



NOTA: Boxplots de las concentraciones promedio por monitoreo de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $NO_2$  registradas en la Ruta Bulevar (izquierda) y en la Ruta Centro (derecha).

FUENTE: Elaboración propia.

Con respecto a la caracterización del flujo vehicular en la zona de estudio, se destaca que su composición resulta aproximadamente uniforme en la Ruta Bulevar, con un claro predominio de la categoría vehicular denominada Autos y camionetas. Asimismo, más allá de que esta categoría vehicular es también la predominante en la Ruta Centro, en esta ruta se registró una variabilidad espacial mucho más importante en la composición del flujo vehicular. En la gráfica XIII.4 pueden observarse algunos ejemplos de lo descrito anteriormente.

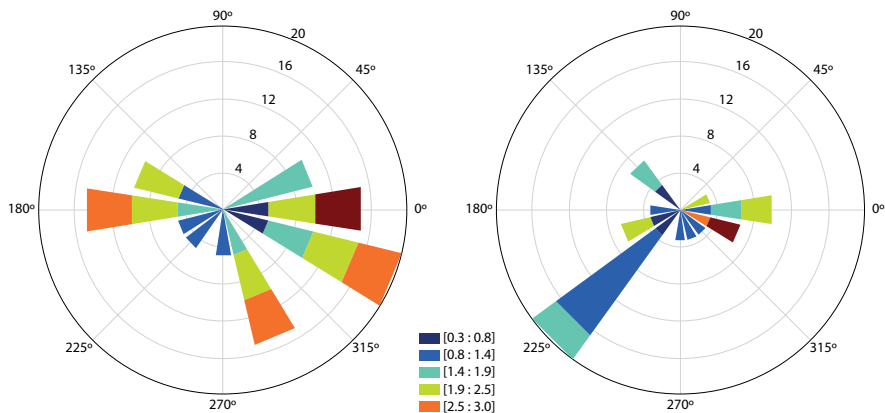


NOTA: Ejemplos de la composición del flujo vehicular registrados en la Ruta Bulevar (sitio de conteo B1) y en la Ruta Centro (sitio de conteo C5).

FUENTE: Elaboración propia.

También se registró un cambio en la dirección de viento predominante al pasar de la Ruta Bulevar a la Ruta Centro, aunque las velocidades del viento resultaron similares (véase la gráfica XIII.5). Con respecto al resto de las variables meteorológicas registradas, se observa una menor temperatura mediana para la Ruta Centro (coincidente con los meses de invierno) y valores similares para la mediana de la humedad relativa (presentando mayor variabilidad los registros simultáneos a las mediciones de la Ruta Bulevar).

Gráfica XIII.5. Rosas de viento registradas



NOTA: Rosas de viento registradas de manera simultánea a las mediciones de exposición ambiental realizadas en la Ruta Bulevar (izquierda) y en la Ruta Centro (derecha).

FUENTE: Elaboración propia.

En adición a lo anterior, se realizó una búsqueda inicial de relaciones monótonicas entre algunas de las variables registradas a partir del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman. En primer lugar, se encontró que estas relaciones parecen depender de la ruta de monitoreo bajo análisis, destacándose el vínculo entre las concentraciones de contaminantes y las condiciones meteorológicas (tabla XIII.2).

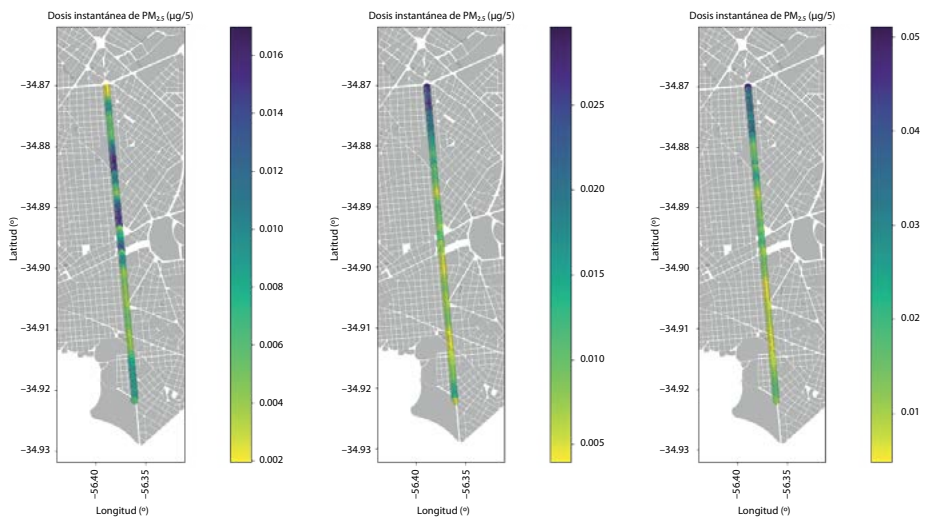
Tabla XIII.2. Coeficiente de correlación de Spearman entre variables

Variable núm. 1	Variable núm. 2	Coeficiente de correlación de Spearman (Ruta Bulevar)	Coeficiente de correlación de Spearman (Ruta Centro)
Concentración de PM <sub>10</sub>	Concentración de PM <sub>2,5</sub>	0.92	0.86
Concentración de PM <sub>2,5</sub>	Concentración de NO <sub>2</sub>	0.14	0.29
Velocidad del viento	Concentración de PM <sub>10</sub>	-0.24	-0.19
Velocidad del viento	Concentración de PM <sub>2,5</sub>	-0.25	-0.32
Velocidad del viento	Concentración de NO <sub>2</sub>	-0.28	-0.39
Temperatura	Concentración de NO <sub>2</sub>	-0.35	-0.63
Humedad relativa	Concentración de PM <sub>10</sub>	-0.42	0.13
Humedad relativa	Concentración de PM <sub>2,5</sub>	-0.51	0.19
Humedad relativa	Concentración de NO <sub>2</sub>	0.13	0.62

FUENTE: Elaboración propia.

Por otra parte, y con respecto a la variabilidad espacial de las mediciones de exposición ambiental, de forma preliminar se ha observado la existencia de una heterogeneidad espacial para las dosis instantáneas calculadas de contaminantes atmosféricos, pudiendo variar las zonas de mayores dosis entre distintos muestreos. Más allá de lo anterior, se ha comenzado a identificar algunas zonas de altas dosis de contaminantes atmosféricos en las rutas de monitoreo (gráfica XIII.6).

Gráfica XIII.6. Dosis instantáneas de  $PM_{2.5}$  para tres mediciones efectuadas en la Ruta Bulevar



NOTA: Dosis instantáneas de  $PM_{2.5}$  para tres mediciones efectuadas en la Ruta Bulevar (izquierda: 10/02/2021; centro: 02/03/2021; derecha: 13/04/2021). Los círculos indican zonas de mayores dosis.

FUENTE: Elaboración propia.

A la fecha, el trabajo de campo aún no ha finalizado, estando pendiente la realización de 13 mediciones de exposición ambiental. De todas maneras, y a partir de la realización de un análisis estadístico descriptivo sobre 20 mediciones de exposición ambiental para cada ruta de monitoreo, surgen los siguientes comentarios preliminares:

- Existe variabilidad temporal para las concentraciones promedio y para las dosis de contaminantes atmosféricos registradas en ambas rutas. Las dosis de ruido resultan ser estables.

- Las concentraciones y las dosis de partículas presentan una mediana similar para ambas rutas. En el caso del  $\text{NO}_2$  se registran mayores valores de la mediana de la concentración promedio y de la dosis en la Ruta Centro. Las dosis de ruido calculadas son similares para ambas rutas.
- En primera instancia, se ha relevado la existencia de relaciones monotónicas entre las concentraciones de contaminantes atmosféricos registradas y las condiciones meteorológicas.
- En términos espaciales, las dosis de contaminantes atmosféricos no son homogéneas para las rutas de monitoreo bajo estudio; las zonas de mayores dosis presentan a su vez variabilidad temporal entre distintos muestreos. De todas maneras, comienzan a identificarse zonas de altas dosis de contaminantes dentro de la zona de estudio.

En estos momentos, se está comenzando con el procesamiento de los registros de exposición ambiental con foco en la búsqueda de vínculos exposición-entorno. En este sentido, los registros de exposición ambiental están siendo promediados a nivel de cuadra para cada monitoreo, de forma tal que su escala espacial coincida con la utilizada durante el relevamiento de las rutas de monitoreo. Por otra parte, se ha comenzado a analizar la autocorrelación de las series de datos registradas sobre las bicicletas, de manera que se pueda evaluar si estas pueden considerarse independientes a la escala de trabajo objetivo, de modo que se pueda asumir que los valores registrados dependen únicamente de las variables del entorno y de las condiciones meteorológicas, y no de los registros tomados en tramos anteriores del recorrido.

## Conclusiones

En el presente trabajo se exponen los avances de un proyecto de investigación en curso que pretende establecer vinculaciones estadísticas entre la exposición ambiental experimentada por ciclistas y variables del entorno urbano.

Con este fin, se ha conformado un equipo de investigación interdisciplinario, y se ha diseñado y puesto en práctica una metodología de trabajo

—con base en referencias bibliográficas— que ha permitido la selección y el relevamiento de rutas de monitoreo, el cálculo de la cantidad de mediciones necesarias para la obtención de resultados representativos, la convocatoria a ciclistas voluntarios para su participación en el monitoreo —incluyendo su capacitación para hacerlo— y la realización de mediciones de exposición ambiental utilizando un conjunto de equipos de medición e integrando los registros de cada uno de ellos en una única matriz de datos. Se destaca, además, de acuerdo con lo mencionado anteriormente, que la presente metodología de trabajo incorpora la vinculación del equipo académico con la ciudadanía en torno a las temáticas del proyecto, promoviendo, en este sentido, el intercambio.

## Bibliografía

- Apparicio, P., Carrier, M., Gelb, J., Séguin, A. M., y Kingham, S. (2016). Cyclists' exposure to air pollution and road traffic noise in central city neighbourhoods of Montreal. *Journal of Transport Geography*, 57, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.09.014>
- Cárdenas Rodríguez, M., Dupont-Courtade, L., y Oueslati, W. (2016). Air pollution and urban structure linkages: Evidence from European cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.190>
- Chan, A. T., So, E. S. P., y Samad, S. C. (2001). Strategic guidelines for street canyon geometry to achieve sustainable street air quality. *Atmospheric Environment*, 35(24), 4089-4098. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(01\)00212-6](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00212-6)
- Cohen, A. J. *et al.* (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907-1918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)
- DINAMA-MVOTMA e IMFIA-FIng. (2018). *Análisis de la Evolución de la Calidad del aire en Montevideo*.
- DINAMA-MVOTMA e IMFIA-FIng. (2019). *Informe Final Inventario de Emisiones Atmosféricas 2015*.
- Elminir, H. K. (2005). Dependence of urban air pollutants on meteorology. *Science of the Total Environment*, 350(1-3), 225-237. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.01.043>
- Farrell, W. J., Weichenthal, S., Goldberg, M., y Hatzopoulou, M. (2015). Evaluating air pollution exposures across cycling infrastructure types: Implications for facility design. *Journal of Transport and Land Use*, 8(3), 131-149. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.702>



- Hankey, S., Lindsey, G., y Marshall, J. D. (2017). Population-Level Exposure to Particulate Air Pollution during Active Travel: Planning for Low-Exposure, Health-Promoting Cities. *Environmental Health Perspectives*, 125(4), 527-534. <https://doi.org/10.1289/EHP442>
- Hatzopoulou, M., Weichenthal, S., Dugum, H., Pickett, G., Miranda-Moreno, L., Kulka, R., Andersen, R., y Goldberg, M. (2013). The impact of traffic volume, composition, and road geometry on personal air pollution exposures among cyclists in Montreal, Canada. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, (23), 46-51. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.85>
- Jarjour, S., Jerrett, M., Westerdahl, D., De Nazelle, A., Hanning, C., Daly, L., Lipsitt, J., y Balmes, J. (2013). Cyclist route choice, traffic-related air pollution, and lung function: A scripted exposure study. *Environmental Health*, (12), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-14>
- Li, C., Wang, Z., Li, B., Peng, Z. R. y Fu, Q. (2019). Investigating the relationship between air pollution variation and urban form. *Building and Environment*, 147, 559568. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.038>
- LIFE+RESPIRA. (2017). *Informe Layman. Medidas para reducir la exposición de los ciclistas a los principales contaminantes atmosféricos urbanos.*
- Lin, C., Gillespie, J., Schuder, M. D., Duberstein, W., Beverland, I. J., y Heal, M. R. (2015). Evaluation and calibration of Aeroqual series 500 portable gas sensors for accurate measurement of ambient ozone and nitrogen dioxide. *Atmospheric Environment*, 100, 111-116. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.11.002>
- Lopez, R. P. (2012). *The Built Environment and Public Health.* Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1057/9781137002440>
- Ministerio de Salud Pública.(2009). *Ordenanza 145-009: Vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos a los diferentes factores de riesgo laborales.*
- Miskell, G., Salmond, J. A., y Williams, D. E. (2018). Use of a handheld low-cost sensor to explore the effect of urban design features on local-scale spatial and temporal air quality variability. *Science of the Total Environment*, 619-620, 480-490. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.024>
- Nair, A. J., Nandini, M., Adappa, S. y Mahabala, C. (2017). Carbon monoxide exposure among police officers working in a traffic dense region of Southern India. *Toxicology and Industrial Health*, 33(1), 46-52. <https://doi.org/10.1177/0748233716654071>
- Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environmental Health*, 15(Suppl 1). <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0108-1>
- Niza, S., y Jamal, H. H. (2007). Carbon monoxide exposure assessment among toll operators in Klang Valley, Kuala Lumpur, Malaysia. *International Journal of Environmental Health Research*, 17(2), 95-103. <https://doi.org/10.1080/09603120701219303>
- Pearce, J. L., Beringer, J., Nicholls, N., Hyndman, R. J., y Tapper, N. J. (2011). Quantifying the influence of local meteorology on air quality using generalized additive models. *Atmospheric Environment*, 45(6), 1328-1336. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.11.051>

- Qiu, Z., Wang, W., Zheng, J., y Lv, H. (2019). Exposure assessment of cyclists to UFP and PM on urban routes in Xi'an, China. *Environmental Pollution*, 250, 241-250. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.129>
- Schepers, P., Fishman, E., Beelen, R., Heinen, E., Wijnen, W., y Parkin, J. (2015). The mortality impact of bicycle paths and lanes related to physical activity, air pollution exposure and road safety. *Journal of Transport & Health*, 2(4), 460-473. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.09.004>
- Targino, A. C., Gibson, M. D., Krecl, P., Costa Rodrigues, M. V., Moreira dos Santos, M., y de Paula Corrêa, M. (2016). Hotspots of black carbon and PM<sub>2.5</sub> in an urban area and relationships to traffic characteristics. *Environmental Pollution*, 218, 475-486. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.027>
- Targino, A. C., Rodrigues, M. V. C., Krecl, P., Cipoli, Y. A. y Ribeiro, J. P. M. (2018). Commuter exposure to black carbon particles on diesel buses, on bicycles and on foot: a case study in a Brazilian city. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 1132-1146. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0517-x>
- Télliz, J., Rodríguez, A. y Fajardo, Á. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de Salud Pública*, 8(1), 108-117. <https://doi.org/10.1590/s0124-00642006000100010>
- Van den Bossche, J., Peters, J., Verwaeren, J., Botteldooren, D., Theunis, J., y De Baets, B. (2015). Mobile monitoring for mapping spatial variation in urban air quality: Development and validation of a methodology based on an extensive dataset. *Atmospheric Environment*, 105, 148-161. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.017>
- Weichenthal, S., Farrell, W., Goldberg, M., Joseph, L. y Hatzopoulou, M. (2014). Characterizing the impact of traffic and the built environment on near-road ultrafine particle and black carbon concentrations. *Environmental Research*, 132, 305-310. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.007>
- Zuurbier, M., Hoek, G., Hazel, P. Van Den, y Brunekreef, B. (2009). Minute ventilation of cyclists, car and bus passengers: An experimental study. *Environmental Health*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-48>

# XIV. Caracterización de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco para el diseño de rutas y circuitos turísticos

ALAN REZA CURIEL\*

JESÚS GASTÓN GUTIÉRREZ CEDILLO\*\*

ROCÍO DEL CARMEN SERRANO BARQUÍN\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.120.14>

## Resumen

El presente capítulo tiene como objetivo principal realizar la caracterización social y ambiental de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco (CVB-A) para hacer el diseño de rutas y circuitos turísticos en dicho lugar, tomando en consideración los servicios ecosistémicos presentes en la zona de estudio; los circuitos y rutas turísticas serán una estrategia de desarrollo sustentable, que tendrá como propósito conservar y preservar los recursos naturales y culturales presentes en la cuenca. La metodología toma en consideración las siguientes etapas: (a) Delimitación, análisis y representación cartográfica del territorio cuenca Valle de Bravo-Amanalco del Estado de México; (b) Localización geográfica, análisis y representación cartográfica de localidades urbanas y rurales, ubicadas en el contexto geográfico de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco; (c) Análisis, descripción y representación cartográfica de las características biofísicas del territorio de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco; (d) Análisis, descripción y representación cartográfica

---

\* Maestro en Ciencias Ambientales. Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4687-2862>; correo electrónico: alan.reza.curriel@gmail.com

\*\* Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0089-701X>; correo electrónico: jggc1321@yahoo.com.mx

\*\*\* Doctora en Ciencias Ambientales. Facultad de Turismo y Gastronomía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5695-751X>; correo electrónico: rocioserba@yahoo.com.mx

de las características socioculturales inmersas en el territorio de la CVB-A. Como resultado de esta investigación se cumplió el objetivo de la caracterización de la CVB-A. Se concluye que la cuenca Valle de Bravo-Amanalco en el Estado de México posee una gran riqueza de recursos y servicios ecosistémicos que pueden ser aprovechados para la actividad turística y para impulsar así el desarrollo local.

**Palabras clave:** *aprovechamiento sustentable, características ambientales, diseño de rutas y circuitos turísticos, servicios ecosistémicos, turismo sustentable.*

## Introducción

El presente trabajo trata sobre la realización de la caracterización de la CVB-A mediante la descripción y el análisis de los principales componentes biofísicos y socioculturales del territorio para hacer el diseño de rutas y circuitos turísticos en la zona de estudio, tomando en consideración los servicios ecosistémicos presentes en dicho lugar; debido a que la cuenca está dotada de una diversidad de ecosistemas, climas, atractivos naturales, como cascadas, lagos, presas, paisajes estéticos, además de tener características culturales reflejadas en los mitos, ritos, leyendas, artesanías, arquitectura colonial y gastronomía, entre otros aspectos, que pueden ser atractivos para el turista.

Pese a la gran riqueza natural y cultural que posee la CVB-A más de 50% de sus habitantes en encuentra en estado de pobreza (CONEVAL, 2020), hay constancia de que de 1999 a 2000 se han arrastrado 87.5 millones de metros cúbicos de suelo a la presa, además de disminución de los caudales de los ríos en 59%, pérdida forestal de 18.56%, por el aumento del uso agrícola (17.31%) y de la zona urbana (173.10%) (Bonfil y Madrid, 2006: 66); estos males son ocasionados en su mayoría por el mal uso de los recursos, por lo que se plantea en este trabajo que la problemática es el desaprovechamiento de los recursos naturales de una manera sustentable.

Los circuitos y rutas turísticas serán una estrategia de desarrollo sustentable que tendrá como propósito conservar y preservar los recursos naturales y culturales presentes en la CVB-A, siempre tomando en consideración

las opiniones, aportaciones e inquietudes que tengan, en primer lugar, los oriundos de la cuenca y, en segundo lugar, los turistas; estas aportaciones servirán de guía para el trazado, ubicación, selección de sitios turísticos y actividades que se deban desarrollar en el diseño de las rutas y circuitos turísticos.

Una parte vital de este trabajo es la caracterización de los componentes biofísicos y socioculturales de CVB-A, ya que proporciona información que ayuda a identificar, ubicar y conocer datos sobre los diferentes sitios turísticos, tales como el clima que poseen, los medios de acceso al municipio al que pertenecen, el tipo de ecosistema que se puede encontrar en estos lugares, los mitos y leyendas que se cuentan en torno a los mismos, entre otras características, información toda ella que se puede usar para el diseño de las rutas y circuitos turísticos.

El trabajo describe primeramente la metodología que se implementó para realizar el análisis de los componentes biofísicos y socioculturales de la CVB-A, posteriormente se centra en los resultados de la investigación, donde se exponen características físicas, biológicas y geográficas de la cuenca, enseguida se exhiben componentes sociales y culturales, y finalmente se presentan discusiones en torno al tema y las conclusiones.

## Metodología

En esta investigación se realizó una caracterización geográfica mediante la delimitación, análisis y representación cartográfica del territorio, así como la localización geográfica y cartográfica de localidades urbanas y rurales. Se elaboró la representación cartográfica de los componentes territoriales (biofísicos y socioculturales) de la CVB-A. Finalmente se mostró un listado de las herramientas e insumos geotecnológicos que fueron implementados en esta investigación. A continuación se mencionan algunas de las actividades más importantes en esta etapa, las cuales son:

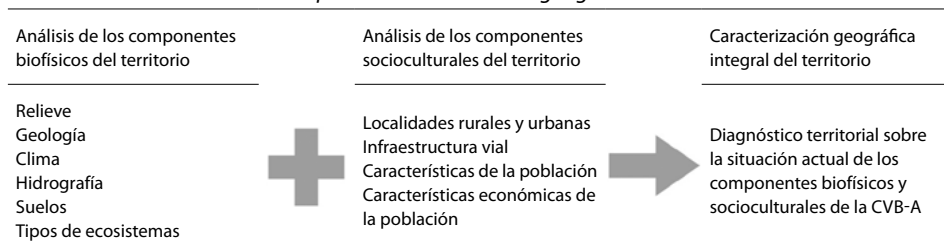
- (a) Delimitación, análisis y representación cartográfica del territorio, CVB-A del Estado de México.

- (b) Localización geográfica, análisis y representación cartográfica de localidades urbanas y rurales ubicadas en el contexto geográfico de la CVB-A.
- (c) Análisis, descripción y representación cartográfica de las características biofísicas del territorio de la CVB-A.
- (d) Análisis, descripción y representación cartográfica de las características socioculturales inmersas en el territorio de la CVB-A.

El análisis y descripción de los componentes biofísicos y socioculturales del territorio se realizó de manera escrita, a partir del análisis de información de textos científicos especializados sobre el área de estudio y territorios adyacentes, análisis cartográfico (mapa topográfico y mapas temáticos del circuito) y del trabajo de campo (recorridos de campo por los diferentes ambientes del territorio); mediante el desarrollo y el análisis de estas actividades se obtuvo la descripción integral sobre las características de los componentes ambientales (ecosistemas) y sociales (localidades) que constituyen el territorio de la CVB-A.

Las características biofísicas del territorio de la CVB-A que se exponen en este trabajo son: relieve, geología, clima, hidrografía, tipos de suelos y ecosistemas; para las características socioculturales de las localidades rurales y urbanas se consideró la infraestructura vial, los datos sobre población (densidad, género, total de habitantes) y las características económicas (infraestructura y empleo).

Diagrama XIV.1. *Variables biofísicas, socioculturales y territoriales para la caracterización geográfica*



FUENTE: Elaboración propia.

Las características biofísicas y socioculturales del territorio se representaron a través del método cartográfico a partir de la aplicación de herramientas e insumos geotecnológicos (*software*, GPS, imágenes de satélite e información cartográfica en formato .shp), a continuación se describen de manera específica las herramientas e insumos geotecnológicos que se utilizaron:

- *Software* especializado para el tratamiento digital de imágenes de satélite, Erdas Imagine 2016, para 64 bits.
- *Software* especializado para el tratamiento digital de información geoespacial en formato .shp, de ArcGis 10.2, para 64 bits.
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para la ubicación de puntos de verificación.<sup>1</sup>
- Imágenes de satélite Spot 5, multiespectrales a 5 m de resolución espacial, que cubran el área de investigación.
- *Hardware*, Laptop Toshiba Satellite para el procesamiento de información geoespacial (.shp, imágenes de satélite e información obtenida en campo con él y GPS).

Con la aplicación de estas herramientas geotecnológicas se obtuvo un acervo cartográfico que sirvió de insumo para realizar la representación cartográfica, descripción, análisis y diagnóstico de los componentes biofísicos y socioculturales del territorio de manera integral. El desarrollo de esta actividad fue indispensable, ya que ayudó a conocer y entender el funcionamiento actual, natural y social del territorio de la CVB-A mediante los pasos y características propuestas.

El acervo cartográfico que se usó para la elaboración de mapas para este trabajo fue extraído de los siguientes insumos y fuentes de internet:

- Localización, insumo: Servidor del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

<sup>1</sup> Los puntos de verificación ayudaran a corroborar en campo si la información cartográfica resultado de la fotointerpretación concuerda con la realidad.

- Localidades urbanas y rurales, insumo: Servidor de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Infraestructura vial, insumo: Servidor de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Hipsometría, insumo: Servidor de INEGI.
- Pendientes del terreno, insumo: Servidor de INEGI.

## Resultados

En el presente apartado se muestran el relieve que compone la CVB-A, destacando las zonas accidentadas, las planicies y las faldas que la componen, así como las principales elevaciones de dicho territorio, posteriormente se expone la geología, donde se enuncian los porcentajes de tipos suelo presentes en la cuenca, después se mencionan las regiones climatológicas que componen la zona de estudio.

Seguidamente se expone la hidrografía que compone la cuenca, enseguida se enuncian los tipos de suelo presentes en la zona de estudio, posteriormente se muestran los tipos de tenencia de la tierra que existen en la cuenca, seguidamente se diferencian los tipos de ecosistemas que se encuentran presentes en la cuenca, tales como selvas o bosques, finalmente se abordan la ubicación de los servicios ambientales y culturales que están presentes en la CVB-A.

## Características físico geográficas

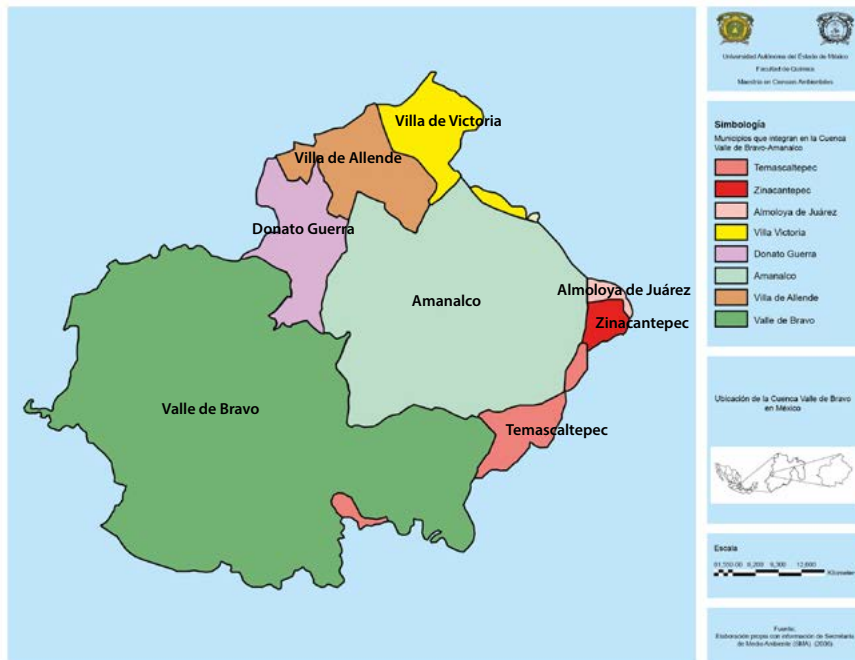
La CVB.A se localiza al poniente del Estado de México; consta de 775.6 km<sup>2</sup>. Está conformada por ocho municipios: Valle de Bravo, Amanalco, Villa de Allende, Donato Guerra, Villa Victoria, Temascaltepec, Zinacantepec y Almoloya de Juárez (Secretaría de Ecología, 2003). Esta cuenca pertenece a la cuenca del río Tilostoc, éste, a su vez, forma parte del río Cutzamala y éste descarga sus aguas en la cuenca del río Balsas (García, 2014).

La CVB-A administrativa y políticamente pertenece al Estado de México, política y administrativamente corresponde a las siguientes regiones: VII



Valle de Bravo, I Toluca, IV Tejupilco y V Atlacomulco (García, 2014). Geográficamente la cuenca se ubica entre los paralelos  $19^{\circ} 2' 05''$  y  $19^{\circ} 05' 30''$  y los meridianos  $99^{\circ} 52' 00''$  y  $100^{\circ} 11' 40''$  (véase el mapa XIV.1).

Mapa XIV.1. *Ubicación, delimitación e integración municipal de la subcuenca Valle de Bravo-Amanalco*



FUENTE: Elaboración propia.

## Relieve

En la CVB-A existen tres tipos de relieve: cerros, mesas y laderas que van de los 1 100 a los 3 730 msnm (IMTA, 2012: 5). La cuenca presenta nueve elevaciones destacadas que van de los 2 600 a los 3 310 msnm, siendo Piedra Herrada la localizada a mayor altura y cerro gordo la ubicada a menor altitud.

Las elevaciones más destacadas de la Cuenca Valle de Bravo-Amanalco son:

- Cerro Gordo con una altitud de 2 600 msnm
- San Agustín con una altitud de 2 680 msnm
- Capulín con una altitud de 2 660 msnm
- Sacametate con una altitud de 2 200 msnm
- Escalerilla con una altitud de 2 580 msnm
- Los Reyes con una altitud de 2 880 msnm
- Coporito con una altitud de 2 990 msnm
- Ídolo con una altitud de 3 040 msnm
- Piedra Herrada con una altitud de 3 310 msnm (Secretaría de Ecología, 2003).

### **Geología**

Debido a que el origen de 90% de la CVB-A es volcánico, 49% del suelo es Basalto, alrededor de la cuenca se presenta roca metamórfica (IMTA, 2012).

### **Clima**

La cuenca posee tres regiones climatológicas ubicadas según la altura, siendo el clima predominante el templado subhúmedo a una altitud de los 2 200 a los 3 000 msnm.

- Clima templado subhúmedo, este clima se presenta en una altitud de 2 000 a 3 000 msnm.
- Clima semicálido, este clima se presenta en el poniente de la cuenca a una altitud menor a los 2 200 metros.
- Clima semifrío subhúmedo, este clima está presente en el extremo oriente de la cuenca a una altitud de 3 000 msnm (IMTA, 2012).

### **Hidrografía**

La CVB-A se divide en 28 subcuencas con una superficie total de 775.6 km<sup>2</sup> (IMTA, 2012). Los principales ríos que abastecen a la cuenca son el río Amanalco, que nace de manantiales provenientes del Xinantécatl y el río Hoyos que proviene de la sierra de Temascaltepec (García, 2014). Los cuerpos de

agua y los bosques de la CVB-A están fuertemente relacionados debido a que los servicios ecosistémicos que proveen en general toda la cuenca favorecen “[...] la retención de humedad, la recarga de mantos acuíferos, la prevención de la erosión, mejora la calidad del aire, la mitigación de los efectos del cambio climático, al sostenimiento de poblaciones y comunidades biológicas” (CONANP, 2018: 147).

Las subcuencas con mayor relevancia son:

- Subcuenca del río Amanalco
- Subcuenca del río San Diego
- Subcuenca del río Hierbabuena
- Subcuenca del río Amanalco.

La cuenca posee seis presas importantes (Planta potabilizadora los Berros, presa Chilesdo, presa Tilostoc, presa Miguel Alemán, presa Ixtapantongo y presa Colorines) forman parte de la infraestructura del sistema Cutzamala que posee una superficie de 279.3 hectáreas, en conjunto estas presas abastecen del recurso hídrico a la población del Valle México. En esta zona esta prohibidas las siguientes actividades: Aprovechamiento de materiales de interés minero o energético, extracción de materiales para la construcción, introducción de especies exóticas, crear asentamientos humanos, entre otras (CONANP, 2018: 173).

La presa Valle de Bravo posee áreas para turismo (remolque) y uso común.

La presa Valle de Bravo está dividida en dos partes; la zona de uso público, remolque y área de uso común, abarca una superficie de 1819.5 hectáreas, esta área se caracteriza por ser el principal atractivo turístico de la región, al oeste de la presa se encuentra lo que se denomina área de remolque, donde se permite realizar actividades turísticas como el esquí acuático, Kayakismo, velerismo y squiboard. (CONANP, 2018: 177)

En esta zona se restringen actividades que alteren los ecosistemas, principalmente la descarga de contaminantes al agua.

En la presa Valle de Bravo hay presencia de petrograbados en una zona que abarca 18.3 hectáreas; en esta zona hay yacimientos arqueológicos, por lo que se restringen las actividades “[...] ganaderas, turismo náutico de alta velocidad, además de arrojar o verter desechos orgánicos o residuos sólidos que dañen o perjudiquen al ecosistema o a los petrograbados” (CONANP, 2018: 182).

## **Suelos**

Las montañas que rodean a la CVB-A pertenecen al sistema Xinantécatl, las formaciones rocosas corresponden al segundo periodo eruptivo; gracias a las erupciones la mayor parte de los cerros están constituidos por rocas ígneas exclusivas del periodo Cuaternario (Inafed, 2018). Los tipos de suelo predominantes de la CVB-A son: Andosoles, Cambisoles, Leptosoles, Luvisol crómico, Phaeozemháplicos (IMTA, 2012: 5).

## **Características biológicas**

### **Tipos de ecosistemas**

Los ecosistemas de la CVB-A proveen servicios ecosistémicos de recarga hídrica, específicamente en los ejidos de San Jerónimo, San Miguel y Amanalco, entre otros, presentan manantiales y refugio de flora y fauna (Semarnat, 2006: 24). La importancia de la cuenca no sólo radica en el agua u oxígeno que produce, radica también en que alberga 10% de la biodiversidad del país, como menciona la comisión permanente del Honorable Congreso de la Unión en la LIX Legislatura:

Consideran a la cuenca como una vasta región —tiene una superficie de 75 561 ha—, situada al poniente de la Ciudad de México, rodeada de montañas, rica en bienes naturales, captadora de agua y energía solar en uno de los sistemas ecológicos y forestales más ricos del país; cuyos bosques templados —que ocupan la mitad de su superficie— forman parte de una región que alberga 10% de la biodiversidad del país, lo cual es significativo considerando

que tan sólo el Estado de México (con una extensión total de 22 357 km<sup>2</sup> representa 1.1% de la superficie del país. (INECC, 2008: 109)

Las especies de animales, plantas e insectos corren peligro por la introducción de fauna y flora que no son oriundos de la cuenca, ya que compiten por alimento, matan las demás especies o acaparan espacio, estos ecosistemas “[...] han sido perturbados en diferentes grados, y en grandes superficies remplazados por zonas urbanas, agrícolas, praderas y bosques secundarios espontáneos y plantaciones forestales nuevas, sea con especies nativas o introducidas” (IMTA, 2012: 58). La Universidad Autónoma Chapingo ha mencionado que los ecosistemas endémicos de este lugar se encuentran en vías o peligro de extinción y están clasificados como de “Altísima prioridad” (INECC, 2008: 11), debido a los servicios ecosistémicos que proporciona la CVB-A.

Tipos de ecosistemas de la cuenca y su respectiva altitud:

- La cuenca posee un ecosistema de bosque de oyamel y pino a una altura de más de 2 800 msnm, también cuenta con especies como el madroño y seis variaciones de pino.
- La CCVB-A presenta una vegetación mayoritariamente de encino a una altitud de 2 000 a 2 400 msnm, y en menor medida presenta otras especies como el pino lacio, pino Moctezuma y pino amarillo, entre otros.
- Las zonas húmedas al sur de Avándaro presentan un ecosistema mesófilo de montaña compuesto de árboles como caoba de montaña y arbustos tales como el helecho, estas zonas se ubican a una altura de 2 000 a 2 400 msnm.
- La vegetación que se presenta en las laderas al sur de la CVB-A es mayoritariamente de encino y en menor medida otras especies como el Huizache, Casahuate, robles blancos, esto se debe en parte a que estas zonas presentan una altitud menor a 2 000 msnm (IMTA, 2012).

A continuación se enlistan las zonas de la cuenca con ecosistemas de selva baja, bosques de galería y pantanos:

- (a) Zona de transición bosque de encino-selva baja caducifolia, este tipo de ecosistema tiene los siguientes tipos de árboles: pino, huizache, casahuate, encino, robles blancos, encino amarillo (IMTA, 2012).
- (b) En las zonas con mayor humedad de la cuenca se encuentra el ecosistema de bosque de galería y de pantano en el cual habitan las siguientes especies de árboles: sauce, aile, álamo, tejocote, capulín, caoba de montaña, mamojuaxtle, tupelo, flor de tila, cuachichic, jaboncillo, sauco (IMTA, 2012).

La zona denominada Piedra Herrada abarca 8.05 ha, se sitúa a 40 minutos de Valle de Bravo, está conformada por bosques de Oyamel, es un santuario de mariposas monarca, las cuales hibernan de noviembre a marzo; es visitada durante estos meses por más de 200 000 visitantes (CONANP, 2018).

El Parque Estatal Monte Alto abarca una extensión de 475.3 ha, se compone de cuatro partes, el área deportiva (16 ha), estacionamiento (6 ha), monte alto (449.2 ha) y la zona de parapente (3.6 ha). Esta zona es un importante centro de visitación turística, la cual se reconoce principalmente porque es la zona de despegue para ala delta y parapente (CONANP, 2018: 187).

La importancia zonas boscosas de la cuenca y en general de todos los ecosistemas presentes en la cuenca radica en que favorecen la captación de agua debido a la existencia de gran variedad de plantas, vegetales, animales e insectos que aquí habitan. Estos ecosistemas son vitales para “[...] impedir la erosión del suelo y evitar el arrastre de sedimentos a la presa, capturar carbono y a mantener una gran riqueza y diversidad de especies de importancia medicinal, comestible y una amplia gama de propiedades para diferentes usos” (CONANP, 2018: 138).

## **Características socioeconómicas**

### **Población**

La CVB-A cuenta con una población total de 697 645 habitantes, de los cuales 354 786 son mujeres y 342 859 son hombres; la tabla XIV.1 muestra los

municipios que componen la cuenca, la población total y el número de mujeres y hombres de cada uno.

Tabla XIV.1. *Población*

<i>Nombre de la población</i>	<i>Población total</i>	<i>Total de mujeres</i>	<i>Total de hombres</i>
Valle de Bravo	61 590	31 514	30 076
Amanalco	23 675	12 141	11 534
Donato Guerra	37 436	19 045	18 391
Villa de Allende	53 275	27 381	25 894
Villa Victoria	108 196	55 057	53 139
Temascaltepec	35 014	17 825	17 189
Zinacantepec	203 872	104 366	99 506
Almoloya de Juárez	174 587	87 457	87 130

FUENTE: Elaboración propia con información del INEGI (2020).

## Densidad de población

La densidad de población es la relación entre la cantidad de personas que habitan un lugar y la extensión de espacio que habitan (INEGI, 2021). El promedio de densidad de población en la cuenca es de 135 hab/km<sup>2</sup> (IMTA, 2012). En la tabla 2 se presenta la densidad de población de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco.

Tabla XIV.2. *Densidad de población en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco*

<i>Municipio</i>	<i>Población en la cuenca</i>	<i>Superficie dentro de la cuenca (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>)</i>
Amanalco	22 868	219.43	104
Valle de Bravo	61 599	421.90	146
Donato Guerra	13 777	43.80	315
Villa de Allende	1 114	40.84	27
Villa Victoria	3 565	23.84	150
Temascaltepec	197	16.02	12
Promedio de la cuenca			135

FUENTE: IMTA (2012: 13).

## Población económicamente activa

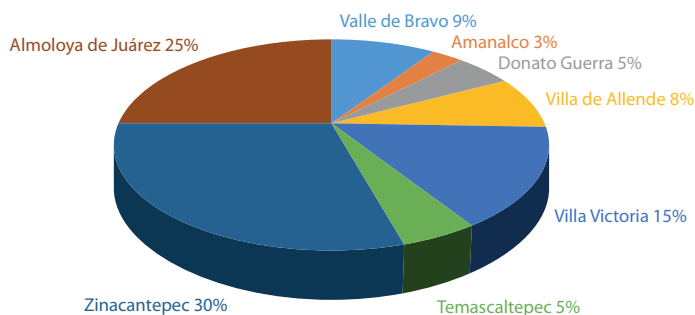
La población económicamente activa (PEA) de los municipios que componen la zona de estudio consta de 329 548, lo que corresponde a 47.23% de la población total. El municipio con mayor porcentaje de PEA es Zinacantepec, con 30%, seguido de Almoloya de Juárez con 25%, como se puede apreciar en la gráfica XIV.1. Del total de personas que conforman la cuenca, 127 014 son mujeres y 202 534 son hombres (véase la tabla XIV.3).

Tabla XIV.3. Población económicamente activa

Nombre de la población	Población económicamente activa	Mujeres económicamente activas	Hombres económicamente activos
Valle de Bravo	30671	12673	17998
Amanalco	10106	3519	6587
Donato Guerra	17349	6738	10611
Villa de Allende	25698	10207	15491
Villa Victoria	50584	19183	31401
Temascaltepec	16007	5839	10168
Zinacantepec	97689	38452	59237
Almoloya de Juárez	81444	30403	51041

FUENTE: Elaboración propia con información del INEGI (2020).

Gráfica XIV.1. Porcentaje de población económicamente activa de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco



FUENTE: Elaboración propia con información de INEGI (2020).



## Población ocupada

La población ocupada en los municipios que componen a la zona de estudio es de 493 461 personas, lo cual representa 70.73% de los habitantes de la cuenca. La tabla XIV.4 hace referencia a las “[...] personas de 12 años a 120 que trabajaron o no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana en la que se les encuestó” (INEGI, 2020: 20). Siendo la población femenina 60.10% y la población masculina 39.89%.

Tabla XIV.4. *Población ocupada*

<i>Nombre de la población</i>	<i>Población ocupada</i>	<i>Mujeres ocupadas</i>	<i>Hombres ocupados</i>
Valle de Bravo	30 200	12 540	17 660
Amanalco	9 834	3 491	6 343
Donato Guerra	16 837	6 661	10 176
Villa de Allende	25 246	10 160	15 086
Villa Victoria	220 333	190 007	30 326
Temascaltepec	15 709	5 800	9 909
Zinacantepec	95 634	37 929	57 705
Almoloya de Juárez	79 668	30 003	49 665

FUENTE: Elaboración propia con información del INEGI (2020).

## Infraestructura vial

La CVB-A cuenta con vías de acceso de carácter regional que conectan a las ciudades con los municipios que los integran, por otro lado, posee carreteras de carácter local que comunican a las cabeceras municipales de los pueblos que las conforman, en la siguiente lista se pueden observar algunas de las principales vialidades regionales de cada municipio.

La infraestructura vial se compone de las siguientes vialidades:

- Valle de Bravo: Carretera federal Toluca-Villa Victoria-Valle de Bravo, Carretera federal Toluca-Temascaltepec-Entronque a Valle de Bravo, Carretera Temascaltepec-Valle de Bravo, Carretera Toluca-Amanalco-Valle de Bravo.

- Amanalco: Carretera Toluca-Valle de Bravo.
- Donato Guerra: Carretera federal Toluca-Valle de Bravo vía Villa Victoria, Donato Guerra-Ixtapan del Oro, Donato Guerra-Villa de Allende.
- Villa de Allende: Carretera Federal Toluca-Zitácuaro-Morelia, Los Berros-Valle de Bravo, Las Casitas-Ixtapan del Oro, Donato Guerra-Villa de Allende.
- Villa Victoria: Carretera Toluca-Zitácuaro-Morelia, Berros-Valle de Bravo, Las Casitas-Ixtapan del Oro, Donato Guerra-Villa de Allende.
- Temascaltepec: Toluca-Ciudad Altamirano (ruta Méx-134)
- Zinacantepec: Mex-134, cuenta con seis carriles divididos en dos sentidos, Mex-015, cuenta con seis carriles.
- Almoloya de Juárez: Toluca-Morelia-Rancho San Diego, Toluca-Almoloya de Juárez-San Mateo Tlachichilpa.

### **Localidades urbanas**

La CVB-A posee cuatro localidades urbanas, siendo la cabecera municipal de Valle de Bravo la que tiene más población. Las localidades urbanas están repartidas en tres municipios:

- Amanalco, San Juan, población de 2 962 habitantes.
- Valle de Bravo, Valle de Bravo, población de 25 554 habitantes; Colotlán, población 5 543 habitantes.
- Donato Guerra, San Simón de la Laguna, población 4 996 habitantes (IMTA, 2012).

### **Localidades rurales**

En la CVB-A existen 123 localidades rurales que en su conjunto cuentan con una población de 63 169 habitantes:

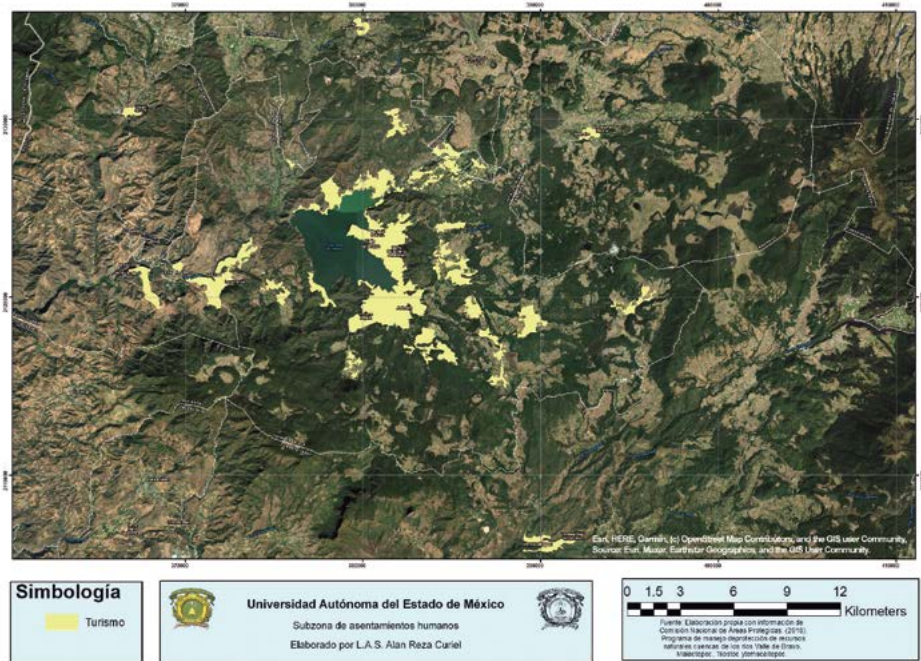
- Amanalco, 30 comunidades.
- Temascaltepec, una comunidad.

- Villa de Allende, ocho comunidades.
- Donato Guerra, nueve comunidades.
- Valle de Bravo, 73 comunidades (IMTA, 2012).

Los polígonos en el mapa XIV.2 muestran:

Los conglomerados o conjuntos de viviendas que cuentan con servicios públicos, centros educativos y de salud, viviendas comunitarias, templos, plazas públicas, deportivos, mercados, auditorios, cines, hoteles, restaurantes, campos de golf, balnearios y lugares donde se permite hacer turismo sin restricciones de algún tipo. Estos asentamientos ejercen presión sobre los recursos forestales debido a que dan sustento y estabilidad a esta zona. (CONANP, 2018: 192).

Mapa XIV.2. Zona de asentamientos humanos



FUENTE: Elaboración propia con información de la CONANP (2018).

## Tenencia de la tierra

Como podemos observar en la tabla XIV.5, cada municipio que conforma la CVB-A cuenta con los tres tipos de tenencia de la tierra, siendo la propiedad comunal la de mayor extensión y relegando en segundo término a la tenencia ejidal y a la propiedad privada, que cuenta con menor extensión.

Tabla XIV.5. *Tipo de tenencia de la tierra en cada municipio de la CVB-A*

<i>Municipio</i>	<i>Superficie en hectáreas (ha)</i>		
	<i>Comunal</i>	<i>Ejidal</i>	<i>Propiedad privada</i>
Amanalco	15 957.45	3 809.19	1 510.69
Valle de Bravo	11 919.36	308.34	25 524.87
Villa de Allende	18 504.31	4 938.83	5 766.82
Donato Guerra	6 925.37	5 488.91	4 252.65
Villa Victoria	29 971.86	8.19	10 309.52
Temascaltepec	30 745.36	9 965.47	14 421.35
Zinacantepec	21 416.73	73.31	2 449.68
Almoloya de Juárez	24 880.36	255.64	17 435.23

FUENTE: Elaboración propia con información del INEGI (2016).

## Viviendas con y sin servicios

La zona de estudio posee 219 555 viviendas, de las cuales 139 837 poseen servicios básicos (drenaje, agua potable y electricidad) y 793 no (tabla XIV.6).

Tabla XIV.6. *Viviendas con y sin servicios de agua drenaje y electricidad*

<i>Nombre del municipio</i>	<i>Total de viviendas</i>	<i>Con servicios (agua, drenaje, electricidad)</i>	<i>Sin servicios de servicios (agua, drenaje, electricidad)</i>
Valle de Bravo	25 258	15 452	32
Amanalco	7 334	5 163	28
Donato Guerra	11 189	6 144	96
Villa de Allende	15 472	9 570	95
Villa Victoria	29 980	14 612	276
Temascaltepec	11 918	6 973	40
Zinacantepec	59 909	46 767	37
Almoloya de Juárez	58 495	35 156	189

FUENTE: Elaboración propia con información del INEGI (2020).

## Características culturales de la población

### Festividades y danzas

Las festividades y danzas en la zona de estudio están relacionadas a celebraciones de santos y ritos de la religión católica. En todos los municipios que conforman la cuenca se celebra la festividad de Semana Santa, de la misma manera existen danzas que se realizan en la mayoría de estas comunidades, tal es el caso de la danza de los Santiagueros, las Pastoras y los Arrieros.

Fechas en las que se celebran algunas de las festividades más importantes:

- Valle de Bravo, 12 de diciembre virgen de Guadalupe en el Barrio de la Peña y varias comunidades.
- Amanalco, 15 de agosto, festividad en honor a la virgen de la Asunción en la villa Donato Guerra.
- Villa de Allende, 19 al 22 de marzo fiesta patronal y feria en la cabecera municipal.
- Villa Victoria, 23 y 24 de septiembre fiesta patronal en la cabecera municipal.
- Temascaltepec, 4 de octubre fiesta patronal en San Miguel Oxtotilpan.
- Zinacantepec, 21 al 23 mayo virgen de los Dolores o del Rayo.
- Almoloya de Juárez, 19 de marzo en honor al santo patrono señor San José en la cabecera municipal.

### Mitos y leyendas

Los mitos y leyendas son atractivos para el turismo debido que éstos dan importancia y sentido a lugares enigmáticos que generalmente gozan de una estética atrayente e inexplicable, estos sitios pueden ser grotescos o hermosos. En algunos casos representan el saber ancestral, debido que han sido relatados de generación en generación, otros advierten de peligros al entrar en sitios sagrados o inexplorados, lo cierto es que las leyendas y los mitos reflejan una parte de la cultura que se ha ido perdiendo con el paso

de los años, como la creencia en objetos, lugares y cosas mágicas, como afirman Ceballos y Carón (2014).

Los mitos también representan a las poblaciones, dan coherencia por medio de la explicación de la existencia y el actuar del hombre

[...] a lo largo del tiempo el mito y la leyenda se han constituido como esencia de vida del sentido mismo de la creación, memorias vivas se forjan en cada pensamiento de las personas, manifiestan legados de identidad cultural y de resignificación, la memoria recuerda, la historia cuenta, y no siempre el cuento se compadece del recuerdo. (Ceballos y Carón, 2014: 35)

En la siguiente lista se mencionan algunas de las leyendas relacionadas con sitios turísticos en la CVB-A:

- Valle de Bravo, El tesoro de la Peña de Valle de Bravo.
- Almoloya de Juárez, La momia de Don Remigio.
- Donato Guerra, La leyenda de la Chica del Bosque.
- Temascaltepec, Leyenda del Duende.

### **Artesanías**

En la CVB-A se confeccionan diferentes artesanías, entre las que destacan la alfarería, la herrería y los tejidos, como se muestra en la siguiente lista:

- Valle de Bravo: La alfarería en barro café, tejidos hechos por la población Otomí, Mazahua y Mazatlanca; también se elaboran mesas, sillas, puertas, ventanas; canastos de raíz o de carrizo y petates, entre otras artesanías más.
- Amanalco: Tejidos hechos por la etnia Otomí que habita en este municipio; servilletas, trajes típicos otomíes hechos con la técnica de punto de cruz o de gancho y agujas; tallados en madera, herrería forjada, tapetes florales y portadas de las iglesias.
- Donato Guerra: Prendas de vestir con deshilados, servilletas con tejidos, manteles bordados, vestidos, jorongos, con el material llamado ocoxal elaboran canastas y figuras de animales.

- Villa de Allende: Prendas de vestir como faldas, rebozos, blusas, camisas, faldas de manta con bordados mazahuas, quexquémets, blusas y artesanías hechas con ocoxal como canastas.
- Villa Victoria: Bordados en lana con diseños Mazahuas, ceñidores tejidos en telares de cintura, prendas de vestir con bordados hechos con la técnica de punto de cruz.
- Temascaltepec: Artesanías hechas por la etnia
- Zinacantepec: Escobas y escobetas de raíz de zacatón, servilletas hechas a mano, deshilado, alfarería utilitaria e instrumentos musicales rústicos.
- Almoloya de Juárez: Instrumentos hechos por indígenas y pirotecnia.

## Conclusiones

Los servicios ecosistémicos de la CVB-A son de vital importancia para la zona metropolitana del valle de Toluca y de la Ciudad de México, ya que proporcionan agua potable a estos lugares, además de dar oxígeno, alimentos y belleza paisajística. Para poder conservar el ambiente y que estos servicios sigan proporcionando estos beneficios, hay que evitar que se siga degradando la cuenca, para ello es necesario comenzar a desarrollar proyectos como el que se aborda en este trabajo, que traten de remediar las problemáticas ambientales y sociales generadas por no aprovechar de manera sustentable los recursos.

Los componentes tanto biofísicos como socioculturales del territorio de la CVB-A poseen potencial para ser aprovechados en proyectos de desarrollo sustentable y turismo, siempre y cuando sean para beneficio de los oriundos del lugar y se tome en consideración los puntos de vista, opciones y permisos de los pobladores de las distintas zonas de la CVB-A, sin olvidar a los pueblos indígenas y a las personas en estado de pobreza.

El diseño de rutas y circuitos turísticos que plantea este trabajo pretende unir sitios de interés cultural y ambiental para atraer a turistas e impulsar el desarrollo local por medio de actividades que no dañen el entorno y

que impulsen el desarrollo local, como turismo de aventura y ecoturismo, respetando las tradiciones, el entorno sociocultural y ambiental, y de esta forma aprovechar los recursos naturales de forma sustentable.

Los resultados de esta investigación exponen las características biofísicas y socioculturales de la CVB-A mediante el análisis de sus componentes, la información brindada aportó los datos necesarios para poder conocer, elegir y ubicar adecuadamente sitios turísticos o con potencial turístico. Las características biofísicas se implementaron de la siguiente manera:

- *Relieve*: Conocer las elevaciones más altas de la CVB-A da la pauta para poder elegir actividades turísticas acordes a sus características, tales como rapel, escalada o campismo.
- *Clima, geología, altitud, tipos suelos y ecosistemas*: Esta información indica dónde hay determinado tipo de especies, lo cual es importante para este trabajo, ya que dentro de la cuenca existe una especie en particular que es visitada por los turistas, la cual es la mariposa monarca que se ubica en Piedra Herrada, municipio de Temascaltepec. Esta información revela el tipo de vestimenta y calzado que deben de usar los visitantes.
- *Hidrografía*: Expone los cuerpos de agua, como lo son las cuencas, ríos, caudales, entre otros, mismos que pueden ser aprovechados para la implementación de rutas y circuitos turísticos, respetando los reglamentos respecto al uso de estos cuerpos de agua dispuestos en los ordenamientos territoriales y ecológicos de la CVB-A.

En cuanto a los factores socioculturales, éstos se utilizaron de la siguiente manera:

- *Zonas rurales y urbanas*: Con esta información se pudo ubicar a los distintos poblados más vulnerables para beneficiarlos con las rutas y circuitos turísticos por medio de empleos relacionados con actividades turísticas o preservación del ambiente.
- *Infraestructura vial*: Gracias a esta información se pudo obtener las vías de acceso a los distintos municipios para visitar las rutas y circuitos.



- *Fiestas, artesanías, mitos y leyendas*: En el recorrido de las rutas y circuitos los turistas pueden acudir a las zonas donde se celebran determinadas fiestas patronales, así como comprar las artesanías características de cada municipio y ser atraídos por los lugares que están relacionados con mitos y leyendas.

El diseño de rutas y circuitos turísticos planteados será una estrategia de desarrollo sustentable, para que se cumpla con tal propósito se necesita una selección minuciosa de atractivos culturales y naturales, que además de ser estéticos cumplan con otros requerimientos tales como beneficiar al entorno natural, social, económico y cultural en el que conviven tanto los oriundos de la cuenca como los visitantes, sin olvidar a todas las demás especies de animales y plantas, para ello es necesario analizar cuidadosamente la caracterización de la Cuenca Valle Bravo-Amanalco.

## Bibliografía

- Bonfil, H., y Madrid, L. (2006). El pago por servicios ambientales en la Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo. *Gaceta ecológica*, (80), 63-79. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908005.pdf>
- Cerón Ordóñez, E. F., y Ceballos Chalapud, W. R. (2014). *Fortalecimiento de la identidad cultural e importancia de los mitos y leyendas a través de estrategias creativas*. Tesis de Licenciatura en Artes Visuales. Universidad de Nariño, Colombia. <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89922.pdf>
- CONANP (2018). *Programa de manejo. Área de protección de recursos naturales. Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malactepec, Tilostoc y Temascaltepec*. <https://www.conanp.gob.mx/programademanejo/PMValleBravo.pdf>
- CONEVAL (2020). Medición de la pobreza. *Glosario CONEVAL*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Que-es-la-medicion-multidimensional-de-la-pobreza.aspx>
- García, J. (2014). *Estimación de la pérdida de suelo en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco mediante percepción remota*, tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- IMTA (2012). *Plan estratégico para la recuperación ambiental de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo: Actualización*. <https://bit.ly/3liGueA>
- INEGI (2021). Densidad de Población. INEGI. <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/densidad.aspx?tema=P>

- INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020, Principales resultados por localidad (iter)*. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI (2016). *Número de terrenos y superficie total según tenencia de la tierra*. <https://bit.ly/3xmc4Su>
- INECC (2008). *Estudio de caso Cuenca Valle de Bravo*. [http://www.ine.gob.mx/dgipea/descargas/3\\_1\\_referente\\_econo.pdf](http://www.ine.gob.mx/dgipea/descargas/3_1_referente_econo.pdf)
- Secretaría de Ecología (2003). *Gaceta de Gobierno: programa de ordenamiento ecológico regional de la subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco*. <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2003/oct303.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente (2006). *Ordenamiento Ecológico Cuenca Valle de Bravo-Amanalco, modelo de Ordenamiento Ecológico*. <https://dgoia.edomex.gob.mx/sites/dgoia.edomex.gob.mx/files/files/POER%20VALLE%20DE%20BRAVO%20AMANALCO.pdf>

## Conclusiones

El devenir de los territorios está enmarcado históricamente por las profundas transformaciones económicas, políticas, sociales y culturales, así como por complejos desafíos y coyunturas ambientales que, a manera de encrucijada, se superponen en el espacio tiempo de las sociedades y su entorno, como saetas que se atraviesan entre sí y determinan la configuración actual de los ámbitos rural y urbano.

Estas transformaciones se han intensificado en el contexto de la globalización, enfrentando a los actores sociales, especialmente de los países en desarrollo, a profundas problemáticas como el aumento en los conflictos, violencia, inseguridad, pobreza, marginación, desempleo y precariedad laboral, la participación de la población en los procesos migratorios, los asentamientos humanos irregulares, la carencia de servicios públicos, de atención médica y centros educativos, la fragmentación social y la pérdida de identidad colectiva, entre otros.

Además, la humanidad enfrenta desafíos ambientales sin precedentes relacionados con la contaminación atmosférica, el debilitamiento de la capa superior de ozono y el incremento global de las temperaturas, la contaminación, la degradación y la erosión de suelos que incide en la pérdida de la capacidad productiva y la diversidad biológica, los cambios de uso de suelo y la pérdida de la cubierta forestal, la contaminación y la escasa cobertura de agua potable, la inadecuada disposición final de los residuos, el crecimiento desordenado de las zonas urbanas o la sobreexplotación de los recursos naturales.

Sin duda, estas problemáticas constituyen severas limitaciones para el impulso de la conservación de la naturaleza y del bienestar social, para lo cual es necesario participar en la delineación de marcos interpretativos y de solución, basados en el reconocimiento del valor primordial de la naturaleza en los procesos de desarrollo, así como en el papel protagónico que deben tener los actores locales en la definición de sus propias formas de organización para el acceso y control de los recursos, la participación social y corresponsabilidad de múltiples actores en la solución a los problemas ambientales, el fortalecimiento de las capacidades locales para la mitigación y adaptación al cambio climático, la puesta en marcha de alternativas productivas que contribuyan al adecuado aprovechamiento de los recursos, así como el desarrollo tecnológico para el uso eficiente de éstos.

Con la finalidad de contribuir a la discusión teórica, conceptual, metodológica y al abordaje empírico de algunos de estos tópicos, el libro tuvo como objetivo analizar la encrucijada ambiental actual en el devenir de los territorios, configurando un espacio de diálogo y reflexión de distintos académicos e investigadores sobre los desafíos ambientales, pero también sobre las oportunidades que existen para dar solución a las problemáticas vigentes.

Así, esta obra aborda diferentes temáticas como el metabolismo social y los sistemas complejos para la comprensión de la realidad actual, la capacidad de resiliencia frente a fenómenos y procesos adversos, la gobernanza y la participación sumada para la solución de conflictos, el cambio climático, la contaminación atmosférica y la gestión del agua.

De esta manera, se destacan los argumentos centrales de las contribuciones que refieren al metabolismo social y a las interrelaciones sociedad-naturaleza en los procesos metabólicos, donde Díaz Álvarez propone una aproximación termodinámica al sistema complejo urbano, para comprender las implicaciones ambientales que presentan las ciudades, asociadas con los flujos de materia, energía e información. Para ello, este autor plantea, desde el concepto de metabolismo urbano, que una ciudad de baja entropía puede contribuir al desarrollo regional sustentable mediante el impulso al crecimiento cero, la renovación y la consideración central de la naturaleza, la estabilización de la población, la racionalización del consumo y el aprovechamiento de los residuos desde la perspectiva del metabolismo circular.

Por su parte, Ramírez Ruano y Escandón Bojórquez presentan un modelo de gestión del hogar urbano desde el punto de vista del metabolismo social, que siguiendo las interacciones de los círculos concéntricos pretende disminuir la apropiación de energía del ambiente, minimizar las excreciones y la presión al medio natural, con alcances no sólo para el propio individuo, sino para la unidad familiar, la comunidad, el municipio y el Estado, favoreciendo así la autosostenibilidad urbana.

Del mismo modo, Farfán-Escalera, Pérez-Ramírez y Torres-Salazar retoman el metabolismo social para el análisis de diversos factores que inciden en la elaboración y pervivencia de la actividad alfarera de Metepec. Identifican que existen factores intangibles que, a lo largo del tiempo, han condicionado el uso de la materia y energía para el desarrollo de la actividad, así como la pervivencia de la alfarería a pesar de los constantes cambios socio-territoriales.

Por otro lado, desde la perspectiva del pensamiento complejo, que pretende avanzar en la comprensión de la realidad caracterizada por la existencia de múltiples, dinámicos e interrelacionados sistemas, Platas López y Carreto Bernal destacan su uso para el abordaje de grupos sociales desfavorecidos de América Latina, delineados por las contribuciones del pensamiento complejo de Morin, la epistemología constructivista genética de García y las llamadas ciencias de la complejidad. Sin embargo, reconocen que existen limitadas contribuciones que integren dichas vertientes para la investigación urbana y territorial, por lo cual plantean dos propuestas convergentes: el modelo teórico explicativo y la propuesta de diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo, que permitan a las comunidades anticiparse, hacer frente, resistir y recuperar el equilibrio desde un enfoque complejo.

Por su parte, Jiménez Jiménez, De Hoyos Martínez y Álvarez Vallejo retoman el enfoque de los sistemas complejos y la dinámica urbana como soporte para delinear el marco teórico-cognitivo que permita comprender las relaciones entre la movilidad de la población y los efectos que está generando la pandemia por el virus SARS-CoV-2. Reconocen que para disminuir la intensidad de la pandemia es necesario plantear soluciones multifactoriales y multidisciplinarias en los órdenes biológico, social, económico y político, aunque, sin duda, la reducción en la movilidad de las

personas propicia el descenso en el número de contagios. Por ello, destacan que el diseño urbano arquitectónico pospandemia deberá replantear la convivencia y contacto social sin poner en riesgo la salud de los individuos.

Con relación a la resiliencia como la capacidad de los socioecosistemas de adaptarse a una situación adversa o de estrés, y recuperar su forma, equilibrio y funcionalidad, Rodríguez Licea, Palma Ramírez y Tapia Rodríguez analizan la transformación territorial en la Región de los Volcanes, México, con el propósito de comprender su incidencia en la capacidad de resiliencia de los sistemas socioecológicos. Para ello, emplean los planteamientos de la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Identifican que los agroecosistemas más resilientes son los que presentan una menor vulnerabilidad y son más funcionales ante eventualidades no esperadas, en tanto que los que presentan una mayor vulnerabilidad requieren de la formulación e implementación de estrategias que incrementen la resiliencia a partir del conocimiento, aprendizaje y gestión participativa.

Asimismo, Reyes Olivares y Miranda Rosales reconocen que existen múltiples factores que inciden en la capacidad de resiliencia de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). En el caso del Parque Estatal “Isidro Fabela”, ubicado en los municipios de Atlacomulco, Jocotitlán y San Bartolo Morelos, en el Estado de México, identifican el cambio de uso de suelo, la deforestación, los incendios forestales, el cambio climático y los asentamientos humanos como factores que no sólo ponen en riesgo la resiliencia del ANP, sino que incrementan su vulnerabilidad y afectan los servicios ecosistémicos que genera.

Respecto a la gobernanza que refiere a la participación, diálogo, concertación y corresponsabilidad de los actores sociales para impulsar los procesos de desarrollo y hacer frente a los desafíos territoriales, Rubí Fernández y Gutiérrez Linares, la destacan como una importante herramienta para fortalecer los procesos de planificación y gestión del desarrollo, que implica la integración de diversos actores públicos, privados y sociales en la toma de decisiones mediante la creación de redes de actuación para la formulación de políticas y acciones orientadas a la resolución de problemas soportadas en la igualdad, confianza e interés común. En particular, reconocen que la visión de gobernanza permitirá fortalecer la planificación de la actividad

turística, a través de la descentralización, la democracia y la autonomía para el adecuado aprovechamiento recreativo de los recursos naturales y culturales, acorde a la realidad de cada territorio.

Por su parte Fuentes Osorio, Hinrichsen Prieto y Díaz Álvarez describen la experiencia de la instrumentación de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial en Colombia, que pretenden beneficiar a los territorios afectados por el conflicto armado entre el Estado colombiano y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia-Ejército del Pueblo (FARC-EP), las cuales enfrentan problemáticas sociales como la pobreza, presencia de economías ilícitas y debilidad institucional. Asimismo, reconocen que los adversos imaginarios hacia los ex combatientes, así como los complejos procesos para la titulación de la tierra y la burocracia, constituyen importantes limitaciones para la consolidación de los espacios territoriales. Sin embargo, destacan que el trabajo colaborativo de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina, mediante el desarrollo del Proyecto Ciudadelas de Paz, está contribuyendo a la generación de espacios de diálogo para la resolución de conflictos y la gestión, así como el fortalecimiento del tejido social en las comunidades de Tierra Grata y Ponedores.

En cuanto a la problemática ambiental asociada al cambio climático, Zarazua Rodríguez y Salgado Vega reflexionan sobre su vínculo con el crecimiento de las ciudades y el cambio climático como dinámicos espacios que desplazan y transforman el territorio, concentran a la población e intensifican sus actividades productivas y la movilidad de individuos y materiales, basada en el perpetuo consumo energético de combustibles fósiles, que propician la emisión de gases de efecto invernadero e inciden directamente en el aumento de la temperatura global. Frente a esta realidad, reconocen la necesidad de formular políticas públicas que favorezcan la adaptación climática.

A su vez, Goti Ayala, Roco Fuentes y Andrieu analizan la gestión del recurso hídrico en Argentina, Chile y Uruguay a partir de las dimensiones normativas, económicas, socioterritoriales y ambientales. Destacan las problemáticas que enfrenta la gestión del agua a partir de la realidad climática, el cambio de uso del suelo y el aumento de la demanda, que profundiza las desigualdades y tensiones territoriales, por lo que es preciso la reformula-

ción del marco regulatorio, pero sobre todo un cambio de concepción del valor del agua, no sólo en términos económicos, sino también en términos sociales y ambientales con una visión integral del territorio.

Por su lado, D'Angelo, Colistro y Clara Vera abordan la exposición a contaminantes atmosféricos, temperatura y contaminación sonora en ciclistas en Montevideo, Uruguay, mediante un análisis estadístico descriptivo de variables del entorno urbano: flujo vehicular, ancho y longitud de las calles, infraestructura ciclista, distancia a vías principales, pendiente del terreno, uso del suelo, espacios verdes, densidad de construcción y altura media de edificios, entre otros. Pretenden contribuir a la planificación del transporte activo proponiendo una zonificación y el trazado de infraestructura ciclista en rutas de menor exposición ambiental.

Finalmente, sobre las aportaciones empíricas que hacen hincapié en la importancia de los procesos de planificación para el desarrollo de los territorios, Colín Yaxi, Espinosa Rodríguez y Juan Pérez reconocen la importancia ambiental de los sistemas de barrancos en México para la generación de servicios ecosistémicos, presentan un estado del arte sobre los distintos enfoques para su estudio: características geológicas y geomorfológicas; inventarios de la riqueza florística; identificación y cuantificación de la fauna; así como los sistemas de barrancos ubicados en zonas urbanas. Señalan que su degradación ambiental es resultado del inadecuado manejo de los recursos naturales y de la presión demográfica, por lo que es necesario el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, el monitoreo permanente, así como promover la participación de la sociedad, y en especial de los actores locales, para la toma de decisiones que incidan en la conservación ambiental.

Por último, Reza Curiel, Gutiérrez Cedillo y Serrano Barquín plantean una caracterización social y ambiental de la CVB-A en el Estado de México, destacando los servicios ecosistémicos presentes en la zona de estudio, para el diseño de rutas y circuitos turísticos, que favorezcan la conservación y el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y culturales. Identifican que la cuenca aporta valiosos servicios ecosistémicos como agua potable, generación de oxígeno, alimentos y belleza paisajística, además de que posee potencial para el desarrollo del turismo de aventura y del ecoturismo como estrategia para impulsar el desarrollo sustentable de la región.



Si bien la encrucijada presenta complejos desafíos ambientales para el devenir de los territorios, también es posible reconocer coyunturas que existen para impulso del desarrollo sustentable, para lo cual es necesario superar la exclusiva dinamización utilitaria de los recursos para acumulación de capital, reconociendo la importancia de la naturaleza y de los actores locales en la definición de objetivos a largo plazo que conlleven a la conservación, el adecuado manejo y el mejoramiento en las condiciones de vida de la población en los territorios rurales y urbanos.



## Sobre los coordinadores

### **CARLOS ALBERTO PÉREZ RAMÍREZ**

Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor-Investigador en la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. Cuenta con el Reconocimiento Perfil Deseable PRODEP. Fue coordinador de investigación y titular del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Planeación Territorial. Actualmente es director editorial de *Quivera: Revista de Estudios Territoriales*. Su línea de investigación se orienta al desarrollo sustentable, estudios ambientales del turismo y áreas naturales protegidas.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8074-2391>

**GOOGLE SCHOLAR:** <https://scholar.google.com.mx/citations?user=S6WhImAAAAAJ&hl=es>

**RESEARCHGATE:** <https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Perez-Ramirez-3>

### **ISIDRO ROGEL FAJARDO**

Maestro en Estudios Urbanos y Regionales. Ha concluido el doctorado en Humanidades. Profesor-Investigador en la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México, donde se ha desempeñado como responsable del Departamento de Servicios al Estudiante, coordinador del Laboratorio de Geomática, coordinador de Docencia de la Licenciatura en Planeación Territorial, Subdirector Académico, y actualmente es director del mismo (2021-2025). Realizó una estancia de investigación en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Participa como evaluador nacional de ANPADEH y el CACEB. Su línea de investigación se enfoca en la planeación y política ambiental-territorial.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6370-2179>

**RESEARCHGATE:** <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Isidro-Rogel-Fajardo-2126413326>

*La encrucijada ambiental.*

*Enfoques y experiencias en el devenir de los territorios*, de Carlos Alberto Pérez Ramírez e Isidro Rogel Fajardo (coords.), publicado por la Universidad Autónoma del Estado de México y Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., se terminó de imprimir el 23 de agosto de 2023 en los talleres de Litográfica Ingramex S.A. de C.V., Centeno 162-1, Granjas Esmeralda, 09810, Ciudad de México. El tiraje fue de 300 ejemplares impresos y en versión digital en los formatos PDF, EPUB y HTML. Patricia Vega Villavicencio, coordinación editorial. Lourdes Gómez Zamora, análisis e interpretación del sistema de plagio. Juan Manuel García Guerrero e Iván Pérez González, revisión ortotipográfica.

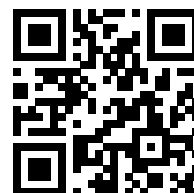
La compleja situación ambiental actual se revela como una encrucijada que sitúa al ser humano en el centro de profundos problemas que amenazan la calidad del entorno y la propia continuidad de su forma de vida. Al mismo tiempo le coloca frente a oportunidades excepcionales para compensar la intensidad de los impactos que provocan los procesos antrópicos, así como para fundamentar alternativas de desarrollo que favorezcan tanto la conservación ambiental como el bienestar social. Por lo anterior, la presente obra tiene como objetivo analizar la encrucijada ambiental actual en el devenir de los territorios, conformando un espacio de confluencia, colaboración e intercambio de experiencias y conocimientos, para abordar los desafíos ambientales y las coyunturas actuales.



Dimensions



Google Scholar



DOI.ORG/10.52501/CC.120



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Secretaría de Investigación  
y Estudios Avanzados



COMUNICACIÓN  
CIENTÍFICA PUBLICACIONES  
ARBITRADAS  
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

[www.comunicacion-cientifica.com](http://www.comunicacion-cientifica.com)

ISBN 978-607-633-659-5 UAEMEX

ISBN 978-607-59749-7-2 ECC

ISBN: 978-607-633-659-5



9 786076 336595