

# LetrasVerdes | 30

REVISTA LATINOAMERICANA DE ESTUDIOS SOCIOAMBIENTALES

Ambiente y epidemiología



FLACSO  
ECUADOR

Periodo septiembre de 2021 - febrero de 2022,  
e-ISSN 1390-6631

# LetrasVerdes

REVISTA LATINOAMERICANA DE ESTUDIOS SOCIOAMBIENTALES

N.º 30 septiembre 2021-febrero 2022  
e-ISSN 1390-6631  
<https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes>  
Quito, Ecuador



**FLACSO**  
ECUADOR

*Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* N.º 30,  
periodo septiembre 2021 - febrero 2022, e-ISSN 1390-6631

#### **Editores Jefe**

Dr. Teodoro Bustamante, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

#### **Editor Asociado**

MSc. Liosday Landaburo Sánchez, Universidad de Salamanca, España

#### **Consejo editorial**

Ph.D. Eduardo Bedoya, Pontificia Universidad Católica del Perú

Dr. Guillermo Castro, Fundación Ciudad del Saber, Panamá

Dr. Wilson Picado Umaña, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica

#### **Comité científico**

Dr. Arturo Argueta, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Nicolás Cuví, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Dra. Ivette Vallejo, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

#### **Edición de estilo**

Alas Letras

#### **Portada**

Título: Ice crystals on a thistle in Hausdülmen, Dülmen, North Rhine-Westphalia, Germany

Autor: Dietmar Rabich

Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0

#### **Diagramación**

Departamento de diseño - FLACSO, sede Ecuador

#### **Letras Verdes está incluida en los siguientes índices, bases de datos y catálogos:**

- SciELO Ecuador. Biblioteca electrónica.
- ASI, Advanced Sciences Index. Base de datos.
- BIBLAT, Bibliografía Latinoamericana en revistas de investigación científica y social. Portal especializado en revistas científicas y académicas.
- CLASE, Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades. Base de datos bibliográfica.
- DIALNET, Universidad de La Rioja. Plataforma de recursos y servicios documentales. Directorio LATINDEX, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
- DOAJ, Directory of Open Access Journals. Directorio.
- EBSCOhost Online Research Databases. Base de datos de investigación.
- Emerging Sources Citation Index (ESCI). Master Journal List de Thomson Reuters. Índice de referencias.
- ERIH PLUS, European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences. Índice de referencias.
- FLACSO-ANDES, Centro digital de vanguardia para la investigación en ciencias sociales - Región Andina y América Latina -FLACSO, Ecuador. Plataforma y repositorio.
- Google académico. Buscador especializado en documentación académica y científica. INFOBASE INDEX. Base de datos.
- Journal TOCS. Base de datos.
- MIAR (Matriz de Información para el Análisis de Revistas). Base de datos.
- REDIB. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico. Plataforma.

*Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* es un espacio abierto a diferentes formas de pensar. Las opiniones vertidas en los artículos son de responsabilidad de sus autores.

© De la presente edición:

#### **FLACSO, Sede Ecuador**

La Pradera E7-174 y Diego de Almagro

Quito, Ecuador

Telf.: (593-2) 294 6800 ext.3673

[www.flacsoandes.edu.ec/revistas/letrasverdes](http://www.flacsoandes.edu.ec/revistas/letrasverdes)

## Contenido

### DOSSIER

---

- Las características del espacio urbano como factores de exposición al COVID-19 en Ciudad de México** . . . . . 9-32  
Francisco de Aguinaga-Padilla, Héctor-Emanuel León-Rojas  
y Andrés-Emiliano Sierra-Martínez
- La aplicación de la biotecnología en el diagnóstico de enfermedades de importancia en salud pública en México** . . . . . 33-50  
Sonia-Mirén Martínez-González y María-Concepción Martínez-Rodríguez
- El Atlántico, los inmigrantes y la transnacionalización de la enfermedad. Una nueva mirada sobre la epidemia de fiebre amarilla en Buenos Aires (1870-1871)** . . . . . 51-64  
Nicolás-Fernán Rey

### MISCELÁNEA

---

- Potencial social y ambiental de la industria eólica para una transición energética en América Latina** . . . . . 66-85  
Rubén-Manuel Zepeda-Cancino y Verónica Vázquez-García
- Las potencialidades bioenergéticas del Arundo donax L. en Argentina** . . . . . 86-104  
Ada Graciela Nogar, Luis Damián Rodríguez, Carlos-Vicente Bongiorno  
y Estela-Mercedes Santalla
- Regulaciones, políticas y conflictos por agroquímicos en Salta, Argentina** . . . . . 105-125  
Mariana-Andrea Schmidt



<b>Cabo Pulmo y el Uróboro: un caso multiescalar de perspectivas socioambientales</b> . . . . .	126-142
Sebastian Torres-Alvarez	
<b>Condiciones de exposición y sensibilidad de la comunidad La Barra frente a los fenómenos meteorológicos extremos</b> . . . . .	143-162
Luz-Carina Durán-Solarte y Ángel-Andrés Aguilar-González	
<b>Ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos: estudio de caso en Temascalapa, México</b> . . . . .	163-184
Oscar Adán Castillo-Oropeza y Edgar Delgado-Hernández	
<b>Imaginarios urbanos en áreas protegidas de la ciudad de Mar del Plata, Argentina</b> . . . . .	185-204
María-Belén Loyza y Ignacio-Mariano Azcue-Vigil	
<b>Política editorial</b> . . . . .	205-206

## Content

### DOSSIER

---

- The Characteristics of Urban space as Factors of Exposure to COVID-19 in Mexico City** ..... 9-32  
Francisco de Aguinaga-Padilla, Héctor-Emanuel León-Rojas and Andrés-Emiliano Sierra-Martínez
- The Application of Biotechnology in the Diagnosis of Diseases of Public Health Importance in Mexico** ..... 33-50  
Sonia-Mirén Martínez-González and María-Concepción Martínez-Rodríguez
- The Atlantic Ocean, the Immigrants and the Transoceanic Exchange of the Yellow Fever. A New Perspective about the 19th Century Epidemic in Buenos Aires (1870-1871)** ..... 51-64  
Nicolás-Fernán Rey

### MISCELLANEOUS

---

- Wind Industry and Energetic Transition. Potential For Latin America** ..... 66-85  
Rubén-Manuel Zepeda-Cancino and Verónica Vázquez-García
- Study of the Bioenergetic Potentials of the Giant Reed in Argentina** ..... 86-104  
Ada Graciela Nogar, Luis Damián Rodríguez, Carlos-Vicente Bongiorno and Estela-Mercedes Santalla
- Regulations, Policies and Conflicts Due to Agrochemicals in Salta, Argentina** ..... 105-125  
Mariana-Andrea Schmidt

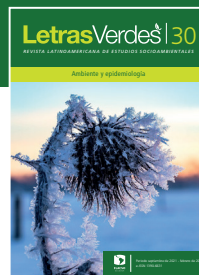
<b>Cabo Pulmo and the Uróboro. A Multiscale Case of Socio-Environmental Perspectives</b> . . . . .	126-142
Sebastian Torres-Alvarez	
<b>Exposure Conditions and Sensibility of the La Barra Community Face to Extreme Meteorological Phenomena</b> . . . . .	143-162
Luz-Carina Durán-Solarte and Ángel-Andrés Aguilar-González	
<b>Political Ecology of Suffering from Radioactive Waste: Case Study in Temascalapa, Mexico</b> . . . . .	163-184
Oscar Adán Castillo-Oropeza and Edgar Delgado-Hernández	
<b>Urban Imaginaries in Mar del Plata's Protected Areas, Argentina</b> . . . . .	185-204
María-Belén Loyza and Ignacio-Mariano Azcue-Vigil	
<b>Política editorial</b> . . . . .	205-206








Dossier





## Las características del espacio urbano como factores de exposición al COVID-19 en Ciudad de México

### The Characteristics of Urban space as Factors of Exposure to COVID-19 in Mexico City

-  Francisco de Aguinaga-Padilla, Centro de Estudios Demográficos Urbanos y Ambientales, El Colegio de México, fdeaguinaga@colmex.mx, orcid.org/0000-0002-2397-8779
-  Héctor-Emanuel León-Rojas, Centro de Estudios Demográficos Urbanos y Ambientales, El Colegio de México, heleon@colmex.mx, orcid.org/0000-0001-6667-5295
-  Andrés-Emiliano Sierra-Martínez, Department of Sociological Studies, The University of Sheffield, aesiermartinez1@sheffield.ac.uk, orcid.org/0000-0001-9845-418X

Recibido: 23 de mayo de 2021  
 Aceptado: 29 de agosto de 2021  
 Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

El artículo muestra la interacción entre las desigualdades socioespaciales acumuladas históricamente y la dinámica espacial del riesgo de contagio de COVID-19 en Ciudad de México. El objetivo es analizar la relación en el espacio urbano entre la localización de algunos factores de exposición al virus, identificados en la bibliografía especializada (vinculados con el transporte, la vivienda y el empleo) y la dinámica espacial de los contagios. Con métodos de análisis espacial, se vinculan conceptos de la ecología política y la teoría de la construcción social del riesgo. Se concluye que las condiciones de habitabilidad, el tiempo de traslado en medios de transporte colectivo y los niveles de desarrollo social son factores que determinan el comportamiento espacial de los contagios. Las periferias urbanas marginadas constituyen sitios desfavorecidos, en cuanto a las condiciones de exposición.

**Palabras clave:** análisis espacial; COVID-19; desigualdad; ecología política urbana; espacio urbano; riesgo

#### Abstract

The article shows the interaction between historically accumulated socio-spatial inequalities and the spatial dynamic of the risk of contagion of COVID-19 in Mexico City. The objective is to analyze the urban spatial relationship between the location of exposure factors to the virus, identified through literature review (associated with transport, living and employment), and the spatial dynamic of contagion. By using spatial analysis methods and techniques, concepts from political ecology and the theory of social construction of risk are connected. It is concluded that the conditions of habitability, the commuting time in public transportation and the levels of social development are determining factors of the spatial behaviour of contagion. Due to conditions of exposure, marginalized urban peripheries become disadvantaged places.

**Keywords:** COVID-19; inequality; risk; spatial analysis; urban political ecology; urban space



## Introducción

Diversos estudios tratan los factores que influyen en la dinámica espacial de contagios y fallecimientos por COVID-19 en diferentes escalas. Por un lado, se ha señalado que factores como las comorbilidades y la edad influyen en el riesgo de hospitalización y muerte (Plasencia-Urizarri et al. 2020). Por otro, se indaga en factores socioeconómicos, políticos y de infraestructura que determinan la vulnerabilidad de una población (Santos Cartaxo et al. 2021), y en el papel de los factores ambientales en la distribución espacial de los contagios (Gutiérrez-Hernández y García 2020; Olcina, Biener y Martí Talavera 2020).

En Latinoamérica, los estudios generalmente han tomado al municipio como unidad de análisis, y generado resultados para la escala regional o nacional (Suárez Lastra et al. 2020; Gomes et al. 2020; Cavalcante, Castro-Silva y Ramalho de Farias 2020). Sin embargo, pocas investigaciones estudian los factores asociados con el espacio urbano que determinan el riesgo por la exposición al contagio de COVID-19 y su distribución en una escala menor a la municipal. Atendiendo dicha cuestión, este artículo se plantea las siguientes preguntas: ¿cómo se distribuyen los factores de exposición al contagio asociados con el espacio urbano? y ¿qué papel desempeñan esos factores en la distribución socioespacial del riesgo ante la pandemia? Trabajando con el caso de la Ciudad de México (CDMX), se realizó un análisis espacial que permitió explorar la localización, la interacción y la aglomeración espacial de variables que operacionalizan factores de riesgo, definidos tras una revisión de literatura especializada.

## Estado de la cuestión y antecedentes

Este artículo identifica antecedentes conceptuales y de estudios empíricos sobre el riesgo de contagio de COVID-19 en las ciudades. La revisión conceptual permite establecer una relación entre los postulados de la ecología política urbana y la teoría de la construcción social del riesgo. La problematización analítica da paso a la delimitación de factores de exposición, como elemento del riesgo, en las características de empleo, transporte y vivienda, y a una revisión de investigaciones sobre el papel de estos factores en la pandemia.

## Ecología política, desigualdad y construcción social del riesgo

Conceptos como territorio y ambiente forman parte de investigaciones de epidemiología social (Honjo 2004; Kearns y Moon 2002; Pina et al. 2010) y ecología política de la salud (Harper 2004; King 2010) que analizan el comportamiento espacial de las enfermedades. Desde la ecología política de la salud, algunos estudios consideran el

papel del “paisaje socio-natural”, espacio configurado por la influencia recíproca de elementos históricos, culturales y ambientales, en la emergencia y la propagación de enfermedades (Connolly, Kei, y Ali 2020). Esa perspectiva analiza cómo espacios específicos influyen en experiencias desiguales de la salud (Connolly, Kotsila y D’Alisa 2017).

En la conformación histórica de la ciudad como espacio y paisaje socio-natural, se manifiestan asimetrías de poder que determinan características de la vida cotidiana que influyen en la exposición a enfermedades (Mulligan, Elliot y Schuster-Wallace 2012; Lambin et al. 2010). Ello se observa en la construcción discursiva y práctica de paisajes de la salud (Connolly 2017), la percepción local de riesgos por los habitantes de barrios expuestos (Auyero y Swistun 2008), la desigualdad en los riesgos por actividades cotidianas (Parizeau 2015), y el papel de las transformaciones políticas en dicha desigualdad (Kaup 2018).

El marco de la ecología política permite problematizar y analizar las consecuencias de desigualdades estructurales observables en el espacio y paisaje socio-natural de la ciudad, manifiestas en experiencias diferenciadas de la salud y la enfermedad. Ahora bien, la teoría de la construcción social del riesgo representa un complemento útil a esta perspectiva, pues analiza al riesgo como resultado y proceso sociohistórico. Algunos trabajos enmarcados en ella se realizan bajo el supuesto de que hay un sesgo cultural que influye en nuestra percepción del riesgo (Gomez-Luna 2020; González et al. 2021; Molero et al. 2020; Muñoz y Corduneanu 2020; Pell et al. 2021), mientras que otros analizan el riesgo como consecuencia de condiciones objetivas vinculadas con decisiones (Lavell et al. 2020).

Desde la propuesta de la construcción social del riesgo por condiciones objetivas, se distinguen tres tipos de riesgo relacionados con el SARS-CoV-2: que se convierta en enfermedad (en el cual se concentra este trabajo); que colapsen los sistemas de salud y funerarios, y que se paralicen las actividades económicas. A su vez, hay tres elementos que configuran los grados de riesgo: la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición (Lavell et al. 2020).

La presente investigación se enfoca en la exposición, que consiste en el contacto con el agente infeccioso, y se relaciona con contextos sociales y comportamientos humanos. Las hipótesis de trabajo sobre la relación entre la exposición y el riesgo de contraer COVID-19 sugeridas por Lavell et al. (2020) son las siguientes:

- La exposición se modifica por la organización del espacio urbano y el territorio, particularmente en las condiciones que generan proximidad física entre personas, como la densidad y el transporte.
- La exposición depende de la capacidad gubernamental para imponer estrategias (confinamiento, higiene, etc.) para reducirla, así como de la capacidad y la voluntad de la población para acatarlas.
- Los patrones culturales de comportamiento determinan la exposición.

Se exploran las dos primeras hipótesis, estudiando las condiciones de empleo, transporte y vivienda como factores de exposición. Esto porque dichas condiciones se relacionan con el transcurrir de la vida cotidiana en las ciudades, y se tornan relevantes ante una emergencia que modifica la cotidianeidad. Diversos trabajos (que se indican más adelante) han analizado el papel de estos tres factores ante las consecuencias de la COVID-19. Establecerlos como factores de exposición permite operacionalizar el papel que juegan las características históricamente construidas del espacio y paisaje socio-natural urbano en la distribución socioespacial del riesgo. De esa manera, se analizará cómo las características del espacio urbano se tornan factores de exposición con implicaciones en la distribución desigual del riesgo, valorando su relación con la dinámica socioespacial de los contagios.

## Factores de exposición y COVID-19

### Empleo

La relación entre la COVID-19 y el empleo se ha estudiado en las consecuencias diferenciadas de la pandemia sobre el desempleo y la calidad del trabajo (Weller 2020). Además, se ha destacado el papel del empleo para la recuperación postpandemia (Argyriades 2020), y se ha analizado qué tipo de ocupaciones tienen más posibilidades de trabajar desde casa para reducir la exposición (Dingel y Neiman 2020; Redmond y McGuinness 2020). Se identificó así que las personas menos privilegiadas generalmente tienen empleos que no pueden realizarse desde casa (Monroy-Gómez 2020).

Se ha estudiado también el riesgo ocupacional, como la probabilidad de lesión o enfermedad por las características del lugar de trabajo, observando el riesgo de hospitalización o muerte según grupos ocupacionales (Billingsley et al. 2020; Chen et al. 2020; Mutambudzi et al. 2021), los factores que contribuyen al contagio en los lugares de trabajo (Leso, Fontana y Iavicoli 2021), y las ocupaciones con mayor riesgo de infección (Chen et al. 2020; Koh 2020; Magnusson et al. 2020; Pouliakas y Branka 2020; Zhang 2021). Sobre México, Monroy-Gómez (2020) asevera que los sectores de agricultura, construcción y manufactura agrupan ocupaciones con menos posibilidades de trabajar desde casa. Además, por decreto público (DOF 2020), los “trabajadores esenciales” no interrumpieron sus actividades, por lo que tienen mayor exposición. Las personas que trabajan en el sector informal se exponen al no poder suspender sus actividades por mucho tiempo o trabajar desde casa (Saltiel 2020).

## Transporte

Se han estudiado las variaciones en los grados de exposición según el medio de transporte (Muley et al. 2021; Pawar et al. 2020), así como el papel de las políticas de gestión del transporte y de la planeación urbana. Rojas-Rueda y Morales-Zamora (2021) evalúan las medidas de movilidad implementadas para mitigar los contagios en distintas ciudades. Shokouhyar et al. (2021) identifican que los mayores retos para mitigar la COVID-19 en el transporte colectivo radican en la planeación: el tiempo de traslado es el factor de contagio más importante.

El Gobierno mexicano estableció una guía de movilidad emergente y evaluó el sistema de movilidad (SEDATU et al. 2020a; SEDATU et al. 2020b). Con base en el trabajo de Ramírez Varela et al. (2020) esta evaluación identifica cinco aspectos de riesgo por el uso del transporte público en la pandemia: el comportamiento de usuarios y personal del transporte (toser y hablar); la concentración de partículas en el aire según la ventilación en las unidades; el tiempo de traslado (mientras más largo el viaje, mayor riesgo); la necesidad de distanciamiento físico, y la necesidad de desinfectar superficies.

## Vivienda

Se ha identificado que el hacinamiento, las condiciones constructivas y el promedio de ocupantes por vivienda aumentan el riesgo de contagio de COVID-19, al dificultar requerimientos de distancia y ventilación (Morawska y Cao 2020; Ortega et al. 2020; Módenes, Marcos y García 2020); López et al., 2021). Para medir el riesgo de contagio, la concentración poblacional es más significativa en las escalas barrial y de vivienda que en escalas mayores como la ciudad (Bhardwaj et al. 2020). El número y el promedio de ocupantes por vivienda se asocia positivamente al contagio con mayor fuerza que la densidad en las colonias (Maroko, Nash y Pavilonis 2020).

El hacinamiento y la pobreza son realidades correlacionadas a enfermedades respiratorias infecciosas como la COVID-19 (Alves Cardoso et al. 2004; De Figueiredo et al. 2020; Chen y Krieger 2021). Ziccardi y Figueroa (2021) señalan que las condiciones de habitabilidad (referentes a hacinamiento, materiales constructivos, equipamientos e infraestructura de las viviendas) se relacionan con las capacidades de seguir medidas de confinamiento e higiene.

La revisión de textos especializados permite identificar una relación entre las características del espacio urbano y el comportamiento de la pandemia, vinculada a los factores de exposición señalados. Para profundizar en esta relación en Ciudad de México, se realizó un análisis espacial de variables relevantes que operacionalicen dichos factores.



## Materiales y métodos

Los estudios sobre el papel de las variables ambientales, geográficas y sociales en las consecuencias de la pandemia han incorporado métodos de análisis espacial y minería de datos (Franch-Pardo et al. 2020; Gutiérrez-Hernández y García 2020), con algunos resultados para el contexto latinoamericano (Cavalcante, Castro-Silva y Ramalho de Farias 2020; Suárez et al. 2020). El presente trabajo se enfoca en la escala intraurbana, para explorar la localización de variables que operacionalicen los factores de exposición. Los datos sobre la COVID-19 en México presentan diferencias importantes en los registros y la desagregación de información según características político-administrativas y estrategias de las entidades federativas (Sánchez-Talanger et al. 2021). Por ello, el análisis se concentra en la Ciudad de México, y no contempla otros municipios que forman parte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Hay distintas escalas para el análisis intraurbano. Ante la heterogeneidad espacial y el número reducido de alcaldías<sup>1</sup> en la Ciudad de México, se utiliza la escala “distrito”. Esta fue empleada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la Encuesta Origen Destino en Hogares de la ZMVM (EOD) y concentra un conjunto de Áreas Geoestadísticas Básicas,<sup>2</sup> buscando la homogeneidad poblacional (INEGI 2017), lo que facilita la comparación de las variables.

### VARIABLES UTILIZADAS

Se utilizaron diferentes variables para operacionalizar los tres factores de exposición (tabla 1). Con excepción de la EOD, la información original se encuentra a una escala menor al distrito. Para homologar la información en esta escala, se realizó una agregación de datos o se construyó una nueva variable con la información disponible.

Las variables asociadas con el factor empleo son el personal ocupado y las unidades económicas en actividades esenciales catalogadas por el INEGI ante la pandemia. Estas variables sugieren dónde se localiza el personal expuesto al trabajar. Para el factor transporte, se parte de la EOD, y se genera la variable de porcentaje de viajes no seguros (VNS), que se categorizaron según la posibilidad de mantener la distancia y la ventilación recomendada (Musselwhite et al. 2020; Ramírez Varela et al. 2020) en traslados<sup>3</sup> por motivos de trabajo, compras y convivencia. Se contabiliza el promedio de vehículos por vivienda y se calcula el tiempo promedio de traslado en VNS, excluyendo los menores a 15 minutos, por

1 Las alcaldías son la unidad político-administrativa de Ciudad de México, equivalente al municipio en otras entidades del país.

2 Área Geoestadística Básica del INEGI para la desagregación de datos a escala local. Se utiliza como la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional en México.

3 Para lidiar con la multimodalidad, se ha trabajado con cada trayecto en un viaje individual.

Tabla 1. Variables y fuentes de información

Factores	Variable	Escala original	Fuente	Fecha
Empleo	1. Personal ocupado en actividades esenciales	Punto	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), INEGI	2020
	2. Unidades económicas esenciales			
Vivienda	1. Promedio de ocupantes por vivienda	AGEB	Censo de Población y Vivienda, INEGI	2020
	2. Promedio de ocupantes por cuarto (hacinamiento)			
	3. Densidad de población			
Transporte	1. Porcentaje de viajes no seguros	Distrito	EOD, INEGI	2017
	2. Duración promedio de viajes no seguros			
	3. Promedio de vehículos por vivienda			
Desarrollo social	1. Índice de Desarrollo Social	AGEB	EVALÚA CDMX	2010
Contagios	1. Tasa de contagio por COVID-19	Colonia	Gobierno de la CDMX	Semana A: 19 al 26 de julio de 2020
				Semana B: 18 al 24 de enero de 2021
				Semana C: 15 al 21 de marzo de 2021

Fuente: elaboración propia.

no representar un riesgo de contagio alto (CDC 2021). Para el factor vivienda, se utiliza el promedio de ocupantes por vivienda y cuarto (índice de hacinamiento). Se incluye también la densidad de población para comparar su papel con dichas variables. Adicionalmente, se incorporan datos del Índice de Desarrollo Social (IDS), calculado por el Consejo de Evaluación para el Desarrollo Social de la Ciudad de México (EVALÚA CDMX 2010), como variable que agrupa distintos elementos transversales relacionados con la exposición y el riesgo. Esta variable incorpora las siguientes dimensiones: calidad y espacio en la vivienda; acceso a electricidad; bienes durables; adecuación sanitaria; seguridad social y rezago educativo (GOCDMX 2016).

Para observar la transmisión del virus, se calcularon tasas de contagios por cada 100 000 habitantes. Aunque existe el conteo acumulado por municipio, este trabajo observa su localización por distrito. Para ello, se parte del registro semanal de casos activos por colonia del Gobierno de la CDMX. Se observan tres semanas, registrando el máximo de casos activos para tener una imagen comparativa de las concentraciones espaciales en distintos momentos. Estas semanas son: del 19 al 26 de julio de 2020 (semana A), del 18 al 24 de enero de 2021 (semana B) y del 15 al 21 de marzo de 2021 (semana C).

## Métodos

Se utilizan métodos de análisis espacial para identificar patrones de distribución de las variables y sitios relevantes sobre los que pueden sugerirse hipótesis provisionales. Inicialmente, se realizó un análisis exploratorio utilizando mapas temáticos con el método de rompimientos naturales, que clasifica los datos según diferencias considerables en su distribución (Smith et al. 2018). Luego se realizaron análisis de autocorrelación espacial para determinar y localizar la presencia de aglomeraciones utilizando el programa GeoDa. Estos análisis fueron tanto univariados como bivariados.<sup>4</sup>

El análisis de autocorrelación espacial global señala patrones de aglomeraciones de valores similares, partiendo del Índice Global de Moran (IGM) (Anselin 1996). Se calculó la significancia asociada al IGM (valores z) para realizar inferencias sobre la existencia de aglomeraciones y descartar la hipótesis de aleatoriedad espacial. Después se analizaron los indicadores locales de asociación espacial (LISA), para identificar sitios con aglomeraciones significativas y los patrones de su localización como manifestación de estructuras y desigualdades espaciales (Anselin, 1995). Las aglomeraciones se clasificaron como Alto-Alto, Bajo-Bajo, Alto-Bajo y Bajo-Alto, según la interacción de valores similares de un distrito y sus vecinos para la misma variable (análisis univariado), o de un distrito con una variable y sus vecinos con otra variable (análisis bivariado).

El análisis de autocorrelación espacial distingue observaciones según su posición con respecto a la media de su distribución estandarizada, y según se ubiquen en los cuadrantes de un plano cartesiano compuesto por valores estandarizados de una variable (eje x) y valores de la misma u otra variable en sus vecinos (eje y). La identificación de conglomerados sugiere la existencia de similitudes y estructuras en el espacio, y no necesariamente la concentración de los valores más altos o bajos para dicha variable en toda la distribución. Se hizo una selección de variables para su exploración detallada partiendo de la revisión de literatura, complementada con la consideración de las significancias del análisis bivariado en la semana B, el momento con el mayor número de casos activos hasta mayo de 2021.

## Análisis y resultados

Los resultados del análisis de autocorrelación espacial univariado indican que los factores de exposición tienden a la formación de aglomeraciones con valores parecidos (tabla 2), ya que en todos los casos el indicador fue positivo. Las variables tuvieron una significancia del 99 %, con excepción de las unidades económicas de actividades esenciales, con 95 %. Por tanto, la hipótesis de aleatoriedad espacial se rechaza.

<sup>4</sup> El distrito del Aeropuerto Internacional de Ciudad de México no presenta valores sobre viviendas.

Tabla 2. Indicadores de autocorrelación espacial global univariada y bivariada

Variable			Con tasa máxima de contagios semana A (julio de 2020)		Con tasa máxima de contagios semana B (enero de 2021)		Con tasa máxima de contagios semana C (marzo de 2021)	
	IGM univariado	valor z	IGM bivariado	valor z	IGM bivariado	valor z	IGM bivariado	valor z
Promedio de vehículos por vivienda	0,298	3,9467 ***	-0,040	-0,7146	-0,097	-1,6627 *	-0,108	-1,8652 *
Porcentaje de VNS (origen)	0,451	5,831 ***	0,048	0,8596	0,171	2,807 ***	0,162	2,725 ***
Promedio de minutos en VNS (origen)	0,452	5,8354 ***	0,229	3,9915 ***	0,208	3,6625 ***	0,217	3,817 ***
Densidad de población	0,42	5,4773 ***	-0,387	-6,2553 ***	-0,192	-3,2318 ***	-0,215	-3,4737 ***
Promedio de ocupantes por vivienda	0,708	8,8432 ***	0,205	3,3881 ***	0,255	3,9937 ***	0,186	3,0542 ***
Promedio de ocupantes por cuarto	0,558	7,3397 ***	0,179	2,9633 ***	0,207	3,2196 ***	0,191	3,1069 ***
Índice de Desarrollo Social (IDS)	0,634	8,2888 ***	0,040	0,7503	-0,116	-2,073 **	-0,092	-15,761
Población ocupada en actividades esenciales	0,464	6,0763 ***	0,149	2,4679 **	0,003	0,0761	0,103	1,9118 *
Unidades económicas de actividades esenciales	0,161	2,2874 **	-0,244	-4,0102 ***	-0,205	-3,1969 ***	-0,203	-3,289 ***
Tasa máxima de contagios en semana A (julio de 2020)	0,345	4,6324 ***						
Tasa máxima de contagios en semana B (enero de 2021)	0,285	3,7532 ***						
Tasa máxima de contagios en semana C (marzo de 2021)	0,314	4,093 ***						

Fuente: elaboración propia.

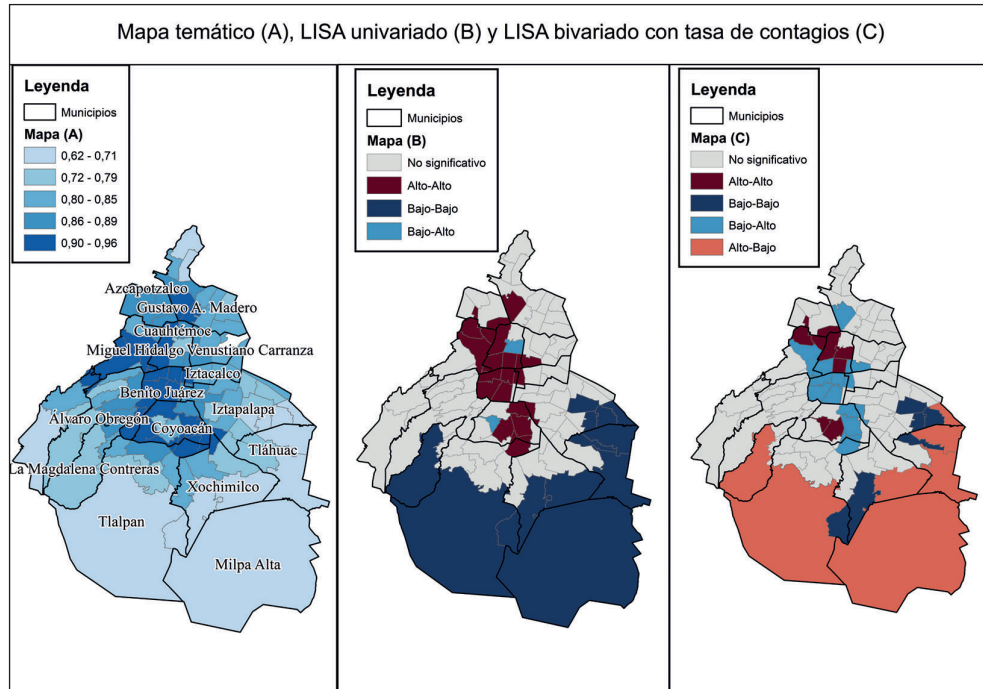
El análisis de autocorrelación espacial bivariado (tabla 2) da cuenta de características espaciales que rodean a los distritos con altas o bajas tasas de contagio en distintos momentos de la pandemia. Los resultados sugieren que hay factores socioespaciales que podrían influir en la distribución de los contagios. En los distritos vecinos donde hay tasas de contagio relativamente altas se concentran también valores altos del porcentaje de VNS y su duración. Hay aglomeraciones de valores disimilares entre

tasas de contagio y densidad de población para distritos vecinos, pero, en la escala de la vivienda, los valores altos o bajos de tasas de contagio se agrupan con valores similares de hacinamiento y promedio de ocupantes. En relación con el empleo, hay más variabilidad, pero en la semana B se observa la aglomeración de valores disimilares de tasas de contagio y población ocupada en actividades esenciales. La aglomeración de valores distintos se repite para las tasas de contagio en un distrito y el valor del IDS en sus vecinos. Se constata que analizar la semana B con mayor detenimiento ofrece la ventaja de que una mayor cantidad de variables muestra significancia mayor al 95 %.

### Exploración del IDS

El mapeo del IDS permite observar las desiguales condiciones de vida en la Ciudad de México. Este indicador capta de manera general variables relacionadas con la exposición, como las condiciones de habitabilidad, e integra un “proxy” de las condiciones de empleo, pues incorpora el acceso a seguridad social, vinculado con el empleo informal y, por tanto, con las posibilidades de atender el confinamiento. El análisis del mapa 1 indica que hay una distribución espacial “centro-periferia” y “oriente-poniente”. Los hogares con valores más altos se concentran en zonas cen-

Mapa 1. Índice de Desarrollo Social (2010)



Fuente: elaboración propia.



trales de la ciudad, en particular en las alcaldías Benito Juárez, algunas zonas de Coyoacán, en el poniente de Cuauhtémoc y de Miguel Hidalgo (al poniente de la urbe). Del mapa LISA univariado destaca que, en alcaldías del suroriente de la ciudad como Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco y Tláhuac, hay una aglomeración de distritos con bajo IDS.

Al explorar la correlación entre IDS y tasas de contagio en la semana B (mapa LISA bivariado en el mapa 1), se observa que, en el suroriente, se concentran distritos con altas tasas de contagio, rodeados por distritos con bajos valores del IDS. Destaca que todos los distritos de Benito Juárez y un distrito de Cuauhtémoc, donde se localizan colonias con niveles de ingreso alto como Roma, Condesa y Juárez, tienen bajas tasas de contagio y están rodeados por distritos con alto IDS. Esto sugiere que hay una autocorrelación espacial negativa entre el IDS y la concentración de contagios, y una relación inversa entre las condiciones de vida y la dinámica de los contagios en Ciudad de México.

Se identifican casos que parecen atípicos, como las colonias Doctores, San Rafael y Santa María de la Rivera, en la alcaldía Cuauhtémoc, pues registran valores Alto-Alto. Ello sugiere que, aunque están rodeadas por sitios con condiciones favorables, las tasas de contagio pueden llegar a ser altas en comparación con otras zonas de la ciudad, aunque no significa que concentren los mayores valores de la distribución. También destaca un área del sur de Xochimilco y el oriente de Tlalpan, así como un par de distritos en Iztapalapa, que presentaron tasas de contagio relativamente bajas y están rodeados por lugares con bajo IDS. Este tipo de casos debería estudiarse con más profundidad, aunque hay que considerar que el análisis bivariado se hizo con datos de la semana B, un momento en el que toda la ciudad tenía tasas de contagio muy altas en comparación con otros momentos de la pandemia.

## Distribución espacial de factores y contagios

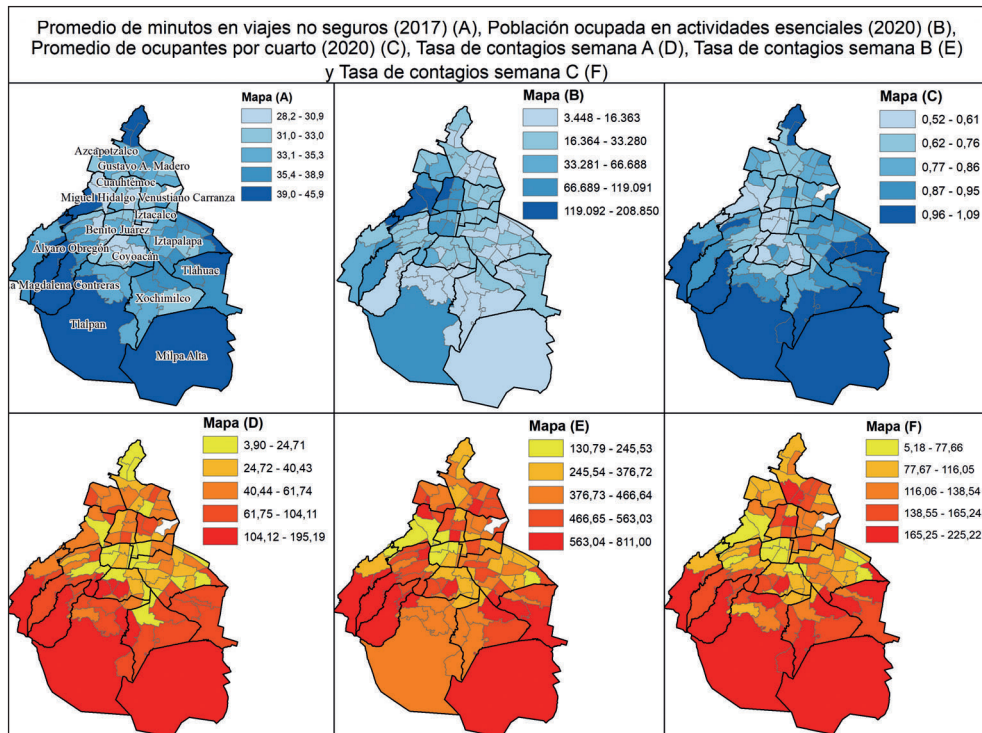
Para explorar el comportamiento espacial de los factores de exposición, se eligió una variable representativa de los aspectos más relevantes, según la revisión bibliográfica. Para el transporte, se seleccionó la variable de promedio de minutos en modos de transporte no seguros; para el empleo, la población ocupada en actividades esenciales y para la vivienda, el promedio de ocupantes por cuarto, que da cuenta del hacinamiento. Además, se analiza la distribución espacial de la tasa de contagios en tres momentos: la primera ola (semana A); la segunda ola (semana B), momento en el que además se alcanzaron las tasas máximas de contagio; y un momento con reducción mantenida en el número de contagios (semana C).

En términos generales, se presenta un patrón de distribución “centro-periferia” de los factores de exposición analizados, observable en el mapa 2. Por lo que toca al

transporte, en la zona periurbana localizada al sur de la ciudad (aunque también en norte, oriente y poniente) se localizan distritos que concentran trayectos más largos en VNS, en comparación con otros distritos; mientras que la ciudad central<sup>5</sup> (Salazar y Sobrino 2010) concentra tiempos más reducidos del mismo tipo de viajes. La población ocupada en actividades esenciales presenta un patrón “oriente-poniente”, pues la ciudad central (excepto Venustiano Carranza) y algunos distritos del poniente y del sur concentran población ocupada en actividades esenciales. Por otro lado, aunque no se registran valores muy altos de hacinamiento en la CDMX y las diferencias en esta materia son pequeñas, en términos relativos se observa que zonas ubicadas al sur y al oriente de la ciudad concentran valores más altos, mientras que distritos de las alcaldías de Coyoacán, Miguel Hidalgo y Benito Juárez presentan niveles bajos.

Los rangos en la tasa de contagios varían entre semanas, especialmente en la B, pues en enero de 2021 toda la ciudad presentaba una dinámica intensa de contagios. Esto implica que los valores más bajos de esa semana son parecidos o incluso mayo-

Mapa 2. Factores de exposición y tasas de contagio



Fuente: elaboración propia.

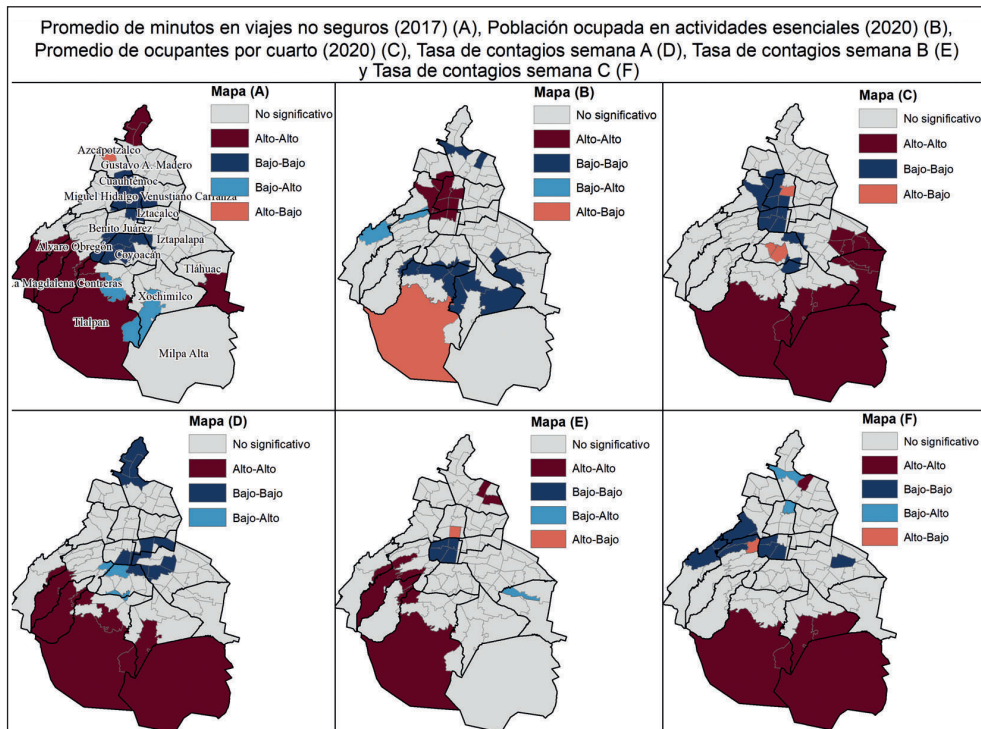
5 Ciudad central: Alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.

res que los rangos altos de las semanas A y C. Asimismo, se puede observar que hay sitios que han mantenido el mismo patrón en el tiempo y otros que han cambiado. Al sur se concentran distritos con tasas altas en el tiempo, mientras que el centro presenta tasas bajas. Destacan Milpa Alta, el sur de Magdalena Contreras, el sur de Cuajimalpa y el Pedregal de Santo Domingo, en Coyoacán, como lugares que han mantenido tasas comparativamente altas en los tres momentos. Por el contrario, los distritos de Benito Juárez y el distrito de Miguel Hidalgo, donde están las colonias Polanco, San Miguel Chapultepec y Anzures, de niveles de ingreso alto, mantuvieron bajas tasas.

### Autocorrelación espacial univariada

Del análisis de autocorrelación espacial univariada destacan los distritos del poniente de la alcaldía Cuauhtémoc, por concentrar valores bajos en el promedio de minutos en VNS, bajos niveles de hacinamiento, y población ocupada en actividades esenciales, aunque dicha concentración no determine la residencia de los trabajadores.

Mapa 3. LISA univariados, factores de exposición y tasas de contagio



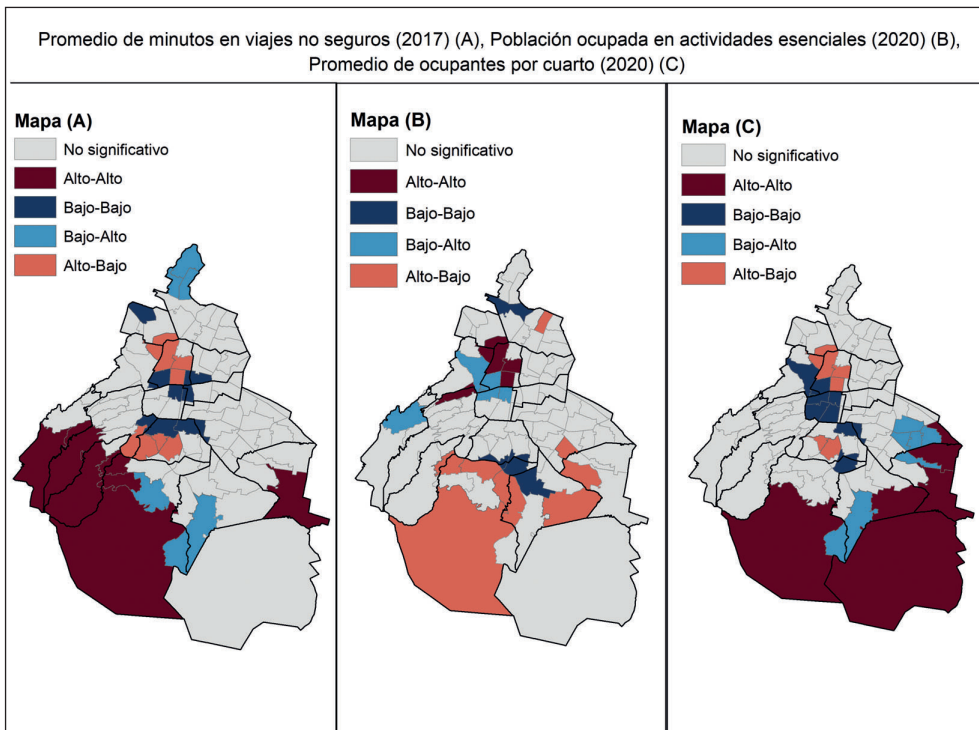
Fuente: elaboración propia.

En efecto, los distritos de la ciudad central destacan como muy probables atractores de flujos cotidianos por motivos de empleo. Por otro lado, Milpa Alta y Magdalena Contreras concentran valores altos en el tiempo de traslado en VNS, y algunos distritos de Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Coyoacán presentan niveles bajos de esta variable. La variable de hacinamiento es la que presenta una mayor aglomeración espacial. Al suroriente de la ciudad se localiza un clúster con altos niveles de hacinamiento; en la ciudad central hay valores bajos. Los mapas univariados de las tasas de contagio permiten identificar que la alcaldía Benito Juárez y sus vecinos presentan de manera consistente valores bajos en términos relativos, situación inversa a la del sur y surponiente de la ciudad, en los límites de la alcaldía Tlalpan (mapa 3).

### Autocorrelación espacial bivariada

El análisis de autocorrelación espacial bivariada entre los factores de exposición y la tasa de contagios en la semana B señala un vínculo entre los aspectos socioespaciales de la ciudad y la dinámica de contagios. En el surponiente se localizan distritos con

Mapa 4. LISA bivariados de factores de exposición con tasa de contagio (semana B)



Fuente: elaboración propia.

altos grados de tasa de contagio y de duración de VNS. Esto sugiere que el tiempo en el transporte no seguro es un factor que puede influir en la distribución espacial del riesgo. Además, en el sur y el oriente se localizan distritos y sus vecinos con niveles altos de tasas de contagio y hacinamiento, lo que hace pensar en el papel de la densidad y habitabilidad en la vivienda como factor de exposición. Por otro lado, la tendencia general es la aglomeración de valores distintos entre la población ocupada en actividades esenciales y los contagios, observable en aglomeraciones Alto-Bajo al sur de la ciudad (mapa 4).

## Discusión

Los resultados muestran una confluencia espacial de factores de exposición y contagios en Ciudad de México, y responder las preguntas de investigación sobre la distribución y el papel que juegan las características vinculadas al espacio urbano. Se observan desigualdades espaciales y territoriales que forman parte de la conformación y la reproducción histórica de un paisaje socio-natural de la ciudad, con consecuencias diferenciadas de la pandemia. Esto conduce a repensar, desde la ecología política urbana, a las ciudades como espacios construidos en los que se distribuyen nuevos riesgos sanitarios, lo cual tiene importantes implicaciones para la toma de decisiones (Ali y Keli 2007; Acuto 2020; Connolly, Keil y Ali 2020).

Ciudad de México presenta una clara concentración de los riesgos en espacios alejados de las zonas centrales. Aunque ese patrón debe analizarse con mayor detenimiento en la escala metropolitana, incluyendo los demás municipios que conforman la ZMVM, se aprecian aglomeraciones y estructuras espaciales significativas para las tasas de contagio, y factores de exposición en las zonas periurbanas del sur de la ciudad. Lo anterior sugiere que estas últimas son espacios expuestos al riesgo, por la confluencia de carencias en habitabilidad, empleo, desarrollo social y transporte, lo cual refleja las desigualdades del paisaje socio-natural de la ciudad (Connolly, Keil y Ali 2020). Será importante, por lo tanto, prestar mayor atención a las desigualdades estructurales en la producción de la ciudad, que convierten a las periferias urbanas en sitios de riesgo ante las epidemias (Biglieri, De Vidovich y Keil 2020).

Además, se establecen elementos para analizar las implicaciones de la acumulación histórica y la confluencia de factores socioespaciales urbanos en el marco de la teoría de la construcción social del riesgo (Lavell et al. 2020). En Ciudad de México, las condiciones que influyen en la localización de personas desfavorecidas en las zonas periurbanas, alejadas en muchas ocasiones de sus sitios de trabajo, implican una necesidad de realizar trayectos largos, sobre todo en transporte público. Además, en estos espacios se presentan niveles relativamente bajos de desarrollo



social y comparativamente altos de hacinamiento, en relación con el resto de la ciudad. Esas condiciones históricas y esos atributos socioespaciales urbanos, anteriores a la llegada del virus, influyen en la exposición desigual de sitios y grupos sociales. Así, la ciudad central está menos expuesta al contagio comunitario que la ciudad periférica, lo cual suma a las desigualdades existentes una exposición diferenciada a enfermedades infecciosas. Los hallazgos confirman la hipótesis sobre el papel del espacio urbano y el territorio en la exposición de distintos grupos sociales (Lavell et al. 2020), pero habría que matizar y describir cómo operan para ello los factores socioespaciales urbanos específicos, como la densidad de población y el transporte.

Esta investigación aporta elementos que permiten analizar el papel de los distintos factores de exposición en el caso de Ciudad de México. En primer lugar, sugiere una relación entre la densidad dentro de las viviendas y las tasas de contagio. El hacinamiento se asocia positivamente en el espacio con los contagios, y se agrupa en zonas específicas de la ciudad, en forma inversa a la densidad de población. Estos hallazgos se relacionan con estudios sobre la relevancia de la densidad a escalas locales (Bhardwaj et al. 2020; Maroko, Nash y Pavilonis 2020), al ofrecer evidencia sobre la exposición por el tamaño y las condiciones de habitabilidad en la vivienda, como sitio de concentración no segura de personas en espacios cerrados. Se constata que permanecer en casa reproduce una distribución desigual del riesgo, asociada a las condiciones de habitabilidad y a la confluencia de exposición por motivos de trabajo o transporte, para los habitantes de hogares con muchas personas (Ziccardi y Figueroa 2021).

En segundo lugar, los resultados presentan una paradoja que podría analizarse posteriormente: los lugares que concentran el personal ocupado en actividades esenciales no registran las tasas más altas de contagios. Ello permite suponer que no hay un vínculo entre la concentración del empleo y la exposición de quienes ahí residen. Podría sugerirse que las personas que habitan donde se concentra más personal ocupado no interactúan con trabajadores esenciales de forma que les exponga, independientemente de dónde residan estos trabajadores. Sería importante profundizar en el origen del personal que trabaja en la ciudad central, para explorar el papel de la interacción entre transporte, vivienda y trabajo para la distribución de los contagios. Se sugiere como hipótesis que los trayectos largos ocurren en viajes con origen en la vivienda y con destino en el lugar de trabajo de personas no solo expuestas por el tiempo en VNS, sino también por dedicarse a actividades que no pueden hacerse desde casa (Monroy-Gómez 2020). Asimismo, sería importante analizar la exposición ocupacional en una escala menor, prestando atención al contacto entre personas en espacios de trabajo específicos (Leso, Fontana y Iavicoli 2021).

En tercer lugar, se presenta evidencia que contribuye a analizar el papel del tiempo de traslado como aspecto socioespacial urbano que influye en la exposición

(Musselwhite et al. 2020; Shokouhyar et al. 2021). Los resultados sugieren que esta variable es más significativa que el modo de transporte en la distribución espacial de las tasas de contagios. Por tanto, es importante pensar en estrategias encaminadas no solo a fomentar la movilidad activa, que no es accesible a todas las personas, sino a reducir tiempos de traslado. Puede ocurrir que, aunque los lugares de trabajo tengan buenas medidas de salubridad, los largos trayectos del personal ocupado, desde la periferia urbana, influyan en la exposición de habitantes de zonas desfavorecidas. Por otro lado, sería importante analizar cómo la localización de la infraestructura de movilidad activa, y su papel en la distribución del riesgo, se presentan de forma desigual dentro del paisaje de Ciudad de México, e influyen en las condiciones de exposición por transporte a largo plazo (Rojas-Rueda y Morales-Zamora 2021).

## Conclusiones

El análisis exploratorio de interacciones y desigualdades espaciales ofrece elementos para comprender cómo influyen las condiciones históricas de producción del paisaje socio-natural de la ciudad en la construcción y distribución social del riesgo. Los resultados sugieren que es crucial indagar en la relación cotidiana entre trabajo, vivienda y transporte, específicamente por su interacción y determinación recíproca como elementos del espacio, para comprender cómo la confluencia de factores urbanos influye en las experiencias del riesgo.

Las condiciones de reproducción cotidiana de la vida o los medios de vida presentan desigualdades observables en los márgenes de las ciudades. El análisis de la distribución espacial del IDS resulta útil para identificar patrones generales de estas desigualdades, pero se necesitan estudios detallados, en espacios concretos y escalas locales, sobre la reproducción de elementos específicos del riesgo. Analizar en profundidad las desigualdades y la intersección de factores de exposición es fundamental para relacionar la construcción social del riesgo con la ecología política urbana, y para observar las consecuencias, a mediano y largo plazo, del reordenamiento o la reanudación de las rutinas asociadas con la nueva normalidad en espacios como la Ciudad de México.

Los resultados sugieren la importancia de prestar mayor atención a la forma en que las periferias urbanas concentran condiciones que las convierten en espacios especialmente expuestos ante la emergencia y la propagación de enfermedades. Ello implicaría repensar el papel de la ciudad, como ambiente y paisaje socio-natural, en la salud y enfermedad. Por lo tanto, es preciso observar las condiciones, las experiencias y las estrategias vinculadas al riesgo en zonas periurbanas, prestando atención a sus particularidades en distintos contextos y generando insumos para tomar decisiones ante la emergencia sanitaria.

Cabe aclarar que esta investigación tiene algunas limitaciones. Si bien se concentra en la Ciudad de México y no en la Zona Metropolitana del Valle de México, debido a la disponibilidad de datos y, en parte, por la desagregación de la información sobre contagios en una escala menor a la municipal, puede haber heterogeneidad en las condiciones para detectar casos de COVID-19 dentro de la entidad. Por otro lado, los resultados no indican una relación de causalidad directa entre los factores de exposición y la tasa de contagios, sino que permiten explorar su interacción en el espacio, al sugerir asociaciones que deben estudiarse con mayor detenimiento. Por último, el análisis se enfoca solo en uno de los múltiples aspectos de la complejidad que conlleva el comportamiento espacial de una pandemia.

## Bibliografía

- Acuto, Michele. 2020. "COVID-19: Lessons for an Urban(izing) World". *One Earth* 2 (4): 317-319. doi.org/10.1016/j.oneear.2020.04.004
- Ali, S. Harris, y Roger Keli. 2007. "Contagious Cities". *Geography Compass* 1 (5): 1207-1226. doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00060.x
- Anselin, Luc. 1995. "Local Indicators of Spatial Association-LISA". *Geographical Analysis* 27: 93-115. doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x
- Anselin, Luc. 1996. "Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis". Regional Research Institute Working Papers 200. <https://bit.ly/3jkVtI1>
- Alves Cardoso, Maria Regina, Simon Nicholas Cousens, Luiz Fernando de Góes Siqueira, Fátima Maria Alves y Luiz Antônio V. D'Angelo. 2004. "Crowding: risk factor or protective factor for lower respiratory disease in young children?". *BMC Public Health* 4: 1-8. doi.org/10.1186/1471-2458-4-19
- Auyero Javier, y Debora Swistun. 2008. "The Social Production of Toxic Uncertainty". *American Sociological Review* 73: 357-379. doi.org/10.1177/000312240807300301
- Argyriades, Demetrios. 2020. "Empleo: Pilar esencial para la inclusión social y la democracia. Algo más que un trabajo". *Mercados y Negocios* 42: 119-142.
- Bhardwaj, Gaurav, Thomas Esch, Somik V. Lall, Mattia Marconcini, Maria Edisa Soppelsa y Sameh Wahba. 2020. "Cities, Crowding, and the Coronavirus: Predicting Contagion Risk Hotspots". Working Paper. <https://bit.ly/3AUvaOM>
- Biglieri, Samantha, Lorenzo De Vidovich y Rogel Keil. 2020. "City as the core of contagion? Repositioning COVID-19 at the social and spatial periphery of urban society". *Cities & Health*. doi.org/10.1080/23748834.2020.1788320
- Billingsley, Sunnee, María Brandénm, Siddartha Aradhya, Sven Drefahl, Gunnar Andersson y Eleonora Mussino. 2020. *Deaths in the Frontline: Occupation-specific COVID-19 mortality risks in Sweden*. Suecia: Stockholm University. doi.org/10.17045/sthlmuni.12816065.v2

- Cavalcante Maciel, Jacques Antonio, Igor Iuco Castro-Silva y Mariana Ramalho de Farias. 2020. "Initial analysis of the spatial correlation between the incidence of COVID-19 and human development in the municipalities of the state of Ceará in Brazil". *Revista Brasileira de Epidemiologia* 23. doi.org/10.1590/1980-549720200057
- Chen, Jarvis, y Nancy Krieger. 2021. "Revealing the Unequal Burden of COVID-19 by Income, Race/Ethnicity, and Household Crowding: US County Versus Zip Code Analyses". *Journal of Public Health Management and Practice* 27 (1): S43-S56. doi.org/10.1097/PHH.0000000000001263
- Chen, Yea-Hung, Maria Glymour, Alicia Riley, John Balmes, Kate Duchowny, Robert Harrison, Ellicott Matthay y Kirsten Bibbins-Domingo. 2020. "Excess mortality associated with the COVID-19 pandemic among Californians 18-65 years of age, by occupational sector and occupation: March through October 2020". *MedRxiv*. doi.org/10.1101/2021.01.21.21250266
- Connolly, Creighton. 2017. "Landscape political ecologies of urban 'swiftlet farming' in George Town, Malaysia". *Cultural Geographies* 24 (3): 421-439. doi.org/10.1177 %2F1474474016684128
- Connolly, Creighton, Roger Keil y S. Harris Ali. 2020. "Extended urbanisation and the spatialities of infectious disease: Demographic change, infrastructure and governance". *Urban Studies* 58 (2): 245-263. doi.org/10.1177 %2F0042098020910873
- Connolly, Creighton, Panagiota Kotsila y Giacomo D'Alisa. 2017. "Tracing narratives and perceptions in the political ecologies of health and disease". *Journal of Political Ecology* 24 (1): 1-10. doi.org/10.2458/v24i1.20778
- EVALÚA CDMX (Consejo de Evaluación para el Desarrollo Social de la Ciudad de México). 2010. "Medición del índice de Desarrollo Social", <https://bit.ly/3vzeco>
- CDC (Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades). 2021. "Protéjase al usar el transporte", <https://bit.ly/3lXkzhS>
- Dingel, Jonathan I., y Brent Neiman. 2020. "How many Jobs can be done at home?". *Journal of Public Economics* 189. doi.org/10.3386/w26948
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2020, de 31 de marzo. "ACUERDO por el que se establecen acciones extraordinarias para atender la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV2", <https://bit.ly/3E11nGg>
- De Figueiredo, Alexandre Medeiros, Daniela Cristina Moreira Marculino de Figueiredo, Luciano Bezerra Gomes, Adriano Massuda, Eugenia Gil-García, Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna y Antonio Daponte. 2020. "Social determinants of health and COVID-19 infection in Brazil: an analysis of the pandemic". *Revista Brasileira de Enfermagem* 73 (2). doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0673
- Franch-Pardo, Ivan, Brian M. Napoletano, Fernando Rosete-Verges y Lawal Billa. 2020. "Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review". *Science of The Total Environment* 739. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033
- GOCDMX (Gaceta Oficial de la Ciudad de México). 2016. "Aviso por medio del cual se dan a conocer los Resultados del Índice de Desarrollo Social de la Ciudad de México a Nivel Delegacional-Actualización 2015", <https://bit.ly/3G9c0s8>

- Gomez-Luna, Liliana María. 2020. “El desafío ambiental: enseñanzas a partir de la COVID-19”. *MEDISAN* 24 (4).
- Gomes, Dharliton Soares, Lucas Almeida Andrade, Caíque Jordan Nunes Ribeiro, Marcus Peixoto, Shirley A. Lima, Andrezza Duque, Tatyane Martins Cirilo, Marco Góes, A. G. C. F. Lima, M. B. Santos, K. C. G. Araújo y Allan Dantas Dos Santos. 2020. “Risk clusters of COVID-19 transmission in northeastern Brazil: prospective space-time modelling”. *Epidemiology and Infection* 148. doi.org/10.1017/S0950268820001843
- Gutiérrez-Hernández, Oliver, y Luis V. García. 2020. “¿Influyen tiempo y clima en la distribución del nuevo coronavirus (SARS CoV-2)? Una revisión desde una perspectiva biogeográfica”. *Investigaciones Geográficas* 73. doi.org/10.14198/INGEO2020.GHVG
- González, J.F., Yudmila María Soler, Elsa Pérez, Rita Irma González, y Sheila Virgen Pons. 2021. “Percepción del riesgo ante la COVID-19 en pobladores del municipio Manzanillo”. *Multimed* 25 (1).
- Harper, Janice. 2004. “Breathless in Houston: A Political Ecology of Health Approach to Understanding Environmental Health Concerns”. *Medical Anthropology* 23 (4): 295–326. doi.org/10.1080/01459740490513521
- Honjo, Kaori. 2004. “Social Epidemiology: Definition, History, and Research Examples”. *Environmental Health and Preventive Medicine* 9: 193–199. doi.org/10.1007/bf02898100
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). 2017. “Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017 EOD. Documento Metodológico”, <https://bit.ly/2Z7MZws>
- Kaup, Brent. 2018. “The making of Lyme disease: a political ecology of ticks and tick-borne illness in Virginia”. *Environmental Sociology* 4 (3): 381–391. doi.org/10.1080/23251042.2018.1436892
- Kearns, Robin, y Graham Moon. 2002. “From medical to health geography: novelty, place and theory after a decade of change”. *Progress in Human Geography* 26: 605–625. doi.org/10.1191/0309132502ph389oa
- King, Brian. 2010. “Political ecologies of health”. *Progress in Human Geography* 34 (1): 38–55. doi.org/10.1177/0309132509338642
- Koh, David. 2020. “Occupational risks for COVID-19 infection”. *Occupational Medicine* 70 (1): 3–5. doi.org/10.1093/occmed/kqaa036
- Lambin, Eric, Annelise Tran, Sophie O. Vanwambeke, Catherine Linard y Valérie Soti. 2010. “Pathogenic landscapes: Interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts”. *International Journal of Health Geographics* 9: 54–67. doi.org/10.1186/1476-072X-9-54
- Lavell, Allan, Elizabeth Mansilla, Andrew Maskrey y Fernando Ramirez. 2020. “The Social Construction of the COVID-19 pandemic: disaster, risk accumulation and public policy”. La Red, Risk Nexus Initiative. <https://bit.ly/3aSWgeG>

- Leso, Veruscka, Luca Fontana y Ivo Iavicoli. 2021. "Susceptibility to Coronavirus (COVID-19) in Occupational Settings: The Complex Interplay between Individual and Workplace Factors". *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18 (3): 1030. doi.org/10.3390/ijerph18031030
- López, Mercé, Claudia Gallego, Rafael Abós-Herrándiz, Ana Tobella, Nuria Turmo, Alba Monclús, Alba Martínez, Artur Rami, Elena Navas y Miguel-Angel Muñoz. 2021. "Impact of isolating COVID-19 patients in a supervised community facility on transmission reduction among household members". *Journal of Public Health*. doi.org/10.1093/pubmed/fdab002
- Magnusson, Karin, Karin Nygard, Line Vold y Kjetil Telle. 2020. "Occupational risk of COVID-19 in the first vs second wave of infection". *MedRxiv*. doi.org/10.1101/2020.10.29.20220426
- Maroko, Andrew R., Denis Nash y Brian Pavilonis. 2020. "COVID-19 and Inequity: a Comparative Spatial Analysis of New York City and Chicago Hot Spots". *Journal of Urban Health* 97: 461-470. doi.org/10.1007/s11524-020-00468-0
- Módenes, Juan A., Mariana Marcos y Diva Marcela García. 2020. "Covid-19: ¿la vivienda protege a los mayores en América Latina? Argentina y Colombia comparadas con España". *Perspectives Demographiques* 20: 1-4.
- Molero, María del Mar, Iván Herrera-Peco, María del Carmen Pérez y José Jesús Gázquez. 2020. "Análisis de la amenaza percibida por la COVID-19 en población española". *Atención Primaria* 52 (7): 515-516. doi.org/10.1016/j.aprim.2020.05.001
- Monroy-Gómez, Luis. 2020. "¿Quién puede trabajar desde casa? Evidencia desde México". Documento de trabajo 6. <https://bit.ly/2XBkNSw>
- Morawska, Lidia, y Junji Cao. 2020. "Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality". *Environment International* 139. doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730
- Muley, Deepti, Mohammad Shareef Ghanim, Anas Mohammad, y Mohamed Kharbache. 2021. "Quantifying the impact of COVID-19 preventive measures on traffic in the State of Qatar". *Transport Policy* 103: 45-59. doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.018
- Mulligan, Kate, Susan J. Elliot y Corinne Schuster-Wallace. 2012. "The place of health and the health of place: Dengue fever and urban governance in Putrajaya, Malaysia". *Health & Place* 18: 613-620. doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.01.001
- Muñiz, Carlos, y Victoria Izabela Corduneanu. 2020. "Percepción de riesgo y consumo mediático durante el inicio de la pandemia de COVID-19 en México". *Más poder local* 41: 44-47.
- Musselwhite, Charles, Erel Avineri y Yusak Susilo. 2020. "Editorial JTH 16 -The Coronavirus Disease COVID-19 and implications for transport and health". *Journal of Transport & Health* 16. doi.org/10.1016/j.jth.2020.100853



- Mutambudzi, Miriam, Claire Niedzwiedz, Ewan Beaton Macdonald, Alastair Leyland, Frances Mair, Jana Anderson, Carlos Celis-Morales, John Cleland, John Forbes, Jason Gill, Claire Hastie, Frederick Ho, Bhautesh Jani, Daniel F Mackay, Barbara Nicholl, Catherine O'Donnell, Naveed Sattar, Paul Welsh, Jill P Pell, Srinivasa Vittal Katikireddi y Evangelia Demou. 2021. "Occupation and risk of severe COVID-19: prospective cohort study of 120 075 UK Biobank participants". *Occupational and Environmental Medicine* 78: 307-314.  
doi.org/10.1136/oemed-2020-106731
- Olcina Cantos, Jorge, Samuel Biener Camacho y Javier Martí Talavera. 2020. "Aspectos atmosféricos y climáticos en la expansión de la pandemia (COVID-19) en la provincia de Alicante". *Investigaciones Geográficas* 73.  
doi.org/10.14198/INGEO2020.OCBCMT
- Ortega Días, Araceli, Carmen Armenta Menchaca, Héctor A. García López y Joaquín R. García Viera. 2020. "Índice de vulnerabilidad en la infraestructura de la vivienda ante el COVID-19 en México". *Notas de Población* 111: 155-188.  
http://hdl.handle.net/11362/46559
- Parizeau, Kate. 2015. "Urban political ecologies of informal recyclers' health in Buenos Aires, Argentina". *Health & Place* 33: 67-74. doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.02.007
- Pawar. Digvijay S., Ankit Kumar Yadav, Ninad Akolekar y Nagendra R. Velaga. 2020. "Impact of physical distancing due to novel coronavirus (SARS-CoV-2) on daily travel for work during transition to lockdown". *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 7. doi.org/10.1016/j.trip.2020.100203
- Pell, Silvia, Damián Valdés, Alfredo Luis Gil, Félix Jesús Amador, Katherine Shania Cairo, Armando Augusto Paneque, Alexis Lorenzo y María Milagros Febles. 2021. "Percepción de riesgo durante el confinamiento por COVID-19 en una muestra cubana: resultados preliminares". *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba* 11 (1).
- Pina, María de Fátima, Sandra Ferreira Alves, Ana Isabel Correia Ribeiro y Andreia Castro Olhero. 2010. "Epidemiología espacial: nuevos enfoques para viejas preguntas". *Salud Pública y Epidemiología en Odontología* 29 (63): 47-65.
- Pouliakas, Konstantinos, y Jiri Branka. 2020. "EU Jobs at Highest Risk of COVID-19 Social Distancing: Will the Pandemic Exacerbate Labour Market Divide?". IZA Discussion Paper No. 13281. <https://ssrn.com/abstract=3608530>
- Plasencia-Urizarri, Thais María, Raúl Aguilera-Rodríguez y Luis Enrique Almaguer-Mederos. 2020. "Comorbilidades y gravedad clínica de la COVID-19: revisión sistemática y meta-análisis". *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 19 (sUPL.): e3389.
- Ramírez Varela, Andrea, Catalina González Uribe, Juan David García, Nestor Rojas, Jairo José Espinosa Oviedo, Daniel Ramírez Corrales y Dario Hidalgo. 2020. "Factores y recomendaciones para disminuir el riesgo en el transporte público", <https://bit.ly/3AZJNk2>
- Redmond, Paul, y Seamus McGuinness. 2020. *Who can work from home in Ireland? Survey and statistical report series*. Dublin: The Economic and Social Research Institute. doi.org/10.26504/sustat87

- Rojas-Rueda, David, y Emily Morales-Zamora. 2021. "Built Environment, Transport, and COVID-19: A Review". *Current Environmental Health Reports*. doi.org/10.1007/s40572-021-00307-7
- Salazar, Clara, y Jaime Sobrino. 2010. "La ciudad central de la Ciudad de México: ¿espacio de oportunidad laboral para la metrópoli?". *Estudios Demográficos y Urbanos* 25 (3): 589-623. doi.org/10.24201/edu.v25i3.1361
- Saltiel, Fernando. 2020. "Who can work from home in developing countries?". *Covid Economics* 6: 104-118.
- Sánchez-Talanquer, Mariano, Eduardo González-Pier, Jaime Sepúlveda, Lucía Abascal-Miguel, Jane Fieldhouse, Carlos del Río y Sarah Gallalee. 2021. *La respuesta de México al Covid-19: Estudio de caso*. San Francisco: University of California/Institute for Global Health Sciences. https://bit.ly/3C1iO95
- Santos Cartazo, Adriana Nascimento, Francisco Iran Cartazo Barbosa, Paulo Henrique de Souza Bermejo, Marina Figueiredo Moreira y David Nadler Prata. 2021. "The exposure risk to COVID-19 in most affected countries: A vulnerability assessment model". *PLoS ONE* 16 (3). doi.org/10.1371/journal.pone.0248075
- SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano), SSA (Secretaría de Salud), SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y OPS-OMS (Organización Panamericana de la Salud). 2020a. *Guía de implementación movilidad emergente 4S. Ampliación de banquetas, ciclovías emergentes y pacificación del tránsito*. México: SEDATU/SSA/SCT/SEMARNAT/OPS-OMS México. https://bit.ly/3piWMuQ
- SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano), SSA (Secretaría de Salud), SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y OPS-OMS (Organización Panamericana de la Salud). 2020b. *Movilidad 4S Tomo II. Guía para los servicios de transporte y gestión de la demanda de viajes*. México: SEDATU/SSA/SCT/SEMARNAT/OPS-OMS México. https://bit.ly/2Zhb4wx
- Shokouhyar, Sajjad, Sina Shokoohyar, Anae Sobhani y Amirsalar Jafari Gorizi. 2021. "Shared mobility in post-COVID era: New challenges and opportunities". *Sustainable Cities and Society* 67: 102714. doi.org/10.1016/j.scs.2021.102714
- Smith, Michael, Michael Goodchild y Paul Longley. 2018. *Geospatial Analysis a Comprehensive Guide to Principles Techniques and Software Tools*. Leicester: Troubador Publishing.
- Suárez Lastra, Manuel, Carlos Valdés González, M. Carlos Galindo Pérez, L. Enrique Salvador Guzmán, Naxhelli Ruiz Rivera, Irasema Alcántara-Ayala, Malaquías López Cervantes, Ana R. Rosales Tapia, William Lee Alardin, Héctor Benítez Pérez, M. del C. Juárez Gutiérrez, O. Arturo Bringas López, Oralia Oropeza Orozco, Armando Peralta Higuera y Ricardo J. Garnica-Peña. 2020. "Índice de vulnerabilidad ante el COVID-19 en México". *Investigaciones Geográficas* 104. doi.org/10.14350/rig.60140
- Weller, Jürgen. 2020. *La pandemia del COVID-19 y su efecto en las tendencias de los mercados laborales. Documentos de proyectos*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://bit.ly/2XtLDvA



- Ziccardi, Alicia, y Diana Figueroa. 2021. "Ciudad de México: condiciones habitacionales y distanciamiento social impuesto, Covid-19". *Revista Mexicana de Sociología* 83: 31-60. doi.org/10.22201/iis.01882503p.2021.0.60068
- Zhang, Michael. 2021. "Estimation of differential occupational risk of COVID-19 by comparing risk factors with case data by occupational group". *Am J Ind Med* 64 (1): 39-47. doi.org/10.1002/ajim.23199

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Jaime Sobrino y a Raúl Lemus, así como a los revisores anónimos, por sus valiosos comentarios sobre este trabajo.



## La aplicación de la biotecnología en el diagnóstico de enfermedades de importancia en salud pública en México

### The Application of Biotechnology in the Diagnosis of Diseases of Public Health Importance in Mexico

**ID** Sonia-Mirén Martínez-González, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, México, smartinezg1702@alumno.ipn.mx, orcid.org/0000-0001-6938-6472

**ID** María-Concepción Martínez-Rodríguez, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, México, mcmartinezr@ipn.mx, orcid.org/0000-0003-3094-5411

Recibido: 24 de mayo de 2021  
Aceptado: 24 de agosto de 2021  
Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

Aunque las últimas técnicas de diagnóstico de la biotecnología médica son aplicadas en México, existe aún un porcentaje importante de personas que no tienen acceso a servicios de salud, resultado de la desigualdad económica en el país. Este artículo tiene como objetivo presentar el impacto en México de diversas enfermedades (COVID-19, enfermedad diarreica aguda, cáncer cervicouterino, cáncer de mama, leishmaniasis, lesiones renales agudas y neurocisticercosis), las estrategias implementadas en su diagnóstico y control, así como las perspectivas de pruebas de diagnóstico novedosas. El artículo se realizó a través de una revisión de documentos en línea del Gobierno mexicano y de artículos científicos que estudian la implementación y las características de las herramientas biotecnológicas para el diagnóstico de enfermedades. En el caso de la COVID-19, la disponibilidad de procedimientos certeros y rápidos para su diagnóstico ha demostrado ser de vital importancia en el control de la enfermedad, así como en el entendimiento de la infección y los procesos de inmunidad. En el caso de la enfermedad diarreica aguda derivada de la infección por rotavirus, la elevada morbilidad y mortalidad de enfermedades no puede ser completamente controlada hasta que mejore la calidad de vida de la población. Las herramientas de la biotecnología para el diagnóstico, aplicadas por medio de programas públicos dirigidos a la población vulnerable, proporcionan una forma de cerrar la brecha de salud entre zonas desarrolladas y en vías de desarrollo. Aun así, se debe considerar que la cantidad de recursos que se utilizan sigue siendo elevada.

**Palabras clave:** anticuerpos; biomarcadores; biotecnología; diagnóstico; ELISA; México; PCR

#### Abstract

Although the diagnostic techniques of medical biotechnology are being applied in Mexico, there is still a significant percentage of people who do not have access to health services, a result of the country's economic inequality. This article aims to present the impact in Mexico of several diseases (COVID-19, acute diarrheal disease, cervical cancer, breast cancer, leishmaniasis, acute kidney injury and neurocysticercosis), the strategies implemented in their diagnosis and control, as well as perspectives of novel diagnostic tests. The article was conducted through a review of online documents from the Mexican government and scientific articles that study the implementation and characteristics of biotechnological tools for disease diagnosis. In the case of COVID-19, the availability of accurate and rapid procedures for its diagnosis has proven to be of vital importance in the control of this disease, as well as in the understanding of infection and immunity processes. In the case of acute diarrheal disease resulting from rotavirus infection, the high morbidity and mortality of diseases cannot be completely controlled until the quality of life of the population is improved. The tools of biotechnology in diagnostics applied through public programs to vulnerable populations provide a way to close the health gap between developed and developing areas. Even so, it must be considered that the amount of resources they use is still high.

**Key words:** antibodies; biomarkers; biotechnology; diagnosis; ELISA; Mexico; PCR



## Introducción

La biotecnología ha estado presente desde la elaboración de productos fermentados como bebidas alcohólicas y panes, pasando por los avances relativamente recientes en la producción de antibióticos, hasta llegar a la producción de moléculas farmacéuticas más especializadas. De manera concisa, se la puede definir como cualquier tecnología vinculada a la manipulación de sistemas biológicos (Borém, Santos y Bowen 2003). Esa definición tan abierta ha hecho posible su aplicación en diferentes áreas tales como la agricultura, el medio ambiente, el desarrollo de biomateriales e incluso la terapéutica humana (Sager 2001).

De su aplicación en el área de la salud humana, ha derivado la biotecnología médica, rama que se dedica al desarrollo de nuevos tratamientos, métodos de diagnóstico y tratamientos preventivos tales como vacunas, a partir de técnicas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), la hibridación *in situ* fluorescente (FISH, por sus siglas en inglés), la secuenciación, el cultivo celular y el ácido ribonucleico (RNA) de interferencia (Sasson 2005; Pham 2018).

En este artículo se discutirán las aplicaciones de la biotecnología médica en el diagnóstico de enfermedades humanas de importancia en salud pública en México, así como el impacto de dichas enfermedades, las estrategias que se implementan para su diagnóstico y control a nivel poblacional y las problemáticas que las circundan en países en vías de desarrollo, particularmente en México. Un ejemplo de lo anterior lo tenemos en enfermedades como el cáncer de mama, en el que las mayores tasas de incidencia se presentan en países de alto ingreso económico, pero las mayores tasas de mortalidad las presentan países en vías de desarrollo. Las tasas de sobrevivimiento a cinco años para el cáncer de mama son mucho más bajas en países de ingresos medio bajos como Brasil (58,4 %), India (52 %) y Argelia (38,8 %), comparadas con las tasas de países de altos ingresos como Estados Unidos (83,9 %), Japón (81,6 %) y Australia (80,7 %). Esto se explica por la falta de programas públicos de detección temprana, de diagnóstico adecuado, así como de instalaciones, factores que se asocian a un tratamiento tardío (Rivera Franco y León Rodríguez 2018).

El sistema de salud en México está conformado por el sector público y el sector privado. El sector público contiene instituciones que atienden a personas con y sin seguridad social, con términos diferenciados para cada grupo en los servicios ofrecidos y los padecimientos que se atienden. Mientras tanto, el sector privado está compuesto por aseguradoras y prestadores de servicio como clínicas, consultorios y hospitales privados (Gómez Dantés et al 2011). Los servicios se ofrecen a través de tres niveles de atención. El primer nivel se caracteriza por resolver las necesidades de atención básicas y más frecuentes. Se encarga de la promoción de la salud, la prevención y los procedimientos de recuperación. Los establecimientos suelen ser de baja complejidad (como clínicas) y cubren alrededor del 85 % de los problemas

médicos. En el segundo nivel se encuentran hospitales donde se prestan servicios de pediatría, gineco-obstetricia, cirugía general y psiquiatría. En este nivel se cubre un 10 % de los casos. Por último, en el tercer nivel de atención, se atienden patologías complejas que requieren procedimientos especializados de alta tecnología. Cubre el 5 % restante (Vignolo et al. 2011).

Sobre el contexto económico de la población en México, se estimó que, en 2014, alrededor del 53 % había sufrido algún grado de pobreza por ingresos. Ello repercute en un cubrimiento insuficiente de los gastos de salud domésticos (Ordoñez Barba 2018). Esa determinante social ocasiona que el sistema de salud mexicano se enfrente con enfermedades evitables, discapacidades y muerte prematura, con lo cual se mantienen las brechas socio-sanitarias y las inequidades (López Arellano y Jarillo Soto 2017). La esperanza de vida al nacer ha aumentado desde el año 2000 (cuando era de 73,3 años) al año 2012 (74,4 años), hasta llegar a 75,4 años en 2019. Sin embargo, sigue por debajo del promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de 80,7 años. La situación se ha adjudicado a malos hábitos de nutrición y enfermedades relacionadas; a accidentes de tráfico y homicidios; así como a barreras en el acceso al cuidado de calidad (OCDE 2014; 2019).

A pesar de las técnicas de diagnóstico que la biotecnología médica tiene disponibles, en México existe aún un porcentaje importante de personas que no tienen acceso a servicios de salud básicos. Tan solo en 2012 se estimó que 57 000 000 de personas (48 % de la población) no tenían un acceso efectivo a los servicios médicos, sobre todo por razones financieras o de disponibilidad geográfica (Gutiérrez et al. 2014). Si se compara el precio actual de una prueba PCR para la detección del SARS-CoV-2 (alrededor de 3000 pesos mexicanos) con el salario mínimo diario (141,60 pesos mexicanos en la mayoría del país), esta equivale a 21 salarios mínimos. Por tanto, los beneficios del diagnóstico a través de herramientas biotecnológicas no están al alcance de toda la población (Laboratorio Médico del Chopo 2021a; 2021b; Secretaría del Trabajo y Previsión Social 2021).

Por otra parte, para hablar de las técnicas que utiliza la biotecnología médica en el diagnóstico de enfermedades, es necesario recordar los principales procesos del metabolismo de la información en la célula. Mediante la replicación, el ácido desoxirribonucleico ADN (o ácido ribonucleico ARN en virus) actúa como el molde de su propia síntesis (el ADN polimerasa es catalizadora de esa reacción). Mediante la transcripción, se forma un producto de ARN a partir de ADN. Con la traducción, se sintetiza una cadena polipeptídica específica a partir de ARN (Mathews, van Holde y Ahern 2002).

## Metodología

Se realizó una revisión documental de algunas de las herramientas y los productos biotecnológicos utilizados en el diagnóstico de un número establecido de enfermedades relevantes en México, con diferentes causas (infecciosas y no infecciosas). La información fue recolectada a través de sitios y documentos oficiales de instituciones del Gobierno mexicano, así como de artículos científicos de las bases de datos Science Direct, Elsevier y Scopus que analizan la implementación de dichas herramientas y métodos de detección actuales.

## Reacción en cadena de la polimerasa PCR

Una de las principales herramientas de la biotecnología para la identificación de material genético y el diagnóstico de enfermedades es la PCR. Esta técnica es una amplificación<sup>1</sup> enzimática, dirigida por cebadores,<sup>2</sup> de una secuencia específica de ADN genómico mediada a través de la enzima *Taq* polimerasa.<sup>3</sup> La reacción permite obtener millones de copias de una determinada secuencia genética. Su procedimiento consiste en la repetición de tres pasos: la desnaturalización del ADN de doble cadena, el alineamiento de los cebadores al ADN de una sola cadena y la extensión enzimática que producirá copias del ADN que servirán como molde en las siguientes repeticiones de los pasos anteriores (Kolmodin y Birch 2002).

Además de la técnica original, se han desarrollado una gran cantidad de variantes, útiles para adaptar la PCR a diferentes situaciones que se pueden presentar por la naturaleza del material genético a analizar, la infraestructura y el personal disponible para desarrollar la técnica (Kolmodin y Birch 2002). Se debe diferenciar entre herramientas de la biotecnología, como la descrita con anterioridad, y productos de ella, como anticuerpos. Ambos son utilizados en el diagnóstico de enfermedades (Pham 2018).

## Enfermedad diarreica aguda

La diarrea suele ser un síntoma de infección del tracto digestivo ocasionada por bacterias, virus o parásitos. Se transmite por alimentos o agua contaminados, o de persona a persona, por higiene deficiente (Olaiz Fernández et al. 2020).

1 Multiplicar una muestra de material genético a una cantidad que pueda ser analizada o utilizada para otros propósitos (Thieman y Palladino 2010).

2 Fragmento corto de ADN o ARN complementarios a un fragmento de ADN que sirve para que la síntesis de este pueda realizarse (Salazar Montes, Sandoval Rodríguez y Armendáriz Borunda 2013).

3 Enzima termoestable utilizada en la PCR, que sintetiza la cadena de ADN. Es aislada del *Thermus aquaticus*, microorganismo termófilo (Thieman y Palladino 2010).

El rotavirus es un virus de ARN de doble cadena, causante de diarrea aguda líquida. También es causada por microorganismos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y otros. El diagnóstico definitivo solo puede obtenerse por pruebas de laboratorio. La mayor incidencia se presenta en personas de 20 a 40 años, pero la enfermedad puede causar una deshidratación grave y posterior muerte en niños, sobre todo menores de cinco años (Hernández Cortez, Aguilera Arreola y Castro Escarpulli 2011).

A escala mundial, el rotavirus es la causa principal de gastroenteritis aguda. Causa cada año 114 000 000 de episodios de gastroenteritis y 611 000 muertes infantiles (80 % en países en vías de desarrollo). Representa el 5 % de la mortalidad infantil en el mundo (Olaiz Fernández et al. 2020).

En México es difícil conocer las estadísticas exclusivas por rotavirus, ya que las enfermedades causantes de diarrea se suelen clasificar como ocasionados por un grupo de microorganismos y no se realizan pruebas de laboratorio sistemáticas. La media de las muertes de niños menores de cinco años relacionadas con la diarrea entre 2007 y 2014 fue de 563 (Olaiz Fernández et al. 2020; Sánchez Uribe et al. 2016).

El control de la enfermedad requiere una evaluación precisa del paciente, para obtener datos clínicos y epidemiológicos; la identificación de las cepas aisladas, así como la promoción de las medidas de higiene para evitar esta y otras enfermedades gastrointestinales (evitar comer en la calle, lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño, hervir el agua, desinfectar frutas y verduras, preparar de forma correcta los alimentos) (Hernández Cortez, Aguilera Arreola y Castro Escarpulli 2011).

La RT PCR en tiempo real<sup>4</sup> ha sido usada en México como una herramienta para la detección de rotavirus. Su ventaja ante otros métodos como electroforesis en gel de poliacrilamida (PAGE, por sus siglas en inglés) radica en su mayor sensibilidad<sup>5</sup> (sensibilidad del 95 % y especificidad<sup>6</sup> del 99 %), y en una menor cantidad de pasos a seguir para conseguir resultados en poco tiempo. Ello demuestra que puede ser de utilidad para el análisis de rutina, como un apoyo para el diagnóstico de esta enfermedad y como un recurso para el monitoreo constante de la forma en que está afectando a la población (De la Cruz Hernández et al. 2017).

4 Esta variante tiene dos modificaciones a la PCR convencional. La primera, dada por la parte "RT" en el nombre, consiste en transcribir RNA hacia una molécula de ácido desoxirribonucleico complementario (cDNA) para poder realizar los ciclos de amplificación correspondientes de una PCR convencional (Aatsinki 2002). La modificación que hace que esta técnica sea "en tiempo real" consiste en utilizar una sonda con una molécula fluorescente y una molécula que inhibe la fluorescencia, junto con los demás reactivos de la reacción. Al darse el proceso de extensión en la PCR, la molécula fluorescente es liberada, lo que hace que la luz que emite pueda ser cuantificada a través de un equipo detector (Gibson, Heid y Williams 1996).

5 Como marcador de desempeño de una prueba, la sensibilidad es la proporción entre la tasa de verdaderos positivos sobre el total de los pacientes que sí tienen la enfermedad, es decir, el porcentaje de pacientes con la enfermedad que tienen un resultado positivo en la prueba (Sierra Arango 2003).

6 Como marcador de desempeño de una prueba, la especificidad es la proporción entre la tasa de verdaderos negativos sobre el total de pacientes que no tienen la enfermedad, es decir, el porcentaje de pacientes sin la enfermedad que tienen un resultado negativo en la prueba (Sierra Arango 2003).

## COVID-19

La COVID-19 es una enfermedad respiratoria que se presenta como una neumonía atípica, provocando síntomas como fiebre, fatiga, tos seca, entre otros. Con frecuencia afecta de mayor manera a personas con enfermedades preexistentes como diabetes, obesidad, hipertensión o condiciones relacionadas con el sistema inmune, a las que incluso les puede provocar la muerte. No obstante, cabe recalcar que en la mayoría de los infectados los síntomas pueden ser leves o moderados (Martínez Liu et al. 2021).

Esta enfermedad se detecta por medio de diferentes grupos de pruebas. Las de biología molecular (RT-PCR entre otras variaciones) son las pruebas de oro para la detección del virus, con la capacidad de detectar casos asintomáticos. Reducen el contagio de manera significativa, al promover la cuarentena autoimpuesta en la población (Liu y Rusling 2021; Rannan Eliya et al. 2020). Tienen la desventaja de un alto porcentaje de falsos negativos (20 % al 68 %), en dependencia del día en que se tome la muestra, el mal manejo de esta y las mutaciones del virus. La muestra tiene una estrecha ventana para ser tomada y no presenta mucha estabilidad. Además, se requiere personal calificado, instalaciones con bioseguridad, reactivos y equipos especializados.

También existen las pruebas de anticuerpos,<sup>7</sup> que no detectan el virus directamente, sino la respuesta del organismo ante él, pero poseen la gran ventaja de una ventana de detección mucho más amplia. Las muestras pueden ser sanguíneas o de saliva, son mucho más estables en su manejo y no requieren infraestructura y reactivos especializados. Por tanto, tienen menor costo. Las pruebas de anticuerpos actúan como un complemento indispensable a las pruebas de biología molecular, al diagnosticar casos pasados y contribuir al monitoreo poblacional del comportamiento de la epidemia y la inmunidad (Liu y Rusling 2021).

La disponibilidad de procedimientos certeros y rápidos para su diagnóstico ha demostrado ser de vital importancia en el control de la enfermedad, así como en el entendimiento de la infección y los procesos de inmunidad. Este hecho fue demostrado a través de un análisis de transmisibilidad<sup>8</sup> del virus entre marzo y junio de 2020. Los países que utilizaban pruebas de una manera continua y elevada redujeron el índice de transmisibilidad a un número que lleva a la eventual eliminación del virus. Cabe recalcar que la contención también se ve afectada por otras medidas, como el uso de mascarilla, el distanciamiento social y el cierre de espacios. El acceso a las pruebas está limitado por su precio: las de biología molecular tienen un costo de alrededor de 3300 pesos mexicanos, y la

7 Glicoproteínas del sistema inmune capaces de unirse fuertemente a antígenos, discriminando entre estructuras antigénicas diferentes. Su función no solo incluye la identificación de antígenos, sino su marcaje para el reconocimiento por parte de las células del sistema inmune (Büyükköroğlu y Şenel 2018)

8 Representa el número de infecciones secundarias generadas por una persona infectada (Rannan Eliya et al. 2020).



de antígenos, alrededor de 800 pesos mexicanos. El distanciamiento social es condicionado por la capacidad de la población de quedarse en casa para evitar posibles contagios, considerando la necesidad de salir para realizar actividades de subsistencia (Rannan Eliya et al. 2020).

Mientras tanto, la secuenciación también ha probado ser de utilidad en el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad COVID-19 a nivel poblacional. Al secuenciar las variantes del virus que aparecen en varios países, se han encontrado relaciones entre los cambios específicos en su secuencia y el comportamiento en cuestiones de infectividad e impacto en el organismo. Ello, además de proporcionar datos de la enfermedad, impulsa un diagnóstico personalizado y tratamientos más efectivos (Hernández Huerta et al. 2020).

Estudios preliminares sobre la COVID-19 en México sugieren que, aunque la mayor cantidad de contagios ocurran en ciudades con una alta población, son las zonas con un mayor rezago social las que presentan más fallecimientos. Además, se ha establecido un vínculo entre la alta tasa de letalidad en el país (no solo en las zonas con rezago social) y la estrategia sanitaria de una baja cobertura poblacional. El resultado son pruebas diagnósticas insuficientes, lo cual recalca la importancia del diagnóstico oportuno, no solo para una mayor probabilidad de éxito en el tratamiento a los individuos, sino para el control y monitoreo de enfermedades infecciosas (Mendoza González 2020).

## Cáncer cervicouterino

La infección del virus del papiloma humano (VPH) puede derivar en cáncer cervicouterino. Este cáncer es el segundo más común que afecta a las mujeres en América Latina, solo superado por el de mama. Alrededor del 85 % de la carga global de la enfermedad se presenta en la región. Su alta tasa de mortalidad en estos países se debe en parte a un diagnóstico tardío (Hernández Hernández, Apresa García y Patlán Pérez 2015; Torres Poveda, Cruz Valdez y Madrid Marina 2014).

En México, este cáncer causó la muerte de 4009 personas en 2015; de 3952 en 2010; 4227 en 2005 y 4620 en 2000 (Aldaco Sarvida et al. 2018). La alta tasa de mortalidad es atribuida a situaciones relacionadas con la pobreza, como baja escolaridad, bajo nivel socioeconómico, residencia en áreas rurales, desempleo y falta de acceso efectivo a servicios de salud (Palacio Mejía et al. 2003).

Una de las pruebas más comunes para detectar la infección por VPH es la de Papanicolaou. Se basa en la descripción morfológica de lesiones, lo que permite identificar datos que sugieren la infección en cuestión o el desarrollo de cáncer cervicouterino (Hernández Hernández, Apresa García y Patlán Pérez 2015; Torres Poveda, Cruz Valdez y Madrid Marina 2014).



Un estudio en Veracruz encontró que la PCR anidada<sup>9</sup> proporciona mayor certeza en la detección del virus antes de que cause anomalías en las células. Se detectó infección de VPH en 15 muestras de 123 que antes habían resultado normales en la prueba de Papanicolau (Yerena Aguilar et al. 2009).

La PCR anidada es otra variante de la PCR convencional. Tiene mayor sensibilidad, ya que utiliza dos rondas de amplificación con dos pares de cebadores distintos para cada ronda. La PCR convencional solo utiliza un paso de amplificación (Salazar Montes, Sandoval Rodríguez y Armendáriz Borunda 2013).

## Cáncer de mama

El cáncer de mama ha presentado un alza en su tasa de aparición en México. Es el de mayor mortalidad en las mujeres (Grajales Pérez et al. 2014). Causó la muerte de 6304 personas en 2015; 5094 en 2010; 4264 en 2005 y 3503 en 2000 (Aldaco Sarvida et al. 2018). El sobrepeso y la obesidad son factores relacionados con su aparición (Aguilar Cordero et al. 2012). La detección y el tratamiento de este tipo de cáncer no solo enfrentan una barrera económica o tecnológica, sino también cultural. Algunas mujeres, en especial en países en vías de desarrollo, retardan los procesos de detección y tratamiento por temor a ser abandonadas por sus cónyuges (Frenk 2009).

Los biomarcadores han sido fundamentales en su detección. La forma en la que se detecta es analizando los niveles de expresión de ciertos receptores como el receptor estrogénico (sensibilidad 100 %, especificidad 100 %), el receptor de progesterona (sensibilidad 96 %, especificidad 77 %) y el receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano (*human epidermal growth factor receptor 2* o HER2, sensibilidad 77 %, especificidad 99 %) (Lundgren et al. 2021; Thieman y Palladino 2010). Cuando el resultado de HER2 no es concluyente, se usan otras herramientas para amplificarlo, como la técnica FISH (Salinas Martínez et al. 2014). Esta emplea sondas marcadas con nucleótidos fluorescentes para indicar la presencia de genes de interés (Thieman y Palladino 2010).

El uso de los biomarcadores es otro avance de la biotecnología en el área de salud. Estos suelen definirse como proteínas o moléculas específicas medidas en sangre, cuya concentración evidencia la presencia, la severidad o el estado de una enfermedad. Los biomarcadores también pueden ser hormonas, genes, productos génicos, enzimas o incluso células específicas (Dhawan 2018).

<sup>9</sup> La primera reacción amplifica una zona extensa del material genético con el primer par de cebadores. En la segunda reacción se usa el segundo par de cebadores, que reconocerán una sección del producto de la primera reacción y darán como resultado un producto más pequeño (Salazar Montes, Sandoval Rodríguez y Armendáriz Borunda 2013).

## Lesiones renales agudas

Otro caso en el que el diagnóstico por medios biotecnológicos puede hacer una diferencia significativa en el impacto de la enfermedad es el de las lesiones renales agudas. Estas pueden afectar hasta al 15 % de pacientes hospitalizados. Presentan una elevada tasa de mortalidad, por la falta de terapias efectivas y métodos de diagnóstico temprano. La mayor mortalidad ha sido reportada en países en desarrollo (Barrera Chimal y Bobadilla 2012; Chávez Iñiguez, García García y Lombardi 2018).

El diagnóstico convencional de esta afección se realiza por el estudio de los niveles de creatinina y un examen de nitrógeno ureico en sangre. Sin embargo, el análisis de dichos componentes no provee un diagnóstico temprano, ya que se ven afectados por otros factores. En el caso de la creatinina, su aumento se puede dar después de que el tejido del riñón esté dañado (Barrera Chimal y Bobadilla 2012).

Durante los últimos años, nuevos biomarcadores para diagnosticar las lesiones renales agudas se han estudiado. Un grupo de científicos mexicanos encontró que el biomarcador sensible Hsp72 puede detectar lesiones renales agudas en pacientes enfermos críticos hasta tres días antes que el método de diagnóstico convencional (Morales Buenrostro et al. 2014).

## Leishmaniasis

Las leishmaniasis son un grupo de enfermedades provocadas por parásitos del género *Leishmania*. Se transmiten por medio de insectos, por lo general en ambientes selváticos. Pueden manifestarse como lesiones cutáneas, y presentarse en las mucosas o diseminarse por todo el cuerpo en forma de lesiones nodulares (Monroy Ostria et al. 2014). El grupo de edad más afectado es el de 25 a 44 años, seguido por el de 15 a 19 años. Entre 2006 y 2011 se reportaron 3657 casos y 12 fallecimientos, pero la enfermedad se presume subregistrada. La mayoría de los casos se concentran en los estados de Tabasco y Quintana Roo (Sosa Ávila, Lozano Janett y Zúñiga Carrasco 2014).

Los métodos de diagnóstico más comunes son examen microscópico y cultivo (de muestra cutánea o visceral), detección de anticuerpos, test de hipersensibilidad tardía, detección de anticuerpos mediante el polipéptido recombinante rK39, detección de antígeno en orina, reacción en cadena de la polimerasa, entre otros (Sosa Ávila, Lozano Janett y Zúñiga Carrasco 2014). El éxito del tratamiento está fuertemente relacionado con la correcta identificación del género de *Leishmania* que afecta al paciente. Esa tarea se dificulta en pacientes afectados por diferentes tipos de *Leishmania* al mismo tiempo. La secuenciación<sup>10</sup> de muestras provenientes

10 La secuenciación de ADN es el proceso de determinar el orden de nucleótidos (adenina, guanina, citosina y timina) presentes en una molécula de ADN (Nawaz Tipu y Shabbir 2015).

tes de pacientes permite la identificación del parásito en cuestión y ayuda a su correcto tratamiento (Monroy Ostria et al. 2014).

## Neurocisticercosis

La neurocisticercosis, también conocida como cisticercosis cerebral, es una enfermedad zoonótica causada por la *Taenia solium* cuando invade el sistema nervioso central en forma de tenia. Sigue siendo prevalente en la mayoría de los países de América Latina y está asociada con la pobreza, la mala calidad del agua y las facilidades sanitarias inadecuadas (Hernández et al. 2019). En el mundo, provocó la muerte de alrededor de 30 000 personas en 2018.

La dificultad de su diagnóstico y los casos asintomáticos hacen que el número de personas afectadas en México no se pueda conocer con exactitud. Sin embargo, se estima que le costó al país 235 000 000 de dólares en 2015 (Morales Sandoval, Téllez Arellano y Fleury 2020). La enfermedad es más común en zonas rurales de clima templado, donde está asociada al consumo de carne de cerdo y a dormir en el suelo. Una persona infectada puede contagiar a otras con las que convive. Además, la migración de zonas rurales a zonas urbanas favorece la dispersión de la enfermedad (Flisser 2011).

El estándar de oro<sup>11</sup> para su diagnóstico son las tomografías computarizadas e imágenes de resonancia magnética, que no están ampliamente disponibles en los países donde más se requieren. Ello provoca una mortalidad más alta de la que se presenta bajo un diagnóstico adecuado. Para contrarrestar el problema, se ha recurrido a la prueba ELISA (Hernández et al. 2019).

## ELISA

La técnica de enzimoimmunoanálisis de adsorción (ELISA, por su acrónimo en inglés) es muy usada en el diagnóstico y en el control de calidad de la industria biomédica, por su capacidad de detectar y cuantificar antígenos específicos en una muestra. Su fundamento recae en la captura de un antígeno,<sup>12</sup> mediada por anticuerpos con un sustrato medible. Los antígenos se unen al anticuerpo, que a su vez está unido a una enzima capaz de generar un producto que podrá ser cuantificado (el producto puede ser de un color particular, luminiscente o fluorescente) (Büyükköröglü et al. 2018).

11 Estándar de referencia que se considera adecuado para definir la presencia o ausencia de una condición de interés. Idealmente se presenta una sensibilidad y especificidad del 100 % en ambos casos (Trikalinos et al. 2012; Sierra Arango 2003).

12 Moléculas específicas que pueden inducir la respuesta de los anticuerpos (Thieman y Palladino 2010).

Varias modificaciones se le han hecho a esta técnica, considerando los principios de asequibilidad, sensibilidad (81 %), especificidad (97,1 %), fácil ejecución y robustez, con el fin de poder utilizarla en lugares que no tienen todo el equipo o personal de un laboratorio de biología molecular (Hosseini et al. 2018; Hernández et al. 2019). En México se ha utilizado para el diagnóstico del virus de inmunodeficiencia humana (VIH), la enfermedad de Chagas y enfermedades febriles exantemáticas, como sarampión y rubeola, entre otras (Censida 2018; Secretaría de Salud 2019a; Secretaría de Salud 2018).

El ELISA más usado necesita dos tipos de anticuerpos: uno para capturar la proteína específica que se quiere cuantificar y otro unido a una enzima, para producir la reacción medible comentada antes. El primer anticuerpo que se une a la proteína de interés se sitúa en una placa ELISA con varios pocillos (por lo general, 96). Se agrega la proteína, y después de una serie de pasos de lavado, se añade el segundo anticuerpo (que estará unido a una enzima). La utilización de un sustrato permite que tenga lugar la reacción visible si el anticuerpo se une a la proteína de interés. Las placas de ELISA suelen obtenerse prediseñadas para identificar una gran variedad de proteínas importantes (Thieman y Palladino 2010).

## Consideraciones

Estas técnicas requieren ciertas instalaciones, equipos, insumos y personal calificado. En el caso de la PCR y sus variantes, se necesita un termociclador, cámara para gel de electroforesis, sistema UV, micropipetas, puntas para micropipetas, tubos de PCR y diferentes reactivos como cebadores, enzimas, agarosa, buffer, entre otros (Bachman 2013). De igual manera, la secuenciación requiere equipo altamente especializado, kits consumibles y *software* para analizar los resultados (Schwarze et al 2020). Por otra parte, la técnica ELISA requiere una cantidad menor de recursos. Es posible su aplicación en el punto de atención, lo cual mejora la accesibilidad de este tipo de diagnóstico (Mubanga 2019).

Desde la perspectiva ambiental, estas técnicas tienen un lado negativo. Los laboratorios de ciencias biológicas, médicas y de la agricultura, en países como Estados Unidos, han mostrado el exceso de plásticos de un solo uso en dichas instalaciones. Este uso excesivo recae en la demanda de hacer eficientes los procedimientos, en dinero y tiempo. Se sugiere implementar estrategias e incentivos para fomentar la reutilización y el reciclaje de esos materiales (Urbina, Watts y Reardon 2015).

## Acciones y perspectivas a futuro

La biotecnología médica tiene la capacidad de resolver la problemática del diagnóstico no oportuno que tiene México, pero las situaciones de accesibilidad médica derivadas de aspectos sociales promueven los diagnósticos tardíos, que llevan a una alta tasa de mortalidad, como sucede con el cáncer cervicouterino (Hernández Hernández, Apresa García y Patlán Pérez 2015).

En países en vía de desarrollo, la tasa de prevalencia de infección por VPH es de 14,3 % y en países desarrollados, de 10,3 % (Terán Figueroa et al. 2015). Se han dado pasos para remediar la situación, como la campaña “Semana de sensibilización en cáncer de cuello uterino”, de 2019. Sus retos establecidos fueron detectar casos en etapas tempranas a través de coberturas de tamizaje y fomentar la responsabilidad de autocuidado (Secretaría de Salud 2019b). Si bien estos objetivos son relevantes y de suma importancia, la continuidad y el alcance de las campañas no son del todo claros.

Por otro lado, la elevada morbilidad y mortalidad de enfermedades como el rotavirus no puede ser completamente controlada hasta que mejore la calidad de vida de la población, asegurando los servicios básicos de agua potable y drenaje, que suelen faltar en comunidades rurales. Ello, sin olvidar el factor clave de promover una buena alimentación (Hernández Cortez, Aguilera Arreola y Castro Escarpulli 2011).

México asignó 50 673,05 millones de pesos (MMDP) para Ciencia, Tecnología e Innovación en 2020, el equivalente al 0,19 % del PIB, por debajo del 1 % recomendado por diversas organizaciones internacionales (Subdirección de Análisis Económico 2019).

Las tendencias en el diagnóstico de enfermedades apuntan a pruebas realizables en el punto de atención, con alta sensibilidad y especificidad, que reduzcan costos evitando el equipo, el personal y la infraestructura especializada requeridos en algunas pruebas moleculares. Así, se reduce el tiempo de espera y mejora la atención al paciente (Vashist et al. 2015).

## Conclusiones

Las técnicas biotecnológicas pueden mejorar la manera en que se diagnostican y monitorean enfermedades en individuos y poblaciones. Sin embargo, existen barreras sociales y económicas que deben ser abordadas para que una mayor cantidad de la población en México pueda acceder a los servicios de salud de una manera efectiva. Debe procurarse el aspecto tecnológico y científico de la medicina a través del apoyo a la investigación, así como la planeación, la ejecución y el seguimiento de medidas sociales, considerando los aspectos socioeconómicos y culturales que últimamente modifican el perfil de las enfermedades en una población.

Las herramientas de la biotecnología en el diagnóstico, aplicadas por medio de programas públicos dirigidos a la población vulnerable, proporcionan una forma de cerrar la brecha de salud entre zonas desarrolladas y en vías de desarrollo. Aun así, se debe considerar que la cantidad de recursos que estas utilizan sigue siendo elevada.

## Bibliografía

- Aatsinki, Jyrki T. 2002. "Coupled One-Step Reverse Transcription and Polymerase Chain Reaction Procedure for Cloning Large cDNA Fragments". En *PCR cloning protocols*, editado por Bing-Yuan Chen y Harry W. Janes, 53-58. Nueva York: Springer Science & Business Media.
- Aguilar Cordero, María José, Marisol Neri Sánchez, Carlos Alberto Padilla López, María L. Pimentel Ramírez, Arturo García Rillo y Antonio Manuel Sánchez López. 2012. "Factores de riesgo como pronóstico de padecer cáncer de mama en un estado de México". *Nutr Hosp* 27 (5): 1631-1636.
- Aldaco Sarvida, Fernando, Perla Pérez Pérez, Guadalupe Cervantes Sánchez, Laura Torrecillas Torres, Aura Argentina Erazo Valle Solís, Paula Cabrera Galeana, Daniel Motola Kuba, Pablo Anaya, Samuel Rivera Rivera y Eduardo Cárdenas Cárdenas. 2018. "Mortality from cancer in Mexico: 2015 update". *Gac Mex Oncol* 17: 24-30.
- Bachman, Julia. 2013. "Reverse- Transcription PCR (RT-PCR)". En *Methods in Enzymology*, editado por Jon Lorsch, 67-74. Waltham: Academic Press.
- Barrera Chimal, Jonathan, y Norma Bobadilla A. 2012. "Are recently reported biomarkers helpful for early and accurate diagnosis of acute kidney injury?". *Biomarkers* 17 (5): 385-393. doi.org/10.3109/1354750x.2012.680070
- Borém, Aluizio, Fabricio R. Santos y David E Bowen. 2003. *Understanding Biotechnology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Büyükköroğlu, Gülay, y Behiye Şenel. 2018. "Engineering Monoclonal Antibodies: Production and Applications". En *Omics Technologies and Bio-Engineering, Towards Improving Quality of Life*, editado por Debmalya Barh y Vasco Azevedo, 353-389. Eskisehir: Academic Press.
- Büyükköroğlu, Gülay, Devrim Demir Dora, Filiz Özdemir y Candan Hızal. 2018. "Techniques for Protein Analysis". En *Omics Technologies and Bio-Engineering, Towards Improving Quality of Life*, editado por Debmalya Barh y Vasco Azevedo, 317-351. Eskisehir: Academic Press.
- Censida (Centro Nacional para la Prevención y Control del VIH y el Sida). 2018. "Guía para la detección del Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH)", <https://bit.ly/3Bn5SZW>
- Chávez Iñiguez, Samuel Jonathan, Guillermo García García y Raúl Lombardi. 2018. "Epidemiología y desenlaces de la lesión renal aguda en Latinoamérica". *Gaceta Médica de México* 154 S (1): 6-14.

- De La Cruz Hernández, Sergio Isaac, Yazmin Anaya Molina, Fabián Gómez Santiago, Heidi Lizbeth Terán Vega, Elda Monroy Leyva, Héctor Méndez Pérez y Herlinda García Lozano. 2017. "Real time RT-PCR, a necessary tool to support the diagnosis and surveillance of rotavirus in Mexico". *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 90 (4) 272-276. doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2017.12.005
- Dhawan, Dipali. 2018. "Biotechnology for Biomarkers: Towards Prediction, Screening, Diagnosis, Prognosis, and Therapy". En *Omics Technologies and Bio-Engineering, Towards Improving Quality of Life*, editado por Debmalya Barh y Vasco Azevedo, 533-557. Gujarat: Academic Press.
- Flisser, Ana. 2011. "Control de la teniasis y la cisticercosis en México". *Biomédica* 31 (3): 300-315.
- Frenk, Julio. 2009. "Sensibilización, detección temprana y combate a los prejuicios: claves en la lucha contra el cáncer de mama". *Salud Pública de México* 51: 135-137.
- Gibson, Ursula E., Christopher A. Heid y P. Mickey Williams. 1996. "A novel method for real time quantitative RT-PCR". *Genome Research* 6 (10): 995-1001. doi.org/10.1101/gr.6.10.995
- Gómez Dantés, Octavio, Sergio Sesma, Victor M. Becerril, Felicia M. Knaul, Héctor Arreola y Julio Frenk. 2011. "Sistema de salud de México". *Salud Pública de México* 53 (2): 220-232.
- Grajales Pérez, Erika Gabriela, Carlos Cazares Flores, Lorena Díaz Amezcuita y Victor De Alba Ramírez. 2014. "Factores de riesgo para el cáncer de mama en México revisión de estudios en poblaciones mexicanas y México- americanas". *Revista CES Salud Pública* 5 (1): 50-58.
- Gutiérrez, Juan Pablo, Sebastián García Saisó, Germán Fajardo Dolci y Mauricio Hernández Ávila. 2014. "Effective access to health care in Mexico". *BMC Health Services Research* 14 (1): 1-9. doi.org/10.1186/1472-6963-14-186
- Hernández Cortez, Cecilia, María Guadalupe Aguilera Arreola y Graciela Castro Escarpulli. 2011. "Situación de las enfermedades gastrointestinales en México". *Enfermedades Infecciosas y Microbiología* 31 (4): 137.
- Hernández Hernández, Dulce M., Teresa Apresa García y Rosa Ma. Patlán Pérez. 2015. "Panorama epidemiológico del cáncer cervicouterino". *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 53: S154-61. <https://bit.ly/3bpOpW4>
- Hernández Huerta, María Teresa, Laura Pérez Campos Mayoral, Carlos Romero Díaz, Margarito Martínez Cruz, Gabriel Mayoral Andrade, Luis Manuel Sánchez Navarro, María del Socorro Pina Canseco, Eli Cruz Parada, Ruth Martínez Cruz, Eduardo Pérez Campos Mayoral, Alma Dolores Pérez Santiago, Gabriela Vásquez Martínez, Eduardo Pérez Campos y Carlos Alberto Matias Cervantes. 2020. "Analysis of SARS-CoV-2 mutations in Mexico, Belize and isolated regions of Guatemala and its implication in the diagnosis". *Journal of Medical Virology* 93 (4): 2099-2114. doi.org/10.1002/jmv.26591



- Hernández, Marisela, Osvaldo Germán Astudillo, Gustavo Diego, Jorge Luis de la Rosa Arana, Antonio Meza Lucas, Ricardo García Rodea, Matthew L. Romo, Andrea Toledo, R. Michael E. Parkhouse, Teresa Garate, Edda Sciutto y Agnès Fleury. 2019. "Immunodiagnosis of human neurocysticercosis: comparative performance of serum diagnostic tests in Mexico". *Parasitology Research* 118 (10): 2891-2899. doi.org/10.1007/s00436-019-06425-4
- Hosseini, Samira, Patricia Vázquez Villegas, Marco Rito Palomares y Sergio O. Martínez Chapa. 2018. *Advantages, disadvantages and modifications of conventional ELISA*. Singapur: Springer.
- Kolmodin, Lori A. y David E. Birch. 2002. "Polymerase Chain Reaction, Basic Principles and Routine Practice". En *PCR cloning protocols*, editado por Bing-Yuan Chen y Harry W. Janes, 3-18. New York: Springer Science & Business Media.
- Laboratorio Médico del Chopo. 2021a. "Detección COVID-19 por PCR", <https://bit.ly/3vYF5C6>
- Laboratorio Médico del Chopo. 2021b. "Anticuerpos totales cuantitativos anti-SARS COV-2", <https://bit.ly/3q5u0yn>
- Liu, Guoqiang, y James F. Rusling. 2021. "COVID-19 Antibody Tests and Their Limitations". *ACS Sensors* 6: 593-612.
- López Arellano, Olivia, y Edgar Jarillo Soto. 2017. "La reforma neoliberal de un sistema de salud: evidencia del caso mexicano". *Salúde Pública* 33 (2). doi.org/10.15090/0102-311X00087416
- Lundgren, Claudia, Fanny Sjöberg, Helena Olofsson y Henrik Lindman. 2021. "Abstract PS2-22: The sensitivity and specificity of routine breast cancer pathology based on breast core biopsies compared with pathology based on surgical resections". *American Association for Cancer Research* 81 (4): PS2-22. doi.org/10.1158/1538-7445.SABCS20-PS2-22
- Martínez Liu, Cynthia, Natalia Martínez Acuña, Daniel Arellanos Soto, Kame Galan Huerta, Sonia Lozano Sepúlveda, María del Carmen Martínez Guzmán y Ana María Riva Estilla. 2021. "SARS-CoV-2 in Mexico: Beyond Detection Methods, Scope and Limitations". *Diagnostics* 11 (1): 124. doi.org/10.3390/diagnostics11010124
- Mathews, Christopher K., Kevin E. van Holde y Kevin G. Ahern. 2002. *Bioquímica*. Madrid: Pearson Educación.
- Mendoza González, Mauricio Fidel. 2020. "Rezago social y letalidad en México en el contexto de la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19): una aproximación desde la perspectiva de la salud colectiva en los ámbitos nacional, estatal y municipal". *Notas de Población* 111. <https://bit.ly/3CtJL5r>
- Monroy Ostría, Amalia, Abedelmajeed Nasereddin, Victor M. Monteon, Carmen Guzmán Bracho, Charles L. Jaffe. 2014. "ITS1 PCR-RFLP Diagnosis and Characterization of Leishmania in Clinical Samples and Strains from Cases of Human Cutaneous Leishmaniasis in States of the Mexican Southeast." *Interdisciplinary perspectives on infectious diseases* 2014. doi.org/10.1155/2014/607287

- Morales Buenrostro, Luis E., Omar I. Salas Nolasco, Jonatan Barrera Chimal, Gustavo Casas Aparicio, Sergio Irizar Santana, Rosalba Pérez Villalva y Norma A. Bobadilla. 2014. "Hsp72 Is a Novel Biomarker to Predict Acute Kidney Injury in Critically Ill Patients". *PLoS ONE* 9 (10): e109407. doi.org/10.1371/journal.pone.0109407
- Morales Sandoval, José de Jesús, Carlos Alejandro Téllez Arellano y Agnès Fleury. 2020. "Neurocisticercosis extraparenquimatosa: reto terapéutico. A propósito de un caso". *Rev. Fac. Med.* 63 (4). doi.org/10.22201/fm.24484865e.2020.63.4.03
- Mubanga, Chishimba, Kabemba Mwape, Gideon Zulu, Isaac Phiri, Chiara Trevisan, Pierre Dorny, Sarah Gabriel y Inge Van Damme. 2019. "Evaluation of an antibody-detecting point-of care test for the diagnosis of *Taenia solium* taeniasis and neurocysticercosis/cisticercosis in an endemic area". *BMJ Glob Health* 4 (3): A1-A168. doi.org/10.1136/bmjgh-2019-EDC.13
- Nawaz Tipu, Hamid y Ambreen Shabbir. 2015. "Evolution of DNA Sequencing". *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 25 (3): 210-215.
- Olaiz Fernández, Gustavo A., Elena Gabriela Gómez Peña, Arturo Juárez Flores, Félix Jesús Vicuña de Anda, Jesús Enrique Morales Ríos, Omar F Carrasco. 2020. "Panorama histórico de la enfermedad diarreica aguda en México y el futuro de su prevención". *Salud pública de México* 62 (1): 25-35. doi.org/10.21149/10002
- Ordoñez Barba, Gerardo. 2018. "Discriminación, pobreza y vulnerabilidad: los entresijos de la desigualdad social en México". *Región y sociedad* 30 (71) doi.org/10.22198/rys.2018.71.a377
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2019. "Health at a Glance", <https://bit.ly/2ZA9tqN>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2014. "Estadísticas de la OCDE sobre la salud 2014 México en comparación", <https://bit.ly/3Cv3CkK>
- Palacio Mejía, Lina Sofía, Gudelia Rangel Gómez, Mauricio Hernández Avila y Eduardo Lazcano Ponce. 2003. "Cervical cancer, a disease of poverty: Mortality differences between urban and rural areas in Mexico". *Salud pública de México* 45: 315-325.
- Pham, Phuc. V. 2018. "Medical Biotechnology: Techniques and Applications". En *Omics Technologies and Bio-Engineering, Towards Improving Quality of Life*, editado por Debmalya Barh y Vasco Azevedo, 449-469. Ho Chi Minh: Academic Press.
- Rannan Eliya, Ravindra Prasan, Nilmini Wijemunige, J. R. N. A. Gunawardana, Sarasi N. Amarasinghe, Ishwari Sivagnanam, Sachini Fonseka, Yasodhara Kapuge y Chathurani P. Sigera 2020. "Increased Intensity of PCR Testing Reduced COVID-19 Transmission Within Countries During the First Pandemic Wave". *Health Affairs* 40 (1). doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01409
- Rivera Franco Monica M., y Eucario Leon Rodriguez. 2018. "Delays in Breast Cancer Detection and Treatment in Developing Countries". *Breast Cancer: Basic and Clinical Research* 12: 1-5. doi.org/10.1177/1178223417752677

- Sager, Brian. 2001. "Scenarios on the future of biotechnology. Technological Forecasting and Social Change". *Technological Forecasting & Social Change* 68 (2): 109–129. doi.org/10.1016/s0040-1625(00)00107-4
- Salazar Montes, Adriana, Ana Sandoval Rodríguez y Juan Armendáriz Borunda. 2013. *Biología molecular Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud*. Ciudad de México: McGraw Hill Education.
- Salinas Martínez, Ana María, Abigail Juárez Ruiz, Álvaro Mathiew Quirós, Francisco Javier Guzmán De la Garza, Adriana Santos Lartigue y César Escobar Moreno. 2014. "Cáncer de mama en México: tendencia en los últimos 10 años de la incidencia y edad al diagnóstico". *Rev Invest Clin* 66 (3): 210-217. <https://bit.ly/3w01j6L>
- Sánchez Uribe, Edgar, Marcelino Esparza Aguilar, Umesh D. Parashar y Vesta Richardson. 2016. "Sustained Reduction of Childhood Diarrhea-Related Mortality and Hospitalizations in Mexico After Rotavirus Vaccine Universalization". *Clinical Infectious Diseases* 62 (S2): S133–S139. doi.org/10.1093/cid/civ1205
- Sasson, Albert. 2005. *Medical biotechnology: achievements, prospects and perceptions*. Tokyo: United Nations University Press
- Schwarze, Katharina, James Buchanan, Jilles M. Fermont, Helene Dreau, Mark W. Tillely, John M. Taylor, Pavlos Antoniou, Samantha J. L. Knight, Carme Camps, Melissa M. Pentony, Erika M. Kvikstad, Steve Harris, Niko Popitsch, Alistair T. Pagnamenta, Anna Schuh, Jenny C. Taylorl y Sarah Wordsworth. 2020. "The complete costs of genome sequencing: a microcosting study in cancer and rare diseases from a single center in the United Kingdom". *Genetics in Medicine* 22: 85-94. doi.org/10.1038/s41436-019-0618-7
- Secretaría de Salud. 2019a. "Lineamientos de Vigilancia por Laboratorio de la Enfermedad de Chagas (Tripanosomiasis americana)", <https://bit.ly/3vW6kNA>
- Secretaría de Salud. 2019b. "Semana de sensibilización de cáncer en cuello uterino, Hoja de datos sobre cáncer de cuello uterino", <https://bit.ly/3msb1vB>
- Secretaría de Salud. 2018. "Lineamientos para la Vigilancia por Laboratorio de las Enfermedades Febriles Exantemáticas", <https://bit.ly/3vXXWNC>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Gobierno de México. 2021. "Salarios Mínimos 2021", <https://bit.ly/2ZzJLLI>
- Sierra Arango, Fernando. 2003. "La sensibilidad y especificidad: entendiendo su origen y utilidad real". *Revista Colombiana de Gastroenterología* 18 (3): 180-182.
- Sosa Ávila, Ediel Javier, Janett Caro Lozano e Iván Renato Zúñiga Carrasco. 2014. "Perfil epidemiológico de la leishmaniasis: una enfermedad olvidada en México". *ENF INF MICROBIOL* 34 (1): 31-36.
- Subdirección de Análisis Económico. 2019. "Presupuesto Público Federal para la Función Ciencia Tecnología e Innovación 2019-2020". Cámara de Diputados LXIV Legislatura, México. <https://bit.ly/3jSqhjx>
- Terán Figueroa, Yolanda, Patricia Muñoz Carreón, Monserrat Fernández Moya, Sergio Galán Cuevas, Nuri Noyola Range, Sandra Olimpia Gutiérrez Enríquez, Julio Ale-

- jandro Ortiz Valdez y Aurelio Cruz Valdez. 2015. “Repercusión del cáncer cervicouterino en pacientes con limitaciones de acceso a los servicios de salud”. *Ginecol Obstet Mex* 83: 162-172. <https://bit.ly/3nGa02q>
- Thieman, William J., y Michael A. Palladino. 2010. *Introducción a la Biotecnología*. Madrid: Pearson Educación.
- Torres Poveda, K.J., A. Cruz Valdez y V. Madrid Marina. 2014. “Epidemiología del cáncer cervicouterino”. *Gaceta Mexicana de Oncología* 13 (4): 4-17.
- Trikalinos, Thomas A., Cynthia M. Balion, Craig I. Coleman, Lauren Griffith, Pasqualina L. Santaguida, Ben Vandermeer y Rongwei. 2012. “Meta-analysis of Test Performance When There is a “Gold Standard””. *Journal of General Internal Medicine* 27: 56–66. [doi.org/10.1007/s11606-012-2029-1](https://doi.org/10.1007/s11606-012-2029-1)
- Urbina, Mauricio A., Andrew J. R. Watts y Erin E. Reardon. 2015. “Labs should cut plastic waste too”. *Nature*, 528(7583): 479-479. [doi.org/10.1038/528479c](https://doi.org/10.1038/528479c)
- Vashist, Sandeep Kumar, Peter B. Luppá, Leslie Y. Yeo, Aydogan Ozcan y John H. T. Luong. 2015. “Emerging Technologies for Next-Generation Point-of-Care Testing”. *Trends in Biotechnology* 33 (11): 692–705. [doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.09.001](https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.09.001)
- Vignolo, Julio, Mariela Vacarezza, Cecilia Álvarez y Alicia Sosa. 2011. “Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud”. *Archivos de Medicina Interna* 33 (1): 7-11.
- Yerena Aguilar, Clara Elena, Alfredo Miñón Hernández, Rocío Ortiz López y Juana Ramírez Aguilera. 2009. “Detección del virus del papiloma humano por PCR anidada con MY09/11 y GP5+/6+, en muestras endocervicales de pacientes con Papanicolaou normal, de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México”. *Bioquímica* 34 (SA): 65. <https://bit.ly/3jQBAJ4>



## El Atlántico, los inmigrantes y la transnacionalización de la enfermedad. Una nueva mirada sobre la epidemia de fiebre amarilla en Buenos Aires (1870-1871)

The Atlantic Ocean, the Immigrants and the Transoceanic Exchange of the Yellow Fever. A New Perspective about the 19th Century Epidemic in Buenos Aires (1870-1871)

 Nicolás-Fernán Rey, Universidad del Salvador, Argentina, nicomics27@outlook.es, orcid.org/0000-0003-1288-0087

Recibido: 22 de mayo de 2021  
Aceptado: 30 de julio de 2021  
Publicado: 30 de septiembre de 2021

### Resumen

La presente investigación analiza la epidemia de fiebre amarilla que arribó a Buenos Aires en el año 1871. A raíz de la pandemia de COVID-19, que puso en jaque al mundo globalizado, se pretende buscar en el pasado los problemas que enfrentaron las sociedades cuando las pestes arribaron a sus puertas. En este caso, se analizan las veloces conexiones transoceánicas de la segunda mitad del siglo XIX. A bordo de los buques no solo se transportaban personas, ideas y mercancías, sino también patógenos. A partir del enfoque transnacional de la historia ambiental, se analizan las denuncias de la prensa porteña de la época, las memorias de la Junta Sanitaria del Puerto de Buenos Aires, las memorias de la Comisión Central de Inmigración, y artículos del periódico español *Eco de Alicante*, para establecer un vínculo entre la epidemia desatada hacia finales de 1870 en Barcelona, y la comenzada en Buenos Aires en 1871. Se concluye que, estando estos dos puertos conectados permanentemente entre sí, y ambos sujetos a las impericias a bordo de los buques, el hacinamiento de los pasajeros y el deficiente control de las autoridades sanitarias, la epidemia de fiebre amarilla de Buenos Aires puede haber arribado desde Barcelona y no solo desde Asunción, como se sostiene en la bibliografía consultada.

**Palabras clave:** epidemia; Estado; inmigración; océano Atlántico; puerto

### Abstract

This investigation analyses the yellow fever epidemic that arrived to Buenos Aires in the year 1871. Connected with the COVID-19 pandemic that defied the globalized world, it is intended to look in the past the problems that the societies faced when the plagues arrived at their front doors. In this case, the transoceanic connections that took place until the second half of the 19th century will be analyzed. The ships not only transported people, ideas and cargo, but also pathogens inside them. From the transnational approach to environmental history, the newspapers' reports, the memories of the Buenos Aires port health commission, those of the Central Immigration Commission, as well as articles from the Spanish newspaper *Eco de Alicante* will be analyzed, to establish a connection between the epidemic developed in the end of 1870 in Barcelona the one that started in Buenos Aires in 1871. It is concluded that, being these two ports attached permanently and forced to face the shortcomings above the ships, such as the overcrowding of passengers and the deficient control of the sanitary authorities, the yellow fever epidemic of Buenos Aires could have arrived from Barcelona as well and not only from Asunción, as the consulted bibliography states.

**Key words:** Atlantic Ocean; epidemics; immigration; port; State



## Introducción

Eventos calamitosos como los brotes epidémicos suelen romper con el curso normal de la vida cotidiana. Comenta el historiador inglés J. Hays (1998, 136), que a partir de la peste negra se puede percibir en las sociedades occidentales un fortalecimiento de la maquinaria burocrática estatal, en sus distintos niveles, para intentar administrar los flagelos que sacudían a las comunidades. Con el surgimiento del pensamiento liberal, a mediados del siglo XVII, se comienza a cuestionar la intervención estatal en la esfera de los derechos privados de los individuos. Pero no es hasta el siglo XIX, con el capitalismo y el liberalismo fuertemente asentados en el mundo occidental que, a raíz de los brotes continuos de epidemias por la conexión comercial del globo, se acentuaron las críticas hacia las medidas restrictivas de los Gobiernos. Algunas de ellas fueron las cuarentenas y los cierres de puertos, cuestionados por mermar la actividad económica y el tránsito de personas.

En el caso de la República Argentina, entre 1865 y 1872, sucesivas epidemias de cólera y de fiebre amarilla sacudieron sobre todo a las ciudades de Rosario, Corrientes y Buenos Aires. Entre enero y julio de 1871, las pestes de fiebre amarilla de Corrientes y Buenos Aires dejaron un saldo conjunto de 16 000 muertos (entre 2000 y 14 000 víctimas, respectivamente. Cabe mencionar que Buenos Aires tenía 160 000 habitantes). Esto sucedió junto a un clima atípico para la época otoñal en el que se desarrolló el pico de la epidemia. Como lo atestigua la extensa literatura sobre el tema, esos eventos generaron repercusiones tanto en la salud pública como en las instituciones educativas, los organismos de caridad, la sanidad portuaria y otros.

La presente investigación es un trabajo histórico, que analiza el caso de la epidemia de fiebre amarilla de Buenos Aires, en 1871. La hipótesis es que la enfermedad podría haber llegado, además de la vía de contagio fluvial en el eje Asunción-Buenos Aires, en los barcos de inmigrantes que arribaron al puerto bonaerense desde Génova y Barcelona. Mediante los postulados de la historia ambiental, se examina la transnacionalización de la enfermedad durante el siglo XIX y cómo afectó la vida de quienes migraban hacia distintos territorios. Las denuncias de la prensa bonaerense dan cuenta de la negligencia de las autoridades portuarias y de los capitanes de buques de inmigrantes que, por lucro, pauperizaron la vida de los viajeros durante su estadía en las embarcaciones. Esto último podría haber facilitado la difusión de la enfermedad a bordo, al igual que la falta de políticas eficaces del incipiente Estado moderno argentino para permitir la acogida en masa de viajeros y evitar su hacinamiento. Se discute, por lo tanto, la capacidad de respuesta de los organismos estatales frente a los brotes epidémicos.

La historiografía sobre la epidemia de fiebre amarilla de 1871 en Buenos Aires es amplia. Los textos “clásicos” –comenzando por el de Bucich Escobar (1932), siguiendo por el de Ruiz Moreno (1949) y terminando por el de Scenna (2011), de



1974— abarcan temas diversos: el rol de la Policía, de los médicos, de los ciudadanos, etc. Utilizan, sobre todo, fuentes institucionales y relatos escritos por actores que intervinieron en el ámbito público. Empero, se percibe un incipiente uso de artículos periodísticos contemporáneos al flagelo, especialmente en el trabajo de Scenna. Su agrupamiento dentro de la denominación “clásica” se debe a que se circunscriben a la Nueva Escuela Histórica, dado que los autores narran de forma dramática los sucesos, motorizando el afianzamiento de algunas instituciones estatales, la actuación de los prohombres de la época o el establecimiento del saber médico, con criterios científicos, en Buenos Aires (Fiquepron 2020, 106). De los trabajos más actuales (Galeano 2009; González Leandri 2013; Pégola 2014), destacan los de Laura MaloSETTI Costa (2005), Valeria Silvina Pita (2016) y Maximiliano Fiquepron (2020). En su último libro, Fiquepron rescata el rol activo de las instituciones estatales antes y durante la epidemia, y cómo fue percibida esta en clave social, discutiendo abiertamente con lo dicho (y establecido incluso en círculos académicos) en la bibliografía clásica. Los autores mencionados anclan sus investigaciones en la historia social y cultural de la enfermedad, con enfoques metodológicos y criterios netamente académicos. Se encuentran influenciados, desde el ámbito sudamericano, por los trabajos de Diego Armus (2002, 5), para quien, durante las enfermedades, se implementan y legitiman políticas e instituciones públicas, se “canalizan ansiedades sociales de todo tipo (...) [se] descubren condiciones materiales de existencia y aspectos de las identidades individuales y colectivas, [y se] sancionan valores culturales”.

No obstante, la bibliografía consultada maneja, a grandes rasgos, una teoría general sobre el punto de origen de la enfermedad: establece una conexión entre los soldados argentinos desmovilizados desde Asunción hacia Buenos Aires, al finalizar la Guerra de la Triple Alianza, conocida también como Guerra del Paraguay, y el surgimiento de la epidemia en las zonas aledañas al puerto de Buenos Aires. Apuntan, de igual manera, al tráfico naval y comercial debido al intenso intercambio entre las ciudades costeras del río Paraná.

El objetivo de la presente investigación es proponer otro foco de origen: la vía ultramarina. Para desarrollar la hipótesis, se tienen en cuenta las condiciones higiénicas de los barcos, el lucro de los capitanes, el tiempo de viaje entre Europa y Buenos Aires, el modo de transmisión de la enfermedad, las deficiencias sanitarias y administrativas del puerto de la ciudad y el constante contacto con puertos europeos donde también existía una epidemia de fiebre amarilla.

Tales circunstancias determinaron el asedio permanente de las infecciones contagiosas-exóticas, tales como el cólera y la fiebre amarilla que cobraron miles de víctimas a bordo y el procedimiento específico de la “cuarentena”, con cuyos visos de dramática sumaba otra etapa de sufrimiento al sector de inmigrantes, conocidos como “pasajeros de 3ra clase” (Bordi de Ragucci 1992, 9).



Las denuncias que sostienen la hipótesis se obtuvieron de los cinco diarios porteños del período, disponibles en la Hemeroteca del Congreso de la Nación. Estos son: *La Nación*, *La Verdad*, *El Nacional*, *La República* y *La Tribuna*. También se trabajó con el diario *La Discusión*, disponible en la Biblioteca Nacional Mariano Moreno. Por otro lado, se utilizan los registros estadísticos de la Policía de Buenos Aires de 1873, de la Comisión Central de Inmigración de 1871, 1872 y 1873 y la Memoria de 1871 de la Junta de Salubridad del Puerto de Buenos Aires, transcrita íntegramente en el trabajo de Ruiz Moreno (1949). El uso de la prensa porteña responde a su calidad de difusora de noticias y edictos gubernamentales, formadora de la opinión ciudadana y plataforma de debate entre las facciones políticas del momento (Alonso 2004). Su análisis está sujeto a las particularidades de los periódicos decimonónicos de la ciudad de Buenos Aires (Alonso 2010; Sábado 1998). Por último, las citas en inglés fueron traducidas por el autor al castellano.

La investigación se enmarca principalmente en el anclaje teórico de la historia ambiental. Alfred Crosby (2003; 2004), en sus libros *El intercambio Colombino* y *El imperialismo ecológico*, sostuvo que la movilización de personas a través del océano Atlántico, a partir del siglo XV, facilitó la expansión de patógenos a lo largo del globo y en tierras donde no tenían presencia. Este suceso se amplificó con la llegada de la expansión neocolonial europea del siglo XIX, sumada a la inmigración masiva, las consecuencias citadinas de la Revolución Industrial (hacinamiento, falta de medidas higiénicas, etc.) y la aglomeración de personas en los buques de pasajeros o *clippers*. El espacio del océano Atlántico no solo ofició de plataforma para la circulación de ideas y personas, como postula la historia transnacional marítima (Rediker y Linebaugh 2005; Conrad 2016; Desiderato 2019), sino también de animales, plantas y patógenos que se asentaron y modificaron los territorios a donde llegaron. La integración de otros seres vivos ayudará a desligar al ser humano como el único actor dentro del desarrollo histórico de las sociedades. Se forma, por lo tanto, un conjunto interrelacionado entre la sociedad humana y los patógenos presentes en la biósfera (Dichdji 2016; Brailovsky 2017). La construcción del Estado moderno argentino, hacia la segunda mitad del siglo XIX, no estuvo ajena a su llegada, asentamiento, difusión e integración dentro del territorio.

## La transnacionalización de la enfermedad

Paraguay, el sur de Brasil (provincia de Río Grande), Uruguay y gran parte de la pampa húmeda del litoral argentino presentan condiciones favorables para el desarrollo de la fiebre amarilla, ya que el mosquito vector del virus, el *Aedes aegypty*, puede habitar en la zona. De hecho, esta ya se había transformado en una enfermedad endémica en el territorio carioca, tras su importación desde Norteamérica por un buque mercante.

En 1849 una nave de nombre “Brasil” ancló en el puerto de Bahía procedente de Nueva Orleans. (...) Luego de ella la fiebre amarilla no se fue más de Brasil, se radicó definitivamente, en forma endémica y, como los puertos brasileños eran escala obligada para las naves con destino a Buenos Aires, era inevitable, fatal, que la fiebre amarilla entrara antes o después en la capital argentina. El momento llegó (...) en 1852. Esa primera aparición fue de carácter benigno y no produjo mayor alarma. Nadie puedo imaginar lo que ocurriría veinte años después (Scenna 2011, 158-159).

Retrocediendo un poco en el tiempo, cabe preguntar: ¿cómo llegó la fiebre amarilla al continente americano? Algunos autores postulan que se diseminó inicialmente a través del tráfico de esclavos entre América y la costa occidental de África, a comienzos del siglo XVII (Pérgola 2014, 48; Winegard 2019, 169; Cartwright y Biddiss 2020, 211). Una de estas teorías sostiene que un grupo de mosquitos sobrevivió a la travesía entre África y América dentro de un barco esclavista, reproduciéndose en los contenedores de agua que había en las embarcaciones, mientras contagiaba a los pasajeros. Cuando ellos morían, eran descartados en alta mar; factor que, como veremos, se repetirá. Así funcionó el tráfico de esclavos, mientras el precio bajo por cabeza lo permitió. Se los compraba por cantidad debido a la alta tasa de mortalidad que conllevaban los viajes en los barcos esclavistas. En el siglo XIX, con la esclavitud ya abolida en muchos lugares, es cuando se desarrolla el fenómeno de la inmigración masiva (para otros viajeros libres menos afortunados, el tristemente célebre *pigs trade*), con un nuevo auge de la transnacionalización de las enfermedades (Eltis y Engerman 2011).

Volviendo al ámbito del río de la Plata, durante el año 1871, los primeros casos oficiales de la epidemia de Buenos Aires se declararon a finales de enero, aunque a principios de ese mes ya se habían reportado casos aislados.

De acuerdo con los doctores Eduardo Wilde y Pedro Mallo, los primeros casos, sin especificar número, se habrían producido el día de Reyes, 6 de enero (...) Lo cierto es que la alarma se despierta el 27 de enero al morir ese día tres personas de fiebre amarilla (Scenna 2011, 195).

Como se puede suponer, la epidemia podría haber llegado desde Asunción y Corrientes por vía fluvial (recordemos que en las casonas cercanas al puerto se registraron las primeras víctimas). Los ríos del litoral argentino se convirtieron durante toda la guerra en el centro de las movilizaciones bélicas y mercantes, y Buenos Aires, en la gran abastecedora del teatro de operaciones y de Paraguay luego de la caída de Solano López (Brezo 2015, 98-99).

Los casos cercanos al puerto a principios de enero afectaron, sobre todo, a inmigrantes recientemente arribados y a vecinos que allí residían. Las tropas argentinas que desembarcaban tenían como destino el Hospital Militar del Retiro, ubicado al

norte del casco histórico de la ciudad, y el Hospital General de Hombres, ubicado en el barrio de San Telmo. En la zona portuaria residían trabajadores de este y recién llegados que no se movilizaban con rapidez hacia las afueras de la ciudad (Devoto 2000; Moya 2004). “La mayoría de los inmigrantes [en el caso de Italia, provenían del norte, precisamente del Piamonte] se sentía atraída por las ciudades, Buenos Aires y Rosario, donde los salarios eran elevados y se podían ocupar en las artesanías, en la construcción y en el comercio” (Di Meglio 2012, 225). Sabiendo que el mosquito no se dispersa a más de 100 metros de donde pone sus huevos, los conventillos atestados de San Telmo eran un lugar óptimo para su proliferación. Se transformaron en el epicentro de la epidemia, cuestión acrecentada debido a la falta de infraestructura, la cual facilitaba anegamientos pluviales y desbordes de los arroyos que cruzaban esa zona de la ciudad. Por lo tanto, el eje fluvial Asunción-Corrientes-Buenos Aires es una opción viable de contagio. Conociendo el rol protagónico que tuvo Buenos Aires en el comercio con todas las ciudades de la cuenca del Plata, se podría evitar asociar la llegada del flagelo solamente con las tropas argentinas.

Pero ¿qué hay de la vía ultramarina? A finales de 1870 se registró un azote en Alicante y Barcelona. Este último puerto estaba en contacto permanente con la República Argentina. El brote que se registró allí fue importado desde Cuba, lugar donde la enfermedad también era endémica.

El brote epidémico comenzó en agosto de 1870, con la primera muerte de un camarero del barco *María* procedente de La Habana, Cuba. Pallarés informa: “(...) que el barco de vapor no fue inspeccionado y se le permitió ingresar al puerto marítimo de Barcelona a pesar de que ya hubo algunas muertes durante el viaje. Su carga tampoco fue inspeccionada (...)” (Soler et al 2009, 296).<sup>1</sup>

Es menester remarcar que no solo las similitudes entre estas ciudades posibilitaron la difusión de la enfermedad a través de los navíos, sino que las condiciones meteorológicas durante la epidemia de 1870 y 1871 coinciden con las asociadas al fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), vulgarmente conocido como El Niño. Ese evento, entre sus fases más intensas, posee una oscilación de entre siete y ocho años. Afecta con grandes lluvias y humedad a la zona sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, el litoral argentino y el levante español, facilitando la reproducción del mosquito vector del “vómito negro”. Se aprecia en diferentes investigaciones que en 1871 se dio un evento de alta intensidad, catalogado como MF (muy fuerte) (Díaz y Markgraf 1993).

Es interesante mencionar que durante el siglo XIX se han reconocido 23 eventos El Niño en base a los documentos históricos, cinco de los cuales (los registrados en los años 1844-45, 1871, 1877-78, 1891 y 1899-1900) presentan una notable mag-

1 “The epidemic outbreak started in August 1870, with the first fatality being a waiter of the ship *María* coming from Havana, Cuba. Pallarés reports: “That the steam vessel was not inspected, and it was permitted to enter the seaport of Barcelona even though there had already been some deaths during the trip. Its load wasn’t inspected either (...)”.

nitud o, en otras palabras, han sido considerados como Niños muy fuertes (MF) (Ministerio de Ambiente del Perú 2015, 5).

Las epidemias de cólera, disentería, malaria y fiebre amarilla que se desataron entre 1860 y 1871 en la cuenca del río de la Plata podrían estar asociadas a diferentes variables climáticas del ENSO con intensidad estimable: 1861 (Medio), 1864 (Fuerte) y 1871 (Muy Fuerte). Mediante un análisis histórico comparativo, Henry F. Diaz y Gregory J. McCabe (1999), en su trabajo sobre la epidemia de fiebre amarilla que afectó a la cuenca del río Mississippi en 1878, vincularon el flagelo al fenómeno El Niño de 1877-1878. Ese evento tuvo una categorización de Muy Fuerte y aumentó la mortalidad de la epidemia en relación con los años anteriores en aproximadamente un 600 %. Por otro lado, la cuenca del Mississippi posee características climáticas y geográficas coincidentes con las de la región estudiada en la presente investigación. Los trabajos argentinos y extranjeros consultados no han vinculado el fenómeno El Niño a los brotes epidémicos de fiebre amarilla o de cólera en la región de la cuenca del Plata. Si bien es una hipótesis que aún se encuentra en formulación, a priori y con los datos con que se cuenta, se puede establecer una relación directa entre el ENSO de 1871 y los sucesos que se desarrollaron en las regiones mencionadas.

Ahora bien, la conexión entre la peste del sur de España y la de Buenos Aires se observa en un artículo del periódico español *Eco de Alicante*, que reproduce un apartado de *El Nuevo Mundo*, de Venezuela.

Los estragos de la fiebre amarilla en la ciudad de Buenos Aires se han limitado al área que ocupa la capital de la República Argentina. Las clases pobres han sido especialmente las víctimas del flagelo (...) Solo en una provincia limítrofe del Paraguay, Corrientes, situada a orillas [sic] del Paraná, ha sido importada la epidemia que reinaba en la república vecina, mientras en Buenos Aires fue introducida por un buque italiano procedente de Barcelona (*Eco de Alicante* 1871).

Las dos grandes líneas italianas que operaban entre los años 1870 y 1871 en el puerto de Buenos Aires eran la Lavarello Line y la Sociedad Italo-Platense. Sus barcos zarparon desde Génova y Marsella, respectivamente, prometiendo un servicio mensual. Luego de tocar varios puertos europeos y sudamericanos para carga y descarga de provisiones y pasajeros, recalaban en Buenos Aires tras un largo viaje de 35 a 40 días (Bonsor 1983, 102-103). Además de estos navíos, estaban los innumerables vapores y veleros que atracaban a diario en los puertos, trayendo consigo mercaderías y una cantidad estimable de pasajeros. Para aprovisionarse, hacían un recorrido similar al de las grandes líneas: Génova, Barcelona, Canarias, Río de Janeiro, Montevideo y Buenos Aires. Sin embargo, la duración del viaje era mucho menor: según el Reglamento de la Junta de Sanidad del Puerto de Buenos Aires, apenas superaba los 15 días. Parecería improbable que un buque, de bandera italiana o no, haya sido el que trajo la epidemia, por la consecuente muerte de algunos de sus pasajeros durante el

trayecto. Respecto a esto, la Junta de Sanidad del Puerto de Buenos Aires, creada tras la epidemia de cólera de 1869 y dependiente del Ministerio de Guerra y Marina (compuesta por el General Bustillo y los médicos Eduardo Wilde y Pedro Mallo), decía:

Hemos hecho mención también de haber tomado las precauciones de uso con las procedencias de España, principalmente con las de Barcelona, en que el mismo mal que hizo entre nosotros tantos estragos diezmoó aquella población (...) La duración de un viaje en buque de vela no baja de quince días, tiempo suficiente según nuestro Reglamento para poder admitir un buque, no habiendo novedad a bordo, sin temor de que transmita la enfermedad. Los paquetes a vapor hacen escalas en puertos en que hay medidas cuarentenarias, y estos habrían sido los primeros en ser infestados. De lo expuesto, claramente se deduce que la importación, si ha existido, no ha provenido de Ultramar (Ruiz Moreno 1949, 148-149).

De todas maneras, como la Junta de Sanidad del Puerto de Buenos Aires también aclara,

los Capitanes de buques saben que las ordenanzas de marinas les impone la obligación bajo penas severas de decir verdad sobre todos los acontecimientos de su viaje a las autoridades de los puertos con que hagan operaciones, pero esta obligación no es cumplida en países como el nuestro, donde las penas no se hacen efectivas, y los capitanes de buques, en vista de esta impunidad prefieren sacar el lucro que el comercio les ofrece por la celeridad de los viajes, a cumplir con los sagrados deberes que las ordenanzas les imponen (Ruiz Moreno 1949, 142-143).

¿Qué sucedería entonces si se infligiesen las normas? ¿Acaso no es por ello que se defiende de antemano la Junta de Sanidad del Puerto sobre la probable falta de honestidad de algunos capitanes? En el artículo titulado “Los verdaderos responsables”, publicado en el diario *La Verdad*, un vecino anónimo alertaba:

Llega un vapor de la Asunción, lo ponen en cuarentena en la Canal Exterior, sin vigilancia inmediata de ninguna clase; viene una sudestada, leva anclas y va de arribada al Tigre, cuando vuelve a cumplir su cuarentena de 150 pasajeros que tenía a bordo solo quedan 80, los otros 70 han desaparecido. Esto no es nada aún. A un vapor lo mandan en cuarentena a la Ensenada con 80 pasajeros. Se enferma uno con síntomas de fiebre amarilla, nada más natural que los demás lo echasen a tierra antes de contagiarse todos. El individuo se vino a Buenos Aires y habitó frente a lo de D. Juan Agustín García, una de las primeras víctimas y ahí tiene ud. la fiebre amarilla en Buenos Aires (La Verdad 1871).

La denuncia que realiza el vecino coincide con la estadística de mortalidad recopilada por la Policía de Buenos Aires en 1873: Juan A. García fue anotado como

fallecido el 6 de febrero de 1871, es decir, uno de los primeros de la estadística oficial (Acevedo 1873, 4).

Por otra parte, a comienzos de 1865 se inauguró el Ferrocarril del Norte, que conectaba al poblado de Tigre y su respectivo puerto con la ciudad de Buenos Aires. A partir de entonces, las cargas y pasajeros podían desembarcar y trasladarse gratuitamente hacia la incipiente metrópoli de manera mucho más veloz (Recalde 1993, 63). Por el caso de Alicante, se sabe que, una vez clausurados los puertos, la gente utilizó los ferrocarriles para movilizarse de una ciudad a otra y así se dispersó la enfermedad (Seguí Marco 1983, 110-111). La Junta de Sanidad del puerto de Buenos Aires pudo haber confinado a cuarentena a los barcos sospechosos de traer enfermos. No obstante, como denuncia el diario *La Verdad*, estos desembarcaban en el puerto de Tigre y, con el ferrocarril, podrían haberse movilizado hacia la ciudad. Esa vía de movilidad para la población, al no estar controlada por una medida de cuarentena, pudo haber sido otro factor de propagación. Además, la Junta de Sanidad había advertido de lo precario que era el lazareto de la Ensenada (ubicada al sur de Buenos Aires), tildándolo de inhumano y sugiriendo la promoción de un tratado internacional para establecer uno compartido con Paraguay y Uruguay, en la isla Martín García.

Sin guardias allí, con la población a seis cuadras de distancia; con la comunicación fácil, bien se comprende la frecuencia de las violaciones de la incomunicación y su impunidad; compréndase también la facilidad de la transmisión, importación y propagación de cualquier epidemia que allí existiera (Ruiz Moreno 1949, 155).

Pero es otro artículo, esta vez del diario *La Nación*, el que arroja el dato más interesante y refuerza la teoría del *Eco de Alicante*.

Un buque salió de Génova trayendo inmigrantes. A su paso por España, tocó en Barcelona, donde tomó la fiebre amarilla. Siguió viaje a Buenos Aires y en el camino murieron a su bordo catorce personas de la fiebre amarilla. En estas condiciones llegó a nuestro puerto, mostró su patente de Génova, sin hablar de Barcelona, para nada, y desembarcó todos los pasajeros que traía (...) ¡Nuestras autoridades no encontraron medio de saber, por los papeles del buque, que había comunicado con Barcelona, ni supieron tampoco, por el rol de la tripulación, que faltaban de abordó catorce personas! (La Nación 1871).

El relato, si le damos veracidad, es contundente: la epidemia podría haber llegado, como plantea la bibliografía consultada, por vía fluvial y/o terrestre, desde Asunción y Corrientes. Pero una cepa del virus, la cubana, que había atacado a Barcelona y al levante español a finales de 1870, podría haber llegado también a las costas de Buenos Aires a principios de enero.

## Enfermedad e inmigración: el estado sanitario de los barcos de pasajeros

La evasión de las normas por parte de los capitanes de los buques, denunciada por la Junta de Sanidad del Puerto, también aparece en diarios de otras ciudades portuarias internacionales que sufrían los mismos estragos que Buenos Aires cuando esas epidemias lograban superar las barreras de prevención. Leemos en un periódico de Nueva York:

Tenemos un buen intercambio comercial con Buenos Aires, y a no ser que tengamos muchas precauciones, esta temerosa enfermedad podría ser traída aquí por alguna embarcación que comercia entre los dos puertos. Escapamos por poco de la fiebre amarilla el verano pasado. Si no hubiese sido por la vigilancia y la determinación del doctor Carrochan, el oficial de salud del puerto, no habría forma de saber que desastre podría haber azotado la ciudad. Él tuvo que luchar contra los dueños de los barcos, capitanes y comerciantes egoístas quienes intentaron evadir las leyes de cuarentena; como así contra la hostilidad de enemigos políticos y personales; pero él no se dio por vencido y salvó a esta ciudad de la fiebre amarilla (New York Daily Herald 1871).<sup>2</sup>

Para reforzar la teoría del contagio ultramarino, es necesario indagar cómo era la travesía que debían sortear los inmigrantes que regalaban su suerte a esos capitanes de navío. En aquellos viajes traumáticos de larga duración, los inmigrantes y viajeros eran sometidos a penosas condiciones higiénicas por parte de los capitanes, quienes querían sacar el mayor rédito. Como explica Héctor Recalde (1993, 49), pese a las visitas de sanidad del escaso personal médico portuario, poco “se justificaba por las pocas garantías que ofrecían las declaraciones de los capitanes y médicos a bordo, que defendían los intereses de las compañías navieras de las que dependían”.

¿Podría el mosquito vivir rondando en los buques y, con él, el virus de la fiebre amarilla? El artrópodo puede viajar a bordo aprovechándose del hacinamiento, reproduciéndose en los reservorios de agua de los buques y oficiando de vector entre pasajeros enfermos y sanos. A los inmigrantes del siglo XIX, por las penosas condiciones en las que se viajaba, se los descartaba en altamar para evitar sanciones legales y económicas y no se dejaba constancia de su estadía en el buque. Dada la duración del viaje (recordemos que una persona sana, una vez picada por un mosquito portador del virus, podía contagiar a otra de la misma manera solo en los primeros cinco días), algunos enfermarían dentro del barco, y morirían en alta mar. Otros serían desembarcados enfermos, si se lograban evadir los controles portuarios de sanidad.

2 “We have a good deal of trade with Buenos Ayres, and unless great care be taken this frightful disease may be brought here in some of the vessels trading between the two ports. We narrowly escaped the yellow fever scourge last summer. Had it not been for the vigilance and determination of Dr. Carnochan, the Health Officer of the port, there is no telling what disasters might have fallen this city. He had to fight then against selfish shipowners, shipmasters and merchants who endeavored to evade the quarantine laws, as well as against the hostility of personal and political enemies; but he carried his point and saved the city from yellow fever”.



La Junta de Sanidad del Puerto descartó con rapidez la vía de contagio ultramarina, pero las limitaciones científicas de su época hacían que desconocieran el origen viral de la fiebre amarilla y el rol del mosquito como vector. Por otro lado, dado que los barcos tocaban otros puertos antes de su arribo a Buenos Aires, la Junta de Sanidad sostenía que las autoridades de otros países deberían haber confinado primero esos barcos con “patente sucia”, en caso de tener pasajeros sintomáticos, para que llegaran libres de enfermedades a Buenos Aires. A ello se añadía el celo de los capitanes y de las compañías por recortar gastos para percibir mayores ganancias, que pauperizó aún más las condiciones a bordo (Bordi de Ragucci 1992, 17).

Abel Luis Agüero y Marcos Isolabella (2018, 53) cuentan que

las condiciones higiénicas en las que llegaban los nuevos habitantes del país eran entonces francamente deplorables (...) A su vez las compañías navieras veían como un grave inconveniente todas las medidas de vigilancia epidemiológica que aplicaba Argentina en el puerto de Buenos Aires; la más temida era la cuarentena, que inmovilizaba un buque haciéndole perder la ganancia del viaje.

Es menester remarcar que los intentos de evadir las sanciones y las cuarentenas, por parte de los capitanes, estarían ligados a la pérdida total de las ganancias del viaje. Por ende, se podría suponer que intentaban sacar el mayor rédito posible con la venta de pasajes y el recorte interno de insumos. A raíz de esto, la Comisión Central de Inmigración establecería en 1872 nuevas reglas para los buques arribados, que fomentaban las inspecciones y el chequeo de las listas de tripulación, aclarando que el Gobierno de los Estados Unidos pagaba fuertes subvenciones postales a las compañías de vapores y les imponía ciertas obligaciones para la comodidad y el buen trato que debían recibir a bordo los inmigrantes. Esas medidas tomarían prestadas las disposiciones de los puertos estadounidenses en materia de higiene, trato a los inmigrantes, sanciones a los capitanes y localización de los recién llegados (Memoria del Ministerio del Interior 1871, 101-103). Por otra parte, Recalde (1993, 39) sostiene que los países europeos con puertos emisores de inmigrantes, como Francia e Italia, no poseían un estatuto sanitario claro ni tampoco realizaban controles precisos de los pasajeros al embarcarse, lo cual dificultaba aún más la detección de barcos con enfermos a bordo.

## Conclusiones

En cuanto al contagio transnacional de las enfermedades, se observa que, en un mundo cada vez más conectado debido a los nuevos y más veloces medios de transporte, aparecieron problemáticas que los Estados no previnieron con el tiempo adecuado.

El hacinamiento en los buques o en las ciudades, con las masas proletarias y más humildes en una plana urbana sin las necesidades higiénicas mínimas, desembocó en sucesivas epidemias en el mundo durante todo el siglo XIX. Muchas de ellas podrían haber estado conectadas entre sí, como la epidemia de fiebre amarilla de 1871 en Buenos Aires. Si bien la bibliografía consultada denunció su arribo a través de las tropas desmovilizadas y el contacto con países limítrofes donde era endémica, se podría decir que no tomó en cuenta los flujos inmigratorios atlánticos, la penosidad de los buques de pasajeros ni la desidia de los capitanes o el contexto climático mundial que desencadenó otras epidemias similares alrededor de ciudades portuarias.

De esta manera, la epidemia de Buenos Aires puede relacionarse con los focos surgidos en la península ibérica. Las denuncias en diarios extranjeros y nacionales sobre la falta de control de los buques de inmigrantes y de aquellos que se encontraban en cuarentena podrían ser reveladoras: la epidemia puede haber llegado por vía ultramarina, con enfermos desde Barcelona. No hay que olvidar tampoco la vía terrestre y que las autoridades tardaron en tomar medidas para no perjudicar el comercio, conociendo la situación sanitaria en Asunción y Barcelona. Se toma como ejemplo el caso de Alicante, donde, conociendo la situación de Barcelona por la fiebre, se privó a los barcos provenientes de allí de desembarcar en la ciudad. Los que huían del flagelo se hicieron de otros medios de transporte sin cuarentena, como el ferrocarril.

En Buenos Aires, la Junta de Sanidad del Puerto denunció la falta de una empresa portuaria de envergadura, y el estado deplorable de los lazaretos y las instalaciones para los recién arribados. Las reformas de 1872 y, sobre todo, de la Ley Avellaneda de Inmigración, de 1876, remediarían ciertas cuestiones con respecto al trato y la acogida de los pasajeros, como también del control tanto de buques como de los registros de los capitanes. En el presente, comprender las problemáticas surgidas a raíz de las conexiones comerciales mundiales y la aceleración de la movilidad a través de nuevos medios de transporte supone un reto para los organismos estatales, en su lucha contra la aparición de un brote epidémico que altera la marcha de la vida cotidiana, planteando una disyuntiva entre los intereses individuales y el bienestar general.

## Bibliografía

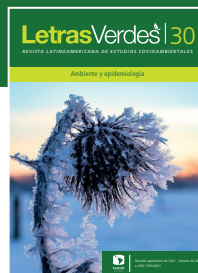
- Acevedo, Isidoro. 1873. *Estadística de la mortalidad de la epidemia de fiebre amarilla durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio de 1871*. Buenos Aires: Editorial del Siglo.
- Agüero, Abel Luis, y Marcos Isolabella. 2018. “El cólera en la Argentina durante el siglo XIX”. *Revista Argentina de Salud Pública* 9 (37): 51-54.
- Alonso, Paula. 2004. *Construcciones impresas. Panfletos, diarios y revistas en la formación de los estados nacionales en América Latina, 1820- 1920*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

- Alonso, Paula. 2010. *Jardines secretos, legitimaciones públicas. El Partido Autonomista Nacional y la política argentina de fines del siglo XIX*. Buenos Aires: EDHASA.
- Armus, Diego. 2002. *Entre médicos y curanderos. Cultura, Historia y Enfermedad en la América Latina moderna*. Buenos Aires: Grupo Editorial Norma.
- Bonsor, N. R. P. 1983. *South Atlantic Seaway*. Reino Unido: Brookside Publications.
- Bordi de Ragucci, Olga. 1992. *Cólera e inmigración: 1880-1900*. Buenos Aires: Leviatán.
- Brailovsky, Antonio Elío. 2017. *Historia ecológica de la Ciudad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Maipue.
- Brezo, Liliana. 2015. “150 años de la Guerra del Paraguay: nuevos enfoques teóricos y perspectivas historiográficas”. *Folia Histórica del Nordeste* 24 (12): 95-100.
- Bucich Escobar, Ismael. 1932. *Bajo el horror de la epidemia*. Buenos Aires: s/e.
- Cartwright, Frederick, y Michael Biddiss. 2020. *Disease and History. From Ancient Times to Covid-19*. Reino Unido: Lume Books.
- Conrad, Sebastian. 2016. *What is global history?* Princeton: Princeton University Press.
- Crosby, Alfred. 2003. *The Columbian Exchange. Biological and cultural consequences of 1492*. Estados Unidos: Praeger.
- Crosby, Alfred. 2004. *Ecological Imperialism. The biological expansion of Europe, 900-1900*. Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Desiderato, Agustín Daniel. 2019. “Los marineros de las naves corsarias de las Provincias Unidas del Río de La Plata: sociabilidad, cotidianeidad y resistencia (1815-1828)”. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional de San Martín.
- Devoto, Fernando. 2000. *Nueva historia de la Nación Argentina*. Buenos Aires: Planeta.
- Diaz, Henry, y Vera Markgraf. 1993. *El Niño: Historical and Paleoclimatic Aspects of the Southern Oscillation*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Diaz, Henry, y Gregory McCabe. 1999. “A possible connection between the 1878 yellow fever epidemic in the southern United States and the 1877-1878 El Niño episode”. *Bulletin of the American Meteorological Society* 80 (1): 21-27.
- Dichdji, Ayelen. 2016. “La historia medioambiental: la mirada latinoamericana y argentina”. *Historiografías* 12 (2): 54-69.
- Di Meglio, Gabriel. 2012. *Historia de las clases populares argentinas. Desde 1516 a 1880*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Eco de Alicante. 1871. “La epidemia en Buenos Aires”. 27 de septiembre.
- Eltis, David, y Stanley Engerman. 2011. *The Cambridge World History of Slavery*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Fiquepron, Maximiliano Ricardo. 2020. *Morir en las grandes pestes. Las epidemias de cólera y fiebre amarilla en Buenos Aires*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Galeano, Diego. 2009. “Médicos y policías durante la epidemia de fiebre amarilla (Buenos Aires, 1871). *Salud Colectiva* 5 (1): 107-120.
- González Leandri, Ricardo. 2013. “Internacionalidad, higiene y cuestión social en Buenos Aires (1850-1910). Tres momentos históricos”. *Revista de Indias* 73 (257): 23-54. <https://bit.ly/3C3Liic>

- Hays, William J. 1998. *The burdens of disease: epidemics and human response in western history*. Estados Unidos: Rutgers University Press.
- La Nación. 1871. “Las acumulaciones humanas”. 2 de marzo.
- La Verdad. 1871. “Los verdaderos responsables”. 17 de marzo.
- Malosetti Costa, Laura. 2005. “Buenos Aires 1871: imagen de la fiebre civilizada”. En *Avatares de la medicalización en América Latina (1870-1970)*, compilado por Diego Armus, 41-65. Buenos Aires: Lugar editorial.
- Memoria del Ministerio del Interior. 1871. *Informe de la Comisión Central de Inmigración*. Buenos Aires: Imprenta Germania.
- Ministerio de Ambiente del Perú. 2015. “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño”. *Boletín Técnico* 2 (1): 1-5.  
<https://bit.ly/3plgWED>
- Moya, José. 2004. *Primos y extranjeros. La inmigración española en Buenos Aires, 1850-1930*. Buenos Aires: Emecé.
- New York Daily Herald. 1871. “Enfermedades contagiosas a bordo. Aviso para nuestras autoridades sanitarias”. 2 de mayo.
- Pérgola, Fernando. 2014. “La epidemia de fiebre amarilla en Buenos Aires”. *Revista Argentina de Salud Pública* 5 (18): 48-49.
- Pita, Valeria Silvana. 2016. “Intromisiones municipales en tiempos de fiebre amarilla: Buenos Aires, 1871”. *Revista Historia y Justicia* 6 (4): 44-71.
- Recalde, Héctor. 1993. *Las epidemias de cólera, 1856-1895. Salud y sociedad en la Argentina oligárquica*. Buenos Aires: Corregidor.
- Rediker, Markus, y Peter Linebaugh. 2005. *La hidra de la revolución: marineros, esclavos y campesinos en la historia oculta del Atlántico*. España: Crítica.
- Ruiz Moreno, Leandro. 1949. *La peste histórica de 1871. Fiebre Amarilla en Corrientes y en Buenos Aires (1870-1871)*. Paraná: Nueva Impresora.
- Sábato, Hilda. 1998. *La política en las calles. Entre el voto y la movilización. Buenos Aires, 1862-1880*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Scenna, Miguel Ángel. 2011. *Cuando murió Buenos Aires*. Buenos Aires: Cántaro.
- Seguí Marco, Guillermo. 1983. “La epidemia de fiebre amarilla de 1870, en Alicante”. *Anales de la Universidad de Alicante: Historia contemporánea* 2 (1): 109-134.  
<https://bit.ly/3piEry3>
- Soler, Jaume Canela, María Rosa Pallarés Fusté, Rafael Abos Herrándiz, Carme Nebot Adell y Robert S. Lawrence. 2009. “A mortality study of the last outbreak of yellow fever in Barcelona City (Spain) in 1870”. *Gaceta Sanitaria* 23 (4): 295-299.  
<https://bit.ly/2Z5ykCF>
- Winegard, Timothy. 2019. *The mosquito: a human history of our deadliest predator*. Nueva York: Dutton.




Miscelánea



## Potencial social y ambiental de la industria eólica para una transición energética en América Latina

### Wind Industry and Energetic Transition. Potential For Latin America

 Rubén-Manuel Zepeda-Cancino, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México, mvz.zepeda@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1586-7059

 Verónica Vázquez-García, autora de correspondencia, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México, wazquez@colpos.mx, orcid.org/0000-0002-0689-4397

Recibido: 22 de enero de 2021

Aceptado: 9 de junio de 2021

Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

Brasil, México y Uruguay han adoptado la energía eólica como estrategia para combatir el cambio climático. Sin embargo, sus experiencias son distintas y se encuentran poco documentadas. Este artículo analiza las ventajas y desventajas de la industria eólica con miras a su futura expansión en América Latina. La metodología consiste en sistematizar y analizar la bibliografía existente en castellano, portugués e inglés. Se identificaron cuatro ventajas de la energía eólica (baja huella de carbono, reducidos costos de producción, creación de empleos e ingresos por renta de tierras) y cinco desventajas (pérdida de cobertura forestal, impacto en aves y fuentes de agua, contaminación por derrames de aceite y desechos y afectaciones a la salud). Los desafíos de política pública para la región son: fomentar la investigación sobre los daños socioambientales de la energía eólica y diseñar herramientas para mitigarlos; desarrollar la cadena completa de suministros de manufactura e insumos mediante la innovación tecnológica; repartir equitativamente los beneficios de la industria eólica entre la población local y priorizar la necesidad pública de electricidad, por encima de intereses privados. Mientras estos desafíos no sean asumidos plenamente, los proyectos eólicos seguirán formando parte de una estructura hegemónica que se autoproclama como la solución al cambio climático, pero que sigue manteniendo una lógica extractivista que no beneficia a la población.

**Palabras clave:** cambio climático; economía baja en carbono; energías renovables; huella de carbono; seguridad energética

#### Abstract

Brazil, Mexico and Uruguay have adopted wind energy as a means to fight climate change. However, their experiences are different and insufficiently documented. This paper analyzes the advantages and disadvantages of the wind industry in light of its future expansion in Latin America. The methodology consists of the systematization and analysis of literature written in Spanish, Portuguese and English. Four advantages and five disadvantages were identified. The advantages are wind energy's reduced carbon footprint, low production costs, the potential for job creation and income from land rentals, while the disadvantages are possible vegetation loss, impact on birds and water sources, oil and waste contamination and health damage. The challenges for public policy are: supporting research on the socioenvironmental impacts of the wind industry and designing tools for their mitigation; developing a full supply chain of materials through technological innovation; distributing the benefits of wind energy equally among the local population, and prioritizing public needs of electricity above the interest of the private sector. If these challenges are not fully met, wind energy projects will be part of a hegemonic structure that claims to solve the problems created by climate change, while in fact continuing to use an extractivist logic, incapable of benefitting people.

**Key words:** carbon footprint; climate change; energy security; low carbon economy; renewable energy



## Introducción

El cambio climático es uno de los problemas más relevantes de la actualidad, por sus impactos en los recursos naturales, la biodiversidad, los procesos productivos, la infraestructura, la salud y, en general, el bienestar de la población. Su causa principal es el aumento en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, producto de la actividad industrial de los últimos 150 años (IPCC 2014). Cerca del 65 % de las emisiones de GEI en el mundo corresponden al sector energético (Katinas, Marčiukaitis y Tamašauskienė 2016). Por tanto, la Organización de Naciones Unidas (ONU) ha señalado la necesidad de transitar hacia un modelo de desarrollo basado en energías renovables, que incremente el acceso de la población a fuentes asequibles, seguras, sostenibles y no contaminantes (Cecelski 2003; Burney et al. 2017). A esa iniciativa se sumó el histórico Acuerdo de París, firmado en 2016, que también reconoció la necesidad de reemplazar por energías renovables el modelo energético actual, basado en la quema de combustibles fósiles (Mazorra et al. 2017).

Entre todas las fuentes de energía renovable, la eólica es una de las que más se ha desarrollado en los últimos años, al pasar de 180 000 MW en 2010 a 622 000 MW en 2019. Los países con mayor capacidad de energía eólica instalada (MW) son China (210 478), Estados Unidos (103 584), Alemania (60 822), India (37 505) y España (25 553) (IRENA 2020). En América Latina, los esfuerzos son aún incipientes y se encuentran poco documentados, por lo que es necesario hacer una evaluación crítica de la creciente presencia de la industria eólica en el continente. A partir de una revisión de la literatura escrita en castellano, portugués e inglés, este artículo analiza las ventajas y las desventajas de la industria eólica para América Latina, con la finalidad de reducir sus limitaciones y potenciar sus beneficios a futuro.

## La industria eólica: características generales

Un parque eólico tiene cuatro componentes: 1) turbinas, 2) caminos, 3) cableado y 4) subestaciones de transmisión. Las turbinas tienen la función de convertir la energía cinética del viento en electricidad (Martínez et al. 2009; Tabassum-Abbasi et al. 2014; Ledec, Rapp y Aiello 2011). El parque se construye en siete etapas: 1) extracción y procesamiento de materias primas, 2) transportación de estas, 3) manufactura de componentes, 4) transportación de estos, 5) construcción del parque, 6) operación y mantenimiento (20 a 25 años aproximadamente) y 7) desmantelamiento y eliminación de las turbinas (Han et al. 2009; Martínez et al. 2009; Mathew 2006). Antes de instalarlo, es necesario evaluar el potencial eólico, las condiciones de las vías de comunicación y la distancia de la red eléctrica (Han et al. 2009).



En América Latina, Brasil y México destacan por su capacidad de energía eólica instalada (Brasil, 15 364 MW; México, 6591 MW). Les siguen Chile (1620 MW), Argentina (1609 MW), Uruguay (1561 MW) y Costa Rica (411 MW) (IRENA 2020). Entre todos estos países, Uruguay es el que tiene la mayor capacidad instalada en relación con toda la energía generada (31 %) (MIEM 2019). Por su importancia en el sector, el análisis de las ventajas y las desventajas de la industria eólica para América Latina se centrará en estos tres países, excepto cuando sea necesario recurrir a otros por falta de información disponible.

## Ventajas de la energía eólica

### Reducción de la huella de carbono

La energía eólica no contamina el aire con desechos tóxicos como sí lo hacen las plantas termoeléctricas que requieren carbón o gas natural para operar. Su huella de carbono es menor en comparación con otras energías renovables y con las convencionales (tabla 1).

**Tabla 1. Emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de fuentes de energía renovable y convencional**

Energía	Emisión de GEI
Renovable	gCO <sub>2</sub> e/kWh
Eólica	5-52
Solar fotovoltaica	1-217
Biomasa	43-1731
Geotérmica	15-75
Marina	10-126
Convencional	
Carbón	692-1250
Gas natural	359-539

Fuente: elaboración propia a partir de Bhandary, Kumar y Mayer (2020); Kadiyala, Kommalapati y Huque (2020); Nugent y Sovacool (2014); Ortegón, Nies y Sutherland (2013); Paredes, Padilla-Rivera y Güereca (2019); Rodrigues et al. (2018); Silva y Lerche (2019).

Sin lugar a dudas, la ventaja más importante de la energía eólica es su reducida huella de carbono, situación que ya ha beneficiado a España, país líder en el sector, que evitó la emisión de 382 000 000 de toneladas de CO<sub>2</sub> de 2000 a 2019 (AEE 2019). En América Latina, Brasil mitigó 50 000 000 de toneladas de CO<sub>2</sub> entre 2001 y 2016

(Rodrigues et al. 2018), mientras que en México se reducen 12 200 000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año (AMDEE 2021). Ambos países contrastan con otros del continente. Por ejemplo, Ecuador, país donde 11 turbinas (15 MW) contribuyeron a reducir la módica cantidad de 35 000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año (Regueiro y Chavez 2014).

## Costos de producción y diversificación de la matriz energética nacional

La energía eólica también destaca por sus bajos costos de producción. En 2019 reportó el costo más bajo por unidad de energía eléctrica (USD0.053/kWh)<sup>1</sup> en comparación con la solar fotovoltaica (USD0.068/kWh) y de biomasa (USD0.066/kWh) (IRENA 2019a). México y Colombia presentan estimaciones parecidas. En México, la energía eólica tiene costos más bajos (USD\$85/MW) en comparación con la biomasa (USD\$131/MW), la energía marina (USD\$281/MW) y la solar fotovoltaica (US\$280/MW) (SENER 2012), mientras que en el país andino la energía eólica resultó ser menos costosa (USD\$82,7/MW)<sup>2</sup> en comparación con la biomasa (USD\$143/MW) (Bueno, Rodríguez Sarmiento y Rodríguez Sánchez 2016).

Los bajos costos han favorecido la diversificación de la matriz energética de los tres países seleccionados para el presente artículo, aunque de manera muy incipiente en el caso de México (tabla 2). Uruguay es líder mundial en la diversificación de su matriz energética, gracias al crecimiento sostenido de la energía eólica desde 2012 (Ardanche et al. 2018; Fornillo 2021).

Tabla 2. Consumo y producción de energía eléctrica y contribución de la energía eólica en Brasil, Uruguay y México

País	Consumo (*tep)	Producción (*tep)	Contribución de la energía eólica (%)
Brasil	254 000 000	294 000 000	7
Uruguay	4821	5227	8
México	210 000 000	151 000 000	0,9

\*tep= tonelada equivalente de petróleo.

Fuente: elaboración propia a partir de MIEM (2019); EPE (2020) y SENER (2020).

## Creación de empleos

Uno de los beneficios más mencionados de la industria eólica es la creación de empleos, particularmente durante la fase de diseño tecnológico y construcción del material. El *Green New Deal* presentado por Alexandra Ocasio-Cortez (2019) ante el

1 USD/kWh = costo de producción/generación promedio de electricidad en una hora al año.

2 USD/MW= costo de producción/capacidad de energía eléctrica.

Congreso de Representantes de Estados Unidos propone una transición energética socialmente justa, que implique la generación masiva de empleos ya no a través de la extracción de combustibles fósiles, sino del impulso a las energías renovables. En el caso de la energía eólica, la mayor parte de los empleos suelen concentrarse en la elaboración del material y la construcción del parque, más que en su operación (Slattery, Lantz y Johnson 2011; Martínez, Rivas y Vera 2019).

En América Latina, Brasil destaca por el impulso a la industria eólica nacional. Genera empleos tanto en la construcción del parque (47,9 %) como en la cadena de suministros (36,8 %) (Simas y Pacca 2014). Reporta 13,5 empleos por MW instalado y proyecta la creación de 200 000 más para 2026 (De Almeida y Azevedo 2019; Simas y Pacca 2014). En contraste, en México se contabilizan 10,4 empleos por MW, los cuales se caracterizan por ser poco remunerados y temporales (etapa de construcción) en un 97 % de los casos (Nahmad, Nahón y Langlé 2014; Martínez, Rivas y Vera 2019).

Cabe señalar que este análisis es muy preliminar. El indicador de empleos/MW es ambiguo porque cada contexto presenta condiciones diferentes. Los países exportadores de componentes eólicos, como Alemania, España y Dinamarca, concentran el 75 % de los empleos en el sector manufacturero (Blanco y Rodrigues 2009; Simas y Pacca 2014). Sin lugar a dudas, contar con una cadena nacional de suministro potencializa la generación de empleos y los beneficios económicos para el país (Leary, While y Howell 2012). Valga como ejemplo el caso de China, que ha generado empleos no solo en la construcción y operación, sino también en la investigación y la innovación tecnológica (Han et al. 2009). El país asiático concentra el 44 % de los empleos de la industria eólica mundial (IRENA 2019b).

### Ingresos por renta de tierras

Los parques eólicos proporcionan un ingreso económico por la renta de los terrenos. Existen tres modalidades de pago: 1) por porcentaje de energía eólica facturada, 2) por superficie ocupada y 3) por capacidad instalada. Los ingresos por lo general son aportes económicos adicionales a la actividad principal de quienes rentan, situación que puede contribuir a la aceptación de la industria en zonas rurales de tradición agrícola o ganadera (Baxter, Morzaria y Hirsch 2013; Pepermans y Loots 2013; Copena y Simón 2018).

Los montos recibidos por concepto de renta de terrenos varían mucho entre sí. En Brasil se reportan ingresos entre 300 y 500 USD al mes; sin embargo, no se precisa si es por hectárea o MW (De Almeida y Azevedo 2019). En México los montos fluctúan entre 100 y 600 USD por hectárea al año (Juárez-Hernández y León 2014). En Estados Unidos, los pagos por la renta de la tierra van de 4000 a 8000 USD por MW

al año (Slattery, Lantz y Johnson 2011), mientras que en España se reportan pagos anuales de 3800 y 3200 USD por hectárea y por MW, respectivamente (Copena y Simón 2018). Las diferencias entre los países latinoamericanos en relación con Estados Unidos y España se deben, nuevamente, a que los países líderes que diseñan y manufacturan la tecnología pueden ofrecer mejores esquemas de pago a los propietarios.

## Desventajas de la energía eólica

### Pérdida de cobertura vegetal

La construcción de un parque eólico requiere eliminar la cobertura vegetal, lo que trae consigo fragmentación y pérdida del hábitat; disrupción, compactación y erosión del suelo; alteración de ecosistemas naturales y microclimas, y cambios en el comportamiento de plantas y animales (Arnett et al. 2007; Jaber 2013; Katsaprakakis 2012). En un estudio realizado en Canadá, se estimó que instalar una sola turbina genera una pérdida de hábitat de 1,2 hectáreas (Zimmerling et al. 2013). En el caso de México, los parques se han concentrado en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, reconocida por tener una de las selvas mejor conservadas del país (Lucio 2016). En esta región se ha reportado la pérdida de cobertura vegetal dentro de los polígonos donde están establecidos los parques, y sus habitantes destacan el continuo deterioro de los suelos por el derribo de árboles (Huesca-Pérez, Sheinbaum-Pardo y Köppel 2016).

### Desplazamiento y muerte de aves

Las aves son los vertebrados más estudiados, por su potencial de ser desplazadas debido a la fragmentación del hábitat o de morir por colisión con las turbinas. Los datos para América Latina son muy preliminares, por no decir inexistentes. En la compilación realizada por Agudelo et al. (2021) solo se identificaron 10 estudios sobre muerte de aves, de los cuales solo uno reporta tasas de muerte. Se trata de un trabajo realizado en el Istmo de Tehuantepec, México, que reportó entre 9 y 12 aves muertas por MW al año (Cabrera-Cruz et al. 2020). Otras fuentes reportan la muerte de 3200 aves al año en un parque de la misma región, compuesto por 98 turbinas (Ledec, Rapp y Aiello 2011); y entre 6000 y 23 000 ejemplares de gaviotas de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) en riesgo de muerte por colisión al año (Villegas-Patracá, Cabrera-Cruz y Herrera-Alsina 2014; Villegas-Patracá y Herrera-Alsina 2015). En Brasil, los estudios sobre composición de comunidades de aves durante la construcción y operación de un parque eólico también reportan

resultados negativos, aunque preliminares (Justo Falavigna et al. 2021). Es evidente que se requiere mucha más investigación sobre el tema, dados los altos índices de biodiversidad en América Latina (UNDP 2010).

El debate sobre el desplazamiento de aves está presente en otras partes del mundo. En Wisconsin, Estados Unidos, se registró la reducción del 47 % de la población de aves rapaces (Garvin et al. 2011) y en Escocia y el norte de Inglaterra se reportó la disminución del 40 % y el 53 % de la agachadiza común (*Gallinago gallinago*) y el zarapito real (*Numenius arquata*), respectivamente, durante la fase de construcción de los parques (Pearce-Higgins et al. 2012). La tasa de reproducción del águila cola blanca (*Haliaeetus albicilla*) se redujo entre 10 % y 50 % dentro de un rango de 500 metros en Noruega (Dahl et al. 2012). En Texas, Estados Unidos, el porrón americano (*Aythya americana*) tuvo una reducción de 77 % dentro del área de construcción del parque, debido a la alteración hidrológica y a la perturbación de su hábitat (Lange, Ballard y Collins 2018). Por lo general, se afecta la abundancia de algunas especies dentro de un rango desde 500 metros hasta un kilómetro a la redonda. Los altos niveles de actividad y perturbación durante la construcción del parque pueden provocar que las aves abandonen la zona de manera definitiva (Pearce-Higgins et al. 2012; Pearce-Higgins et al. 2009).

Sobre la muerte por colisión, algunos autores argumentan que las aves tienen la capacidad de detectar las turbinas a tiempo, con el fin de evitar el impacto físico (Katsaprakakis 2012). Esto es justo lo que sucede en los parques ubicados en la costa de Dinamarca; las aves ajustan sus rutas de vuelo para evitar las turbinas (Sovacool, Lindboe y Odgaard 2008). Por el contrario, en diferentes regiones de Estados Unidos y del mundo se reportan tasas de muerte por colisión ya sea por turbina o MW generado, con una amplia variabilidad en los datos (tabla 3).

Tabla 3. Tasa de muerte de aves por colisión

País	Aves muertas por turbina/año
Navarra, España	0,1-0,6
Canadá	8,2
California, Estados Unidos	2,2
Washington, Estados Unidos	3,6
Bélgica	4-23
Costas de Holanda	56,2
	<b>Aves muertas por MW/año</b>
Oaxaca, México	9-12
Tennessee, Estados Unidos	14
Minnesota, Estados Unidos	6

Fuente: elaboración propia a partir de Cabrera-Cruz et al. (2020); Drewitt y Langston (2006); Kaldellis et al. (2016); NWCC (2010); Wang y Wang (2015); Zimmerling et al. (2013).

La variabilidad en la tasa de muerte de aves responde a los siguientes factores: la ubicación del parque en relación con la ruta de aves migratorias, la conducta de las aves (altura, maniobra y tiempo de vuelo), su comportamiento reproductivo y alimenticio, la dirección y fuerza de los vientos, la topografía donde se establece el parque, la luz que emiten las turbinas, y la distribución de estas (Santos et al. 2010; Tabassum-Abbasi et al. 2014; Wang y Wang 2015).

### Impacto en fuentes de agua

Algunos estudios argumentan que la energía eólica tiene un reducido impacto sobre las fuentes de agua, en comparación no solo con la extracción de combustibles fósiles, que requiere perforaciones, sino también de otras fuentes de energía renovable como la solar y la nuclear. La energía eólica ocupa hasta 90 % menos de agua para funcionar adecuadamente (Saidur et al. 2011). Sin embargo, otros trabajos indican que sí hay afectaciones a los recursos hidrológicos debido a las cimentaciones de las turbinas (hechas a base de acero y cemento, con un volumen cercano a 270 metros cúbicos y 70 toneladas de peso), particularmente en zonas costeras o con sistemas lagunares cercanos. Los caminos también provocan la compactación del suelo y modifican las corrientes naturales de agua. En las costas de Texas, Estados Unidos, se perturbaron las cuencas hidrológicas al inhibir el flujo de escorrentía del agua (Lange, Ballard y Collins 2018). En las costas del estado de Ceará, en Brasil, se dañaron manglares, lagos y el flujo de agua en sistemas de ríos y lagos (Brannstrom et al. 2017). Ese es otro tema urgente, dada la importancia de los recursos hidrológicos de América Latina.

### Contaminación por aceite y remoción de la infraestructura eólica

Son pocas las investigaciones que mencionan el impacto que tienen en el ecosistema las fugas de aceite de las turbinas (Harvey y Dew 2016). En el Istmo de Tehuantepec, México, la población local lo ha señalado reiteradamente, pero no hay estudios técnicos que comprueben la contaminación por aceite en cultivos agrícolas, recursos forestales, áreas de pastoreo y zonas de pesca (Huesca-Pérez, Sheinbaum-Pardo y Köppel 2016). Se estima que los rotores utilizan 300 litros de aceite por turbina y existe preocupación por el impacto acumulado de 22 parques eólicos en operación en esta parte del país (Agatón et al. 2016; Diego 2018).

Otro aspecto que ha sido poco estudiado es el futuro de la infraestructura eólica una vez concluida la vida útil del parque (Hall, João y Knapp 2020; Topham et al. 2019). Su desmantelamiento incluye la remoción de turbinas y estructuras subterrá-

neas (líneas de transmisión). Para la recuperación del suelo y la vegetación, hay que dejar pasar dos años después de retiradas las turbinas (Ortegon, Nies y Sutherland 2013). Los cimientos no se eliminan, simplemente se cubren con una capa de suelo orgánico de 30 centímetros (Martínez et al. 2009).

Las experiencias latinoamericanas en este tema son inexistentes, por lo que fue necesario recurrir a otros contextos para documentarlas. Solo se encontró un caso en el Reino Unido, en el que se reportaron afectaciones negativas en el suelo, el agua y las actividades ganaderas, producto de la remoción de infraestructura eólica (Wang, Wang y Smith 2015). En Estados Unidos, la tendencia ha sido utilizar las áreas ocupadas para la siguiente generación de proyectos, de manera que la restauración del suelo y la vegetación original queda descartada (Szumilas-Kowalczyk, Pevzner y Giedych 2020). En Europa continental se pronostica la acumulación de 3,5 kilotoneladas de concreto, acero y hierro provenientes de 34 000 turbinas o más, lo cual puede convertirse en un problema a partir del año 2025 (Topham et al. 2019; *Wind Europe* 2020). Entre las opciones que se manejan para disponer de estos desechos están el reúso, el reciclaje y la incineración (Tota-Maharaj y McMahan 2020).

Para proceder a la remoción de un parque, es necesario evitar temporadas de migración, reproducción y anidación de aves (Hernandez et al. 2021). Para los parques eólicos marinos se pronostica un impacto menor, porque los hábitats creados son favorables para la fauna (Topham et al. 2019). La mayor parte de los países del mundo cuentan con escasa o nula normatividad que regule este proceso (Hall, João y Knapp 2020; Topham et al. 2019).

## Impactos en la salud

En diversos estudios se ha reportado que el ruido de las turbinas afecta la salud de las personas, aunque esto depende en gran medida de la distancia entre el parque y el asentamiento humano. El ruido puede ser de dos tipos: mecánico y aerodinámico. El primero se origina por el movimiento de las partes del propio aerogenerador, mientras que el segundo se atribuye a los cambios en los flujos del aire (Katinas, Marčiukaitis y Tamašauskienė 2016).

Los estudios sobre el tema para América Latina son inexistentes, a pesar de que en el Istmo de Tehuantepec, México, el ruido que generan las turbinas es una de las preocupaciones más apremiantes para personas que habitan a menos de 200 metros de los parques (Huesca-Pérez, Sheinbaum-Pardo y Köppel 2016; Juárez-Hernández y León 2014). En Estados Unidos y algunos países europeos se ha documentado baja calidad de sueño, estrés y dolor de cabeza en personas que viven a menos de dos kilómetros de los parques (Baxter, Morzaria y Hirsch 2013; Nissenbaum, Aramini y Hanning 2012; Leung y Yang 2012). En Holanda dichos padecimientos se manifiestan por



arriba de los 45 decibeles (Bakker et al. 2012; Pedersen et al. 2009) mientras que en Estados Unidos se encontraron resultados similares a partir de 40 decibeles (Knopper y Ollson 2011; Wang y Wang 2015). En Dinamarca el análisis se realizó en función de las siguientes condiciones: diabetes, problemas para dormir, depresión y embarazo. El único factor que reportó una asociación positiva con el ruido de las turbinas fue el uso de medicamentos para dormir y antidepresivos, particularmente en persona mayores de 65 años. Estos estudios no son concluyentes y se requiere incorporar otras variables para seguir profundizando en el tema (Poulsen et al. 2019; 2018a; 2018b).

## ¿Energía para quién? Desafíos para la política pública

Los gobiernos de Brasil, México y Uruguay se comprometieron a reducir sus emisiones de GEI para el 2030 en un 43, 25 y 24 %, respectivamente (Rodrigues et al. 2018; SEMARNAT 2020; World Bank 2016). Estos tres países han seguido estrategias parecidas para el desarrollo de la energía eólica, incentivadas no solo por los compromisos asumidos en el Acuerdo de París, sino también porque el funcionamiento de hidroeléctricas se ha visto comprometido por periodos prolongados de sequía (De Almeida y Azevedo 2019; Ardanche et al. 2018).

En Brasil y México se instalaron centrales eólicas piloto desde los años noventa. A inicios del siglo XXI, se publicaron los atlas que evidenciaron el potencial eólico del noreste brasileño y el Istmo de Tehuantepec en México (De Almeida y Azevedo 2019; Nahmad, Nahón y Langlé 2014). En Brasil, el atlas fue financiado con recursos públicos y en México, con recursos privados. El uruguayo data de 2008 y estuvo a cargo del sector académico nacional, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (Ardanche et al. 2018).

Brasil y Uruguay crearon programas favorables a la transición energética (Programa de Energía Eólica, 2007 y Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica, 2002, respectivamente). En México, la promulgación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables (2008) dio impulso al sector (De Almeida y Azevedo 2019; Ardanche et al. 2018; Diego 2015). En los tres países se crearon esquemas favorables a la inversión privada, debido a que la energía eólica es costosa en su fase inicial y presenta flujos intermitentes y estacionales en el servicio. Se formularon modelos de contratos para considerar la producción promedio a lo largo de los años y permitir reajustes y compensaciones según el historial de generación. Lo anterior, junto al conocimiento del potencial eólico, atrajo inversión extranjera proveniente sobre todo de España, Dinamarca y Alemania (De Almeida y Azevedo 2019; Ardanche et al. 2018).

Una diferencia importante entre los tres países fueron las medidas proteccionistas implementadas. Brasil y Uruguay impusieron una cuota del 60 % y el 20 %, respectivamente, para la utilización de material fabricado dentro del país, lo cual condujo

al desarrollo tecnológico, la formación de recursos humanos y la generación de empleos a escala local (Fornillo 2021; Aquino et al. 2014). En contraste, la infraestructura utilizada en México en su mayoría es importada de España; la industria eólica del país azteca es muy incipiente (Martínez, Rivas y Vera 2019).

También hay diferencias importantes en términos de quién se beneficia de la energía generada. En Uruguay y Brasil, la energía eólica es comprada por una empresa estatal que luego la distribuye a la población. En el noreste de Brasil, el 57 % de la energía que llega a los hogares de 50 000 000 de personas proviene de fuentes eólicas (Fornillo 2021; Rodrigues et al. 2018; Regueiro y Chavez 2014). Por el contrario, la modalidad de autoabastecimiento predominante en México privilegia la generación de energía eólica por y para empresas privadas de gran capital (CEMEX, Nestlé, Wal-Mart y Bimbo) (Juárez-Hernández y León 2014; Rodríguez Padilla 2016; SENER 2016). No es de sorprenderse que esa carencia en el diseño de la política pública haya ocasionado conflictos con las comunidades donde se instalan las turbinas. El gobierno mexicano ha respondido solicitando no solo una Manifestación de Impacto Ambiental, sino evaluaciones de impacto social, así como apego al Convenio de la Organización Internacional del Trabajo que estipula la necesidad de hacer consultas previas, libres e informadas en zonas habitadas por pueblos originarios. Sin embargo, los cerca de 22 parques eólicos del Istmo de Tehuantepec ya fueron instalados con un enfoque de arriba hacia abajo, sin recuperar el sentir de la población, mayoritariamente indígena (Zárate-Toledo, Patiño y Fraga 2019).

Otros desafíos de política pública presentes en la región tienen que ver con la distribución desigual de los beneficios y la pérdida de acceso a zonas de cultivo, pastoreo y aprovechamiento de recursos naturales en las comunidades donde se instalan los parques (Nahmad, Nahón y Langlé 2014; Brown 2011). En relación con el primer punto, es necesario rescatar el proyecto de Cajamarca, Perú, que apostó por mejorar el ingreso familiar, los servicios de educación y salud, y el acceso de la población a la electricidad (Ferrer-Martí et al. 2012). En relación con el segundo, trabajos realizados en el Istmo de Tehuantepec, México, y Ceará, Brasil, reportan daños en tierras de cultivo, pastoreo y fuentes de agua, que dificultan la convivencia social dentro de las comunidades (Brown 2011; Gorayeb et al. 2016; Gorayeb et al. 2018; Juárez-Hernández y León 2014; Howe, Boyer y Barrera 2015; Huesca-Pérez, Sheinbaum-Pardo y Köppel 2016).

## Conclusiones

A escala global, la energía eólica destaca por su contribución a la transición energética, cada vez más necesaria ante escenarios extremos de cambio climático. En América Latina, los principales productores de energía eólica son Brasil (15 364 MW) y

México (6591 MW), mientras que Uruguay es reconocido por la diversificación de su matriz energética y la alta contribución a esta por parte de la energía eólica (un tercio de la capacidad eléctrica instalada). El presente artículo se propuso analizar las ventajas y las desventajas que trae consigo la expansión de la energía eólica en América Latina, poniendo particular énfasis en las experiencias de estos tres países.

La revisión de literatura arrojó cuatro ventajas y cinco desventajas de la industria eólica. Las primeras son la baja huella de carbono, los reducidos costos de producción, la creación de empleos y los ingresos por renta de tierras. Las desventajas incluyen la pérdida de cobertura forestal, el impacto en aves y fuentes de agua, la contaminación por derrames de aceite y desechos, y los daños a la salud.

La energía eólica presenta mayores ventajas ambientales y económicas que todas las demás, sean renovables o convencionales. Su huella de carbono es menor (5-52 gCO<sub>2</sub>e/kWh) y tiene costos más bajos en la generación de energía eléctrica (USD0.053/kWh), situación que favorece la diversificación de la matriz energética. Lo anterior la ha convertido en una de las herramientas más importantes para cumplir con los compromisos asumidos en el Acuerdo de París por cada uno de los países de la región. Sin embargo, la contribución de la energía eólica a la generación de energía eléctrica nacional presenta mayores avances en Brasil y Uruguay que en México. En los dos países sudamericanos, la política pública favorece el desarrollo de manufactura y prioriza la cobertura del servicio a la población, mientras que en México no se cuenta con una industria nacional y la energía eólica que se produce se dirige sobre todo al sector privado.

La generación de empleos se concentra en la etapa de construcción de los parques, particularmente en el caso de México, país importador de infraestructura eólica. Por el contrario, las medidas proteccionistas desarrolladas por Brasil han permitido una mayor creación de empleos, con proyecciones de hasta 200 000 nuevas plazas para 2026.

Con respecto a los ingresos por la renta de la tierra, se identificaron diferencias importantes entre América Latina, Europa y Estados Unidos. Los países que concentran la producción de tecnología tienen mayores posibilidades de ofrecer mejores esquemas de pago a los propietarios de la tierra.

La comparación entre el Norte Global y América Latina permitió constatar que los daños socioambientales de la industria eólica están muy poco documentados en nuestro continente. Pareciera que la pérdida de cobertura vegetal, la reducción del número y la muerte de aves, el impacto en las fuentes de agua y las afectaciones a la salud fueran preocupaciones exclusivas de países desarrollados. Un importante reto para la política pública de la región latinoamericana es fomentar la investigación en todas estas áreas, con el fin de diseñar medidas de mitigación que minimicen los efectos negativos de la industria eólica.

Otro reto se refiere a la necesidad de desarrollar la cadena completa de suministros de insumos, mediante la innovación tecnológica, como ya lo hace China. Ade-

más, la inserción de la industria eólica en el continente latinoamericano tiene que tomar en cuenta factores de justicia social, en dos aspectos principales. El primero es garantizar beneficios equitativos para la población en el sitio donde se instala el parque; el segundo es priorizar y asegurar la demanda energética del país por encima de intereses privados. En el caso de México y Brasil, se encontraron estudios sobre conflictos entre comunidades afectadas por la instalación de parques y las empresas a cargo de operarlos. Esa situación apunta a la necesidad de que en toda intervención se realicen las consultas estipuladas por el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), o que se diseñen herramientas parecidas, en caso de que no tratarse de pueblos originarios.

Mientras esos desafíos no sean asumidos plenamente por los gobiernos de la región, los que hasta ahora se conocen como proyectos eólicos seguirán formando parte de una estructura hegemónica que se autoproclama como la solución a los problemas ambientales, pero que continúa utilizando una lógica extractivista. Para aprovechar a plenitud los beneficios ambientales y sociales que ofrece la industria eólica, es indispensable revertir esa situación.

## Bibliografía

- AEE (Asociación Empresarial Eólica). 2019. *Estudio macroeconómico del impacto del sector eólico en España*. Madrid: Asociación Empresarial Eólica.  
<https://bit.ly/3lNX6zn>
- AMDEE (Asociación Mexicana de Energía Eólica). 2021. “Desarrollo y beneficios”,  
<https://bit.ly/3n32RZx>
- Agatón, Gustavo, Agustín Santiago, José Maclovio Sautto Vallejo y Alfredo Montaña. 2016. “Estudio de impacto ambiental, económico y social en la región del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México, debido a la instalación de parques eólicos”. *Tlamati* 7.1: 14-21. <https://bit.ly/3BQHWip>
- Agudelo, Sofía M., Todd J. Mabee, Rosa Palmer y Ryan Anderson. 2021. “Post-Construction Bird and Bat Fatality Monitoring Studies at Wind Energy Projects in Latin America: A Summary and Review”. *Heliyon* 7(6): e07251. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07251>
- Aquino, Alberto, Alex Araújo, Janardan Rohatgi y Oyama de Oliveira Filho. 2014. “Development of the Wind Power in Brazil: Political, Social and Technical Issues”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 39: 828-834. [doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.086](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.086)
- Ardanche, Melissa, Mariela Bianco, Claudia Cohanoff, Soledad Contreras, María Goñi, Lucía Simón y Judith Sutz. 2018. “The Power of Wind: An Analysis of a Uruguayan Dialogue Regarding an Energy Policy”. *Science and Public Policy* 45 (3): 351-360. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx041>

- Arnett, Edward B., Douglas B. Inkley, Douglas H. Johnson, Ronald P. Larkin, Stephanie Manes, Albert M. Manville, Russ Mason, Michael Morrison, M. Dale Strickland y Robert Thresher. 2007. *Impacts of Wind Energy Facilities on Wildlife and Wildlife Habitat*. Estados Unidos: The Wildlife Society. <https://bit.ly/3DRbNIc>
- Bakker, Roel H., Eja Pedersen, Frits van den Berg, Roy E. Stewart, W. Lok, y Jelte Bouma. 2012. "Impact of Wind Turbine Sound on Annoyance, Self-Reported Sleep Disturbance and Psychological Distress". *Science of the Total Environment* 425: 42-51. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.005
- Baxter, Jamie, Rakhee Morzaria y Rachel Hirsch. 2013. "A Case-Control Study of Support/Opposition to Wind Turbines: Perceptions of Health Risk, Economic Benefits, and Community Conflict". *Energy Policy* 61: 931-943. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.050
- Bhandari, Ramchandra, Bhunesh Kumar y Felix Mayer. 2020. "Life Cycle Greenhouse Gas Emission from Wind Farms in Reference to Turbine Sizes and Capacity Factors". *Journal of Cleaner Production* 277 (123385). doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123385
- Blanco, Maria Isabel, y Glória Rodrigues. 2009. "Direct Employment in the Wind Energy Sector: An EU Study". *Energy Policy* 37 (8): 2847-2857. doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.049
- Brannstrom, Christian, Adryane Gorayeb, Jocicléa de Sousa Mendes, Caroline Loureiro, Antonio Jeovah de Andrade Meireles, Edson Vicente da Silva, Ana Larissa Ribeiro de Freitas y Rafael Fialho de Oliveira. 2017. "Is Brazilian Wind Power Development Sustainable? Insights from a Review of Conflicts in Ceará State". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67: 62-71. doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.047
- Brown, Keith Brower. 2011. "Wind Power in Northeastern Brazil: Local Burdens, Regional Benefits and Growing Opposition". *Climate and Development* 3 (4): 344-360. doi.org/10.1080/17565529.2011.628120
- Bueno, Maximiliano, Luis Carlos Rodríguez Sarmiento y Patricia Jisette Rodríguez Sánchez. 2016. "Costs Analysis of Electric Generation from Renewable Sources in the Colombian Electricity System". *Ingeniería y Desarrollo* 34 (2): 397-419. doi.org/10.14482/inde.34.2.7282
- Burney, Jennifer, Halimatou Alaofé, Rosamond Naylor y Douglas Taren. 2017. "Impact of a Rural Solar Electrification Project on the Level and Structure of Women's Empowerment". *Environmental Research Letters* 12 (9): 095007. doi.org/10.1088/1748-9326/aa7f38
- Cabrera-Cruz, Sergio A., Juan Cervantes-Pasqualli, Montserrat Franquesa-Soler, Oscar Muñoz-Jiménez, Guillermo Rodríguez-Aguilar y Rafael Villegas-Patracá. 2020. "Estimates of aerial vertebrate mortality at wind farms in a bird migration corridor and bat diversity hotspot". *Global Ecology and Conservation* 22: e00966. doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00966
- Cecelski, Elizabeth. 2003. *Energy, Poverty, and Gender. Enabling Equitable Access to Rural Electrification: Current Thinking on Energy, Poverty, and Gender*. Washington D.C.: The World Bank. <https://bit.ly/3vk0i98>

- Copena, Damián, y Xavier Simón. 2018. "Wind Farms and Payments to Landowners: Opportunities for Rural Development for the Case of Galicia". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 95: 38-47. doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.043
- Dahl, Espen Lie, Kjetil Bevanger, Torgeir Nygård, Eivin Røskoft y Bård G. Stokke. 2012. "Reduced Breeding Success in White-Tailed Eagles at Smøla Windfarm, Western Norway, Is Caused by Mortality and Displacement". *Biological Conservation* 145 (1): 79-85. doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.012
- Diego, Roberto. 2015. "Energía limpia o energía perversa: actores sociales y parques eólicos en Dinamarca y en el Istmo de Tehuantepec". *Desarrollo Sustentable: Enfoques, Políticas, Gestión y Desafíos* 1: 421-442.
- Diego, Roberto. 2018. "Política gubernamental vs. política pública: avatares de los parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec". *Revista Problemas del Desarrollo* 49 (194). doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.194.61586
- De Almeida, Juliana, Yanaguizawa Lucena y Klayton Ângelo Azevedo Lucena. 2019. "Wind Energy in Brazil: An Overview and Perspectives under the Triple Bottom Line". *Clean Energy* 3 (2): 69-84. doi.org/10.1093/ce/zkz001
- Drewitt, Allan L., y Rowena H. W. Langston. 2006. "Assessing the Impacts of Wind Farms on Birds". *Ibis* 148: 29-42. doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). 2020. *Balance Energético Nacional*. Brasil: Ministerio de Minas e Energía.
- Ferrer-Martí, Laia, Anna Garwood, José Chiroque, Benito Ramirez, Oliver Marcelo, Marianna Garfí y Enrique Velo. 2012. "Evaluating and Comparing Three Community Small-Scale Wind Electrification Projects". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (7): 5379-5390. doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.015
- Fornillo, Bruno. 2021. "Energy Transition in Uruguay: Market Dominance or Public-Social Power?". *Ambiente & Sociedade* 24. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc-20190229r1vu202111de
- Garvin, Julia C., Christopher S. Jennelle, David Drake y Steven M. Grodsky. 2011. "Response of Raptors to a Windfarm". *Journal of Applied Ecology* 48 (1): 199-209. doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01912.x
- Goarayeb, Adryane, Christian Brannstrom, Antonio Jeovah de Andrade Meireles y Jocicléa de Sousa Mendes. 2018. "Wind Power Gone Bad: Critiquing Wind Power Planning Processes in Northeastern Brazil". *Social Science* 40: 82-88. doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.027
- Goarayeb, Adryane, Jocicléa de Sousa Mendes, Antonio Jeovah de Andrade Meireles, Christian Brannstrom, Edson Vicente da Silva y Ana Larissa Ribeiro de Freitas. 2016. "Wind-Energy Development Causes Social Impacts in Coastal Ceará State, Brazil: The Case of the Xavier Community". *Journal of Coastal Research* 75 (sp1): 383-387. doi.org/10.2112/SI75-077.1
- Hall, Rebecca, Elsa João y Charles W. Knapp. 2020. "Environmental Impacts of Decommissioning: Onshore versus Offshore Wind Farms". *Environmental Impact Assessment Review* 83: 106404. doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106404



- Han, Jingyi, Arthur P. J. Mol, Yonglong Lu y Lei Zhang. 2009. "Onshore Wind Power Development in China: Challenges behind a Successful Story". *Energy Policy* 37 (8): 2941-2951. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.021>
- Harvey, Nick, y Romana E. C. Dew. 2016. "Coastal Impact of Onshore Wind Farms in Australia". *Journal of Coastal Research* 75 (sp1): 992-996. [doi.org/10.2112/SI75-199.1](https://doi.org/10.2112/SI75-199.1)
- Hernandez, C. Mauricio, Milad Shadman, Mojtaba Maali Amiri, Corbiniano Silva, Segen F. Estefen y Emilio La Rovere. 2021. "Environmental Impacts of Offshore Wind Installation, Operation and Maintenance, and Decommissioning Activities: A Case Study of Brazil". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 144: 110994. [doi.org/10.1016/j.rser.2021.110994](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110994)
- Howe, Cymene, Dominic Boyer y Edith Barrera. 2015. "Los márgenes del Estado al viento: autonomía y desarrollo de energías renovables en el sur de México". *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology* 20 (2): 285-307. [doi.org/10.1111/jlca.12149](https://doi.org/10.1111/jlca.12149)
- Huesca-Pérez, María Elena, Claudia Sheinbaum-Pardo y Johann Köppel. 2016. "Social Implications of Siting Wind Energy in a Disadvantaged Region. The Case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 58: 952-965. [doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.310](https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.310)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. Ginebra: The Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://bit.ly/3pbLLv7>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2020. *Renewable Capacity Statistics 2020*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. <https://bit.ly/2YVPRwZ>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2019a. *Renewable Power Generation Costs in 2019*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. <https://bit.ly/3vo1QiI>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2019b. *Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2019*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. <https://bit.ly/3FXOf6w>
- Jaber, Suaad. 2013. "Environmental Impacts of Wind Energy". *Journal of Clean Energy Technologies* 1 (3): 251-254. <https://doi.org/10.7763/JOCET.2013.V1.57>
- Juárez-Hernández, Sergio, y Gabriel León. 2014. "Energía eólica en el istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social". *Problemas del Desarrollo* 45 (178): 139-162. [doi.org/10.1016/S0301-7036\(14\)70879-X](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(14)70879-X)
- Justo Falavigna, Tamara, Daniel Pereira, Matheus Lara Rippel y Maria Virginia Petry. 2020. "Changes in Bird Species Composition after a Wind Farm Installation: A Case Study in South America". *Environmental Impact Assessment Review* 83: 106387. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106387>
- Kadiyala, Akhil, Raghava Kommalapati y Ziaul Huque. 2016. "Evaluation of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Different Biomass Feedstock Electricity Generation Systems". *Sustainability* 8 (1181). [doi.org/10.3390/su8111181](https://doi.org/10.3390/su8111181)

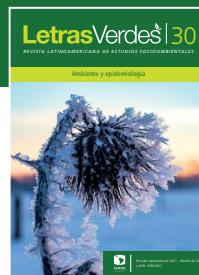


- Kaldellis, John K., Dimitrios Apostolou, Marina Kapsali y Emilia Kondili. 2016. “Environmental and Social Footprint of Offshore Wind Energy. Comparison with Onshore Counterpart”. *Renewable Energy* 92: 543-556.  
doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.018
- Katinas, Vladislovas, Mantas Marčiukaitis y Marijona Tamašauskienė. 2016. “Analysis of the Wind Turbine Noise Emissions and Impact on the Environment”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 58: 825-831. doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.140
- Katsaprakakis, Dimitris Al. 2012. “A Review of the Environmental and Human Impacts from Wind Parks. A Case Study for the Prefecture of Lasithi, Crete”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (5): 2850-2863. doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.041
- Knopper, Loren D., y Christopher A. Ollson. 2011. “Health Effects and Wind Turbines: A Review of the Literature”. *Environmental Health* 10 (1): 1-10.  
doi.org/10.1186/1476-069X-10-78
- Lange, Corey J., Bart M. Ballard y Daniel P. Collins. 2018. “Impacts of Wind Turbines on Redheads in the Laguna Madre”. *The Journal of Wildlife Management* 82 (3): 531-537. doi.org/10.1002/jwmg.21415
- Leary, Jon, Aidan While y Robert Howell. 2012. “Locally Manufactured Wind Power Technology for Sustainable Rural Electrification”. *Energy Policy* 43: 173-183.  
doi.org/10.1016/j.enpol.2011.12.053
- Ledec, George C., Kennan W. Rapp y Robert G. Aiello. 2011. *Greening the Wind: Environmental and Social Considerations for Wind Power Development*. Washington D.C.: The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8926-3>
- Leung, Dennis, y Yuan Yang. 2012. “Wind Energy Development and Its Environmental Impact: A Review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (1): 1031-1039.  
doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.024
- Lucio, Carlos. 2016. *Conflictos socioambientales, derechos humanos y movimiento indígena en el Istmo de Tehuantepec*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Martínez, Eduardo, Luis Arturo Rivas y Paola Selene Vera. 2019. “El sector eólico en México y España”. *Perfiles Latinoamericanos* 27 (53): 1-21.  
doi.org/10.18504/pl2753-002-2019
- Martínez, Eduardo, Adán Sanz, Stefano Pellegrini, Emilio Jiménez y Julio Blanco. 2009. “Life Cycle Assessment of a Multi-Megawatt Wind Turbine”. *Renewable Energy* 34 (3): 667-673. doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.020
- Mathew, Sathyajith. 2006. *Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. Holanda: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Mazorra, Javier, Julio Lumbreras, Luis Fernández y Candela De la Sota. 2017. “Gender, Climate Change and Energy Access in Developing Countries: State of the Art”. *En Understanding Climate Change through Gender Relations*, editado por Susan Buckingham y Virginne Le Masson, 123-140. Londres / Nueva York: Routledge / Taylor & Francis.
- MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería). 2019. *Balance energético 2019*. Uruguay: MIEM. <https://bit.ly/3BRmpGB>

- Nahmad, Salomón, Abraham Nahón y Rubén Langlé. 2014. *La visión de los actores sociales frente a los proyectos eólicos del Istmo de Tehuantepec*. México D.F.: CIESAS.
- Nissenbaum, Michael A., Jeffery J. Aramini y Christopher D. Hanning. 2012. “Effects of Industrial Wind Turbine Noise on Sleep and Health”. *Noise and Health* 14 (60): 237-243. doi.org/10.4103/1463-1741.102961
- Nugent, Daniel, y Benjamin K. Sovacool. 2014. “Assessing the Lifecycle Greenhouse Gas Emissions from Solar PV and Wind Energy: A Critical Meta-Survey”. *Energy Policy* 65: 229–244. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.048
- NWCC (National Wind Coordinating Collaborative). 2010. *Wind Turbine Interactions with Birds, Bats, and their Habitats: A Summary of Research Results and Priority Questions*. Estados Unidos: National Wind Coordinating Collaborative. <https://bit.ly/3C3oyyM>
- Ocasio-Cortez, Alexandra. 2019. “Green New Deal. Resolutivo”. Estados Unidos: Congreso de los Estados Unidos. <https://bit.ly/3lPwNcb>
- Ortegon, Katherine, Loring F. Nies y John W. Sutherland. 2013. “Preparing for End of Service Life of Wind Turbines”. *Journal of Cleaner Production* 39: 191-199. doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.022
- Paredes, María Guadalupe, Alejandro Padilla-Rivera y Leonor Patricia Güereca. 2019. “Life Cycle Assessment of Ocean Energy Technologies: A Systematic Review”. *Journal of Marine Science and Engineering* 7(9). doi.org/10.3390/jmse7090322
- Pearce-Higgins, James W., Leigh Stephen, Andy Douse y Rowena H. W. Langston. 2012. “Greater Impacts of Wind Farms on Bird Populations during Construction than Subsequent Operation: Results of a Multi-Site and Multi-Species Analysis”. *Journal of Applied Ecology* 49 (2): 386-394. doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02110.x
- Pearce-Higgins, James W., Leigh Stephen, Rowena H. W. Langston, Ian P. Bainbridge y Rhys Bullman. 2009. “The Distribution of Breeding Birds around Upland Wind Farms”. *Journal of Applied Ecology* 46 (6): 1323-1331. doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x
- Pedersen, Eja, Frits van den Berg, Roel Bakker y Jelte Bouma. 2009. “Response to Noise from Modern Wind Farms in the Netherlands”. *The Journal of the Acoustical Society of America* 126 (2): 634-643. doi.org/10.1121/1.3160293
- Pepermans, Yves, y Ilse Loots. 2013. “Wind Farm Struggles in Flanders Fields: A Sociological Perspective”. *Energy Policy* 59: 321-328. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.044
- Poulsen, Aslak Harbo, Ole Raaschou-Nielsen, Alfredo Peña, Andrea N. Hahmann, Rikke Baastrup Nordsborg, Matthias Ketzl, Jørgen Brandt y Mette Sørensen. 2019. “Impact of Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise on Redemption of Sleep Medication and Antidepressants: A Nationwide Cohort Study”. *Environmental Health Perspectives* 127 (3): 037005. doi.org/10.1289/EHP3909
- Poulsen, Aslak Harbo, Ole Raaschou-Nielsen, Alfredo Peña, Andrea N. Hahmann, Rikke Baastrup Nordsborg, Matthias Ketzl, Jørgen Brandt y Mette Sørensen. 2018a. “Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise at Night and Risk for Diabetes: A Nationwide Cohort Study”. *Environmental Research* 165: 40-45. doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.040





- Poulsen, Aslak Harbo, Ole Raaschou-Nielsen, Alfredo Peña, Andrea N. Hahmann, Rikke Baastrup Nordsborg, Matthias Ketzler, Jørgen Brandt y Mette Sørensen. 2018b. “Pregnancy Exposure to Wind Turbine Noise and Adverse Birth Outcomes: A Nationwide Cohort Study”. *Environmental Research* 167: 770-775. doi.org/10.1016/j.envres.2018.09.011
- Regueiro, Rosa María, y Habbid Chavez. 2014. “El desarrollo eólico en Brasil, Ecuador y España: reflexiones a partir del marco normativo”. *Estudios Económicos y Empresariales* 26: 95-112. https://bit.ly/3AOGTOY
- Rodrigues Raimundo, Danielle, Ivan Felipe Silva dos Santos, Geraldo Lúcio Tiago Filho y Regina Mambeli Barros. 2018. “Evaluation of Greenhouse Gas Emissions Avoided by Wind Generation in the Brazilian Energetic Matrix: A Retroactive Analysis and Future Potential”. *Resources, Conservation and Recycling* 137: 270–280. doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.020
- Rodríguez Padilla, Víctor. 2016. “Industria eléctrica en México: tensión entre el Estado y el mercado”. *Problemas del Desarrollo* 185 (47): 33-55. https://bit.ly/3lPXCx6
- Saidur, Rahman, Nasrudin A. Rahim, Monirul Rafiq Islam y Khalid H. Solangi. 2011. “Environmental Impact of Wind Energy”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (5): 2423-2430. doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.024
- Santos, Mário, Rita Bastos, Paulo Travassos, Regina Bessa, Miguel Repas y João Alexandre Cabral. 2010. “Predicting the Trends of Vertebrate Species Richness as a Response to Wind Farms Installation in Mountain Ecosystems of Northwest Portugal”. *Ecological Indicators* 10 (2): 192-205. doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.04.014
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2020. *Contribución determinada a nivel nacional: México*. México D.F.: SEMARNAT. https://bit.ly/3aKuAbR
- SENER (Secretaría de Energía). 2020. *Balance nacional de energía 2019*. México: Secretaría de Energía. https://bit.ly/3AUf0F0
- SENER (Secretaría de Energía). 2016. *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030*. México: Secretaría de Energía. https://bit.ly/3aOuMH8
- SENER (Secretaría de Energía). 2012. *Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026*. México: Secretaría de Energía. https://bit.ly/3ARIF1M
- Silva, Mafalda, y Hanne Lerche Raadal. 2019. *Life Cycle GHG Emissions of Renewable and Non-renewable Electricity Generation Technologies*. Aalborg: Aalborg University. https://bit.ly/3vnh2wv
- Simas, Moana, y Sergio Pacca. 2014. “Assessing Employment in Renewable Energy Technologies: A Case Study for Wind Power in Brazil”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31: 83-90. doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.046
- Slattery, Michael C., Eric Lantz y Becky L. Johnson. 2011. “State and Local Economic Impacts from Wind Energy Projects: Texas Case Study”. *Energy Policy* 39 (12): 7930-7940. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.047
- Sovacool, Benjamin K., Hans H. Lindboe y Ole Odgaard. 2008. “Is the Danish Wind Energy Model Replicable for Other Countries?”. *The Electricity Journal* 21 (2): 27-38. doi.org/10.1016/j.tej.2007.12.009

- Szumilas-Kowalczyk, Hanna, Nicholas Pevzner y Renata Giedych. 2020. “Long-Term Visual Impacts of Aging Infrastructure: Challenges of Decommissioning Wind Power Infrastructure and a Survey of Alternative Strategies”. *Renewable Energy* 150: 550-560. doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.143
- Tabassum-Abbasi, Manicam Premalatha, Tasneem Abbasi y Shahid Abbas Abbasi. 2014. “Wind Energy: Increasing Deployment, Rising Environmental Concerns”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31: 270-288. doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.019
- Topham, Eva, Elena Gonzalez, David McMillan y Elsa João. 2019. “Challenges of Decommissioning Offshore Wind Farms: Overview of the European Experience”. *Journal of Physics: Conference Series* 1222 (1). doi.org/10.1088/1742-6596/1222/1/012035
- Tota-Maharaj, Kiran, y Alexander McMahon. 2020. “Resource and Waste Quantification Scenarios for Wind Turbine Decommissioning in the United Kingdom”. *Waste Disposal & Sustainable Energy* 3: 117-144. doi.org/10.1007/s42768-020-00057-6
- UNDP (United Nations Development Program). 2010. *América Latina y el Caribe: una superpotencia de biodiversidad*. Estados Unidos: UNDP.
- Villegas-Patracca, Rafael, Sergio A. Cabrera-Cruz y Leonel Herrera-Alsina. 2014. “Soaring Migratory Birds Avoid Wind Farm in the Isthmus of Tehuantepec, Southern Mexico”. *PLoS ONE* 9 (3): 1-7. doi.org/10.1371/journal.pone.0092462
- Villegas-Patracca, Rafael, y Leonel Herrera-Alsina. 2015. “Migration of Franklin’s Gull (*Leucophaeus Pipixcan*) and Its Variable Annual Risk from Wind Power Facilities across the Tehuantepec Isthmus”. *Journal for Nature Conservation* 25: 72-76. doi.org/10.1016/j.jnc.2015.03.006
- Wang, Shifeng, y Sicong Wang. 2015. “Impacts of Wind Energy on Environment: A Review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49: 437-443. doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.137
- Wang, Shifeng, Sicong Wang y Pete Smith. 2015. “Quantifying Impacts of Onshore Wind Farms on Ecosystem Services at Local and Global Scales”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 52: 1424-1428. doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.019
- Wind Europe. 2020. “Decommissioning of Onshore Wind Turbines. Industry Guidance Document”. <https://bit.ly/3DTetVF>
- World Bank. 2016. *Uruguay. (Intended) Nationally Determined Contribution*. Washington D.C.: World Bank.
- Zárate-Toledo, Ezequiel, Rodrigo Patiño y Julia Fraga. 2019. “Justice, Social Exclusion and Indigenous Opposition: A Case Study of Wind Energy Development on the Isthmus of Tehuantepec, Mexico”. *Energy Research & Social Science* 54: 1-11. doi.org/10.1016/j.erss.2019.03.004
- Zimmerling, J. Ryan, Andrea C. Pomeroy, Marc V. d’Entremont y Charles M. Francis. 2013. “Canadian Estimate of Bird Mortality Due to Collisions and Direct Habitat Loss Associated with Wind Turbine Developments”. *Avian Conservation and Ecology* 8 (2): 10. doi.org/10.5751/ACE-00609-080210



## Las potencialidades bioenergéticas del *Arundo donax L.* en Argentina

### Study of the Bioenergetic Potentials of the Giant Reed in Argentina

-  Ada Graciela Nogar, Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL), Facultad de Ciencias Humanas, UNCPBA, Argentina, nogargraciela02@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9213-6615
-  Luis Damián Rodríguez, Núcleo de Estudios en Actividades Agropecuarias y Cambio Climático (NAACCE), Facultad de Agronomía, UNCPBA, Argentina, luisdamian1994@gmail.com, orcid.org/0000-0002-9639-0642
-  Carlos-Vicente Bongiorno, Centro de Investigaciones Integradas sobre Sistemas Agronómicos Sustentables (CIISAS), Facultad de Agronomía UNCPBA, carlosdeazul@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1815-4660.
-  Estela-Mercedes Santalla, Centro de Tecnologías Ambientales y Energía (CTAE, INTELYMEC), Facultad de Ingeniería, UNCPBA, esantall@fio.unicen.edu.ar, orcid.org/0000-0001-6631-2267

Recibido: 24 de enero de 2021  
 Aceptado: 3 de junio de 2021  
 Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

Las iniciativas que estimulan el aprovechamiento de recursos renovables para sustituir fuentes fósiles en pos de la transición energética ganan visibilidad en un contexto de calentamiento global, principal desafío ambiental planetario. El objetivo de este artículo es analizar las barreras y las oportunidades de generar bioenergía térmica a partir de la caña de Castilla (*Arundo donax L.*) como recurso para diversificar la matriz. Se aplicó un enfoque integral técnico para evaluar las potencialidades energéticas del *Arundo donax L.*, planta herbácea de origen asiático, considerada una especie de buen rendimiento de biomasa por hectárea. Aplicando diseños en bloques al azar y técnicas estandarizadas, se realizaron ensayos agronómicos en el SE de la provincia de Buenos Aires. Se obtuvieron rendimientos entre 5 y 11 t/ha, superiores a mayor densidad de plantación. Las características tecnológicas de la biomasa mostraron un contenido promedio de celulosa de 53 % y un poder calorífico superior entre 4000 y 4500 kcal/kg, lo que confirma su potencial como cultivo energético. Los resultados sobre la producción y el uso de la biomasa demostraron que se dispone de las capacidades tecnológicas para su explotación, sin impactar en los suelos y aprovechando su potencialidad como recurso energético renovable. Se reflexiona acerca de la cadena de valorización de la especie que permita promover procesos de localización de proyectos que activen complementariedades entre territorios singulares.

**Palabras clave:** *Arundo donax L.*; bioenergía; biomasa; cambio climático; exclusión energética

#### Abstract

Initiatives that stimulate the use of renewable resources to replace fossil sources in pursuit of the energy transition gain visibility in the context of global warming, the main planetary environmental challenge. In the study, a comprehensive technical approach was applied to evaluate the energy potential of Giant reed (*Arundo donax L.*), a herbaceous plant of Asian origin, considered a species of good biomass yield per hectare. From randomized block designs and standardized techniques, agronomic trials were carried out in the SE of the Province of Buenos Aires, obtaining yields between 5 and 11 t/ha, higher at higher planting density. The technological characteristics of the biomass showed an average cellulose content of 53 % and a higher calorific value between 4000 and 4500 kcal/kg, confirming its potential as an energy crop. The results on the production and use of the biomass demonstrated the availability of technological capacities for its exploitation without impacting soils and taking advantage of its potential as a renewable energy resource. Thus, we reflect on the value chain of the species that allows promoting localization processes of projects that activate complementarities between singular territories.

**Key words:** bioenergy; biomass; climate change; energy exclusion; Giant reed





## Introducción y estado de la cuestión

En un contexto en el cual el calentamiento global es un desafío a escala planetaria, las fuentes de energía (fósiles y descarbonizadas) estructuran los ejes de la discusión. El manejo de los recursos, los problemas ambientales y las formas de transporte y acceso a la energía condicionan el sistema energético actual. Las consecuencias de la combustión mayoritariamente fósil, adscripta a un orden geopolítico cambiante, se expresan en los gases de efecto invernadero (GEI) (Lasheras Merino 2021), entre otras consecuencias. En este “orden”, más de 2700 000 000 de personas (el 38 % de la población mundial) dependen de la biomasa para cocción y calefacción, lo cual tiene impactos en la salud y en el ambiente. El 17 % de la población (1300 000 000 de personas) carece de electricidad y unos 3000 000 000 emplean la madera, el carbón o los desechos de origen animal para cocinar (IEA 2019).

Considerando que los sistemas energéticos atraviesan los discursos, las gestiones y las necesidades sociales (Clementi y Jacinto 2021), en este artículo se analizan las barreras y las oportunidades de generar bioenergía térmica a partir del *Arundo donax L.* (AD) para diversificar la matriz. El trabajo reúne avances de investigaciones individuales y colectivas<sup>1</sup> donde se identificaron actores, articulaciones, móviles y barreras asociadas a las experiencias y se enriquecieron los conocimientos acerca del AD como fuente de energía descarbonizada.

### Crisis energética. Desafíos y oportunidades

El cambio climático y la crisis energética son problemas globales que han cobrado mayor atención en los últimos años, y no es casualidad que se encuentren vinculados. Fornillo (2017, 49) afirma que un desafío es “transformar el metabolismo energético para así también ampliar los márgenes de ahorro energético, aminorar drásticamente la emisión de CO<sub>2</sub> y, en consecuencia, paliar el impacto negativo del cambio global”. Sin embargo, el modelo energético actual no solo se caracteriza por el aumento en el consumo de energía, sino que, como expresa la Agencia Internacional de Energía (IEA 2019), la matriz energética primaria mundial depende en un 82 % de los combustibles fósiles, cuyas emisiones intensifican los procesos de calentamiento global. Este sector “es el responsable del 2/3 de las emisiones totales” (IRENA 2019), lo cual constituye una amenaza a la estabilidad climática del planeta. En los últimos 400 000 años, la concentración de CO<sub>2</sub> se mantuvo en el rango de las 280 partes por millón (ppm). China, Estados Unidos e India participan del 49 % de las emisiones.

<sup>1</sup> Barrado et al. 2019, además de los proyectos PEIDYT 03-02E (2019), de la Secretaría de Ciencia, Arte y Técnica, dirigido por Estela Santalla, y PICT 2017-2960, de la Agencia Nacional de Promoción Científico y Tecnológica (ANPCyT), dirigido por Graciela Nogar.

De esta manera, se produce un desequilibrio energético atmosférico, ya que se retiene calor. Ello ocasiona acidificación de los océanos, reducción de las capas de hielo, cambios en los valores de precipitación y transformación de los procesos socio-productivos, entre otros. A los efectos de las emisiones se suma el control de los sistemas energéticos o mejor, el control de las redes que producen, transportan y distribuyen la energía, adscriptas a poderes públicos y privados. En sus inicios, la generación de energía se produjo de manera descentralizada. Más tarde, con los procesos de urbanización y expansión poblacional, fue necesario construir infraestructura para transportar la energía a grandes distancias, en aras de disminuir costos, centralizar el poder de la distribución y adscribirse a las economías de escala (Ghía 2012; Clementi 2017; Milia 2019). Es adecuado preguntarse, entonces, ¿qué hay detrás del escenario actual que impulsa la transición energética?

Existe consenso en que la transición implica un cambio estructural y gradual del sistema de provisión y utilización de la energía, con objetivos de largo plazo. No obstante, conviven diversas miradas sobre el proceso, en función de los diferentes intereses económicos, políticos e ideológicos de los actores que lo impulsan. Estos van desde grandes multinacionales de la industria hidrocarburífera hasta movimientos o instituciones ecologistas. Las posturas más críticas sostienen que el proceso no representaría un cambio de paradigma, sino una expresión del modo en que el modelo actual intenta capitalizar la crisis energética y climática para un nuevo ciclo de acumulación. Esa transición energética de tipo corporativo intercambia recursos fósiles por renovables y alta tecnología, sin modificar ni cuestionar la distribución y el acceso a la energía de las poblaciones o la participación ciudadana en los procesos de toma de decisión (Bertinat y Chemes 2018; Bertinat, Chemes y Forero 2020).

En el ámbito europeo, los debates actuales giran sobre el concepto de transición ecológica, la cual se apoya en transformaciones tecnológicas en los sistemas de producción y consumo, así como también en las instituciones sociales y políticas y en las formas de vida de la población que permitan pasar de la situación actual (demasiado costosa para el ambiente) a una compatible con la capacidad del planeta para mantener las actividades humanas (Boissonade 2017; García 2018). En el contexto latinoamericano, algunos autores sostienen la necesidad de analizar este proceso como una transición socio-energética, considerando que las transformaciones no son solo técnicas o económicas, sino que también se deben dar en la gestión del sistema, apuntando a una mayor descentralización e inclusión, a través de mecanismos alternativos, para satisfacer las necesidades humanas, tales como priorizar el autoconsumo y la producción local comunitaria (Fornillo 2017; Egler 2020; Garrido 2020). Ese tránsito abre diversos retos, ya que se produce en el seno de un sistema de gran complejidad y dinamismo, condicionado e influenciado por el nivel de compromiso y los acuerdos políticos.

Si bien cada país enfrenta de manera diferente la descarbonización del sistema, algunos se han adherido al Acuerdo de París y a la Agenda 2030 para el Desarrollo



Sostenible. El primero prioriza las acciones y los recursos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y así mantener la temperatura global dentro de los límites establecidos. Por su parte, los mecanismos y los compromisos, no siempre concretos, se tornan insuficientes. El abandono de las metas obligatorias (Protocolo de Kyoto) en pos de objetivos voluntarios representa retrocesos en los acuerdos y las gestiones globales sobre el cambio climático. En ese desafío, construir un futuro bajo en carbono concede visibilidad y protagonismo a los territorios con presencia de recursos energéticos renovables (sol, viento, agua y biomasa), mediante proyectos situados.

Con base en lo expuesto (y sin considerar que sea un planteo abarcador), se vislumbra que la transición energética es necesaria para contribuir a la lucha contra el cambio climático y, además, favorecer la eficiencia energética, cambiar los hábitos de consumo e incrementar la igualdad en el acceso. Sin embargo, los obstáculos se multiplican en territorios marginales, por lo que la gradualidad de las acciones dependerá del contexto de cada país y/o región y las vinculaciones multiescales que impulsen los poderes (Fornillo 2021).

Existen distintas definiciones del modelo de generación distribuida (GD), las cuales contemplan la tecnología utilizada, la ubicación, los impactos asociados y el sistema de conexión de red. Una de ellas lo considera como un nuevo paradigma, un cambio desde las grandes centrales integradas de forma vertical a un modelo desagregado, con centros de generación de menor capacidad, que no operan de modo centralizado (González-Longatt 2004), localizados en cercanías al consumidor. Otros lo califican como el modelo para democratizar la generación de energía (Porcelli y Martínez 2018), además de inclusivo para poblaciones aisladas abastecidas por biomasa (leña y carbón) para cocción y calefacción. Entre las ventajas que presenta, se pueden mencionar el suministro de energía en los picos de consumo, la generación de energía para autoabastecimiento, la inyección de excedentes y como suministro auxiliar para la producción, entre otros. Generar energía sin aumentar los GEI promulga avanzar en la transición hacia un modelo descarbonizado y a pequeña escala, asociados a instrumentos técnicos, económicos y regulatorios que acompañen el proceso.

En ese escenario, Argentina amplía el abanico de experiencias enmarcadas en estímulos estatales a la producción de energía, buscando diversificar su matriz ante demandas crecientes y compromisos internacionales asumidos para un abastecimiento más sostenible. Desde finales del siglo XX y principios del XXI se fue conformando un denso marco normativo de promoción. Los primeros antecedentes se remontan: i) al Plan Alconafta (1980), que fomentó la producción de etanol de caña de azúcar como biocombustible; ii) al Programa de Uso Racional de la Energía, que creó centros de investigación y desarrollo de fuentes renovables (Decreto Nacional N° 2.247/1985) y iii) a la Ley 25.019/1998, Régimen Nacional de la Energía Eólica y Solar, que estableció incentivos para esos dos tipos de fuentes.

En la década de 2000, los incentivos fiscales y la obligatoriedad de mezclar nafta y *gasoil* con bioetanol y biodiesel en un 5 % dieron un nuevo impulso a los biocombustibles, con la sanción de los regímenes de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles (Ley 26.093/2006) y de Promoción de la Producción de Bioetanol (Ley 26.334/2007). En paralelo, un conjunto de disposiciones fue aprobado para estimular la producción de energía eléctrica: i) la Ley 26.190/2006 estableció como meta alcanzar el 8 % de participación de las energías renovables en la matriz eléctrica en 2017, ii) el Programa Generación de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (2009) impulsó la primera licitación de compra de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, y iii) la Resolución N°108 (2011) autorizó contratos de abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista y las ofertas de agentes generadores, cogeneradores o autogeneradores de energía renovable.

Desde mediados de la década de 2010, en un escenario energético centralizado y fósil-dependiente, el Estado nacional continúa apostando a la producción de hidrocarburos (convencionales y no convencionales), a la vez que intensifica la promoción de energías renovables. Sucesivas medidas propiciaron la multiplicación de proyectos. El Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la producción de Energía Eléctrica (Ley 27.191/2015) recuperó la meta del 8 % de la matriz nacional de energía eléctrica por fuentes renovables para 2018 y proyecta alcanzar un 20 % para 2025. Se le suman la licitación RenovAR (Rondas 1, 1.5 y 2), la renegociación de antiguas iniciativas paralizadas (Resolución N°202/2016) y la habilitación del Mercado a Término de Energías Renovables (Resolución N°281/2017). El Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la red eléctrica pública (Ley 27.424/2017) es el hito nacional que no solo abre la posibilidad de pensar en un nuevo modelo de producción y gestión de la energía, sino que reconoce y otorga legalidad a prácticas ya presentes en algunas provincias precursoras como Santa Fe.

Dentro de los agrocombustibles, los biocombustibles como el biodiesel (a partir de aceite de soja) y el bioetanol (a partir de caña de azúcar) y los silajes (de soja, maíz y sorgo) se utilizan para mejorar la productividad de biogás en proyectos energéticos. Son estos los que han alcanzado mayor penetración en el mercado, ya sea para sustituir fósiles para el transporte o para la producción de electricidad. Respecto a las biomásas sólidas, un estudio desarrollado en 2009, a través del mapeo de oferta y demanda de dendrocombustibles, mostró que Argentina cuenta con abundantes cantidades de biomasa aptas y potencialmente disponibles para uso energético (FAO 2009). La alta dispersión geográfica y su baja densidad, sumadas al elevado contenido de humedad al momento de cosecharlas, son desventajas aún no resueltas al evaluar la factibilidad técnico-económica de su explotación como recurso energético. A pesar de esas aparentes desventajas, el alto rendimiento de materia seca de las

biomasas lignocelulósicas y su amplio rango de condiciones de cultivo son factores que muestran una interesante oportunidad para evaluar su explotación como un nuevo vector energético que contribuya a diversificar las fuentes primarias de energía sostenible.

Por otro lado, la disponibilidad de tierras no utilizadas para la producción de *commodities* a lo largo del territorio podrían favorecer la implantación de cultivos energéticos de baja demanda de recursos (naturales y tecnológicos). Ello permitiría ofrecer, en una primera etapa, biomasa con fines energéticos para las poblaciones dispersas y pequeños emprendimientos y, a futuro, disponer del *know how* para avanzar hacia la explotación de fuentes de biomasa para el desarrollo de nuevos nichos que requieren mayor grado de conocimiento de las tecnologías, como puede ser la producción de combustibles de segunda y tercera generación. De todas maneras, hay actores que cuestionan la producción de energía a partir de biomasa: “Los discursos del sector de la bioenergía y su contextualización nos permitió advertir los alcances de los nuevos mecanismos de acumulación que se implementan con argumentos que suenan muy ‘verdes’” (Toledo López y Tittor 2019, 105). Pese a ello, este estudio presenta un escenario diferente, donde no hay competencia por suelos productivos y el cultivo es plurianual, lo cual disminuye las labranzas.

### Antecedentes sobre el *Arundo donax* L. con fines energéticos (en el mundo y en Argentina)

Numerosa literatura científica ha generado información sobre diferentes usos potenciales del AD. Los primeros trabajos reportan su uso para la fabricación de instrumentos musicales (Perdue 1958) y luego como potencialmente apto para la producción de pulpa (FAO 1955; Shatalov y Pereira 2006) y como adsorbente con propiedades de fitoremediación de suelos contaminados (Vernersson et al. 2002; Üner y Bayrac 2018; Pan et al. 2016).

La disminución de las reservas de combustibles fósiles y el impacto de estos sobre la generación de GEI han intensificado el estudio de nuevas fuentes de energía renovable, entre ellas, los cultivos energéticos. La rápida velocidad de producción de biomasa del AD lo ubica como candidato para el desarrollo de biocombustibles en Norteamérica (Barney y Di Tomaso 2008; Mack 2008) y en el sur europeo (Nassi et al. 2011). Mantineo et al. (2009) revelaron que la energía neta que provee AD resultó baja o negativa en el año de implantación, pero aumentó de manera considerable a partir del segundo año: valores entre 487 y 611 J/ha, con destacada influencia del riego y la fertilización nitrogenada. Jambor y Torok (2019), basándose en 68 trabajos relevantes enfocados en Italia y en la región mediterránea europea, destacaron que AD presenta un balance energético relativamente alto, con elevada inversión, bajos

costos de mantenimiento y alto potencial económico para la producción de biomasa en tierras marginales o poco atractivas.

Por su parte, Abreu et al. (2020) observan que la especie tiene un potencial para convertirse en referente en el mundo de los biocombustibles debido a sus características ecológicas. Cosentino et. al (2016) señalan que el rendimiento de biomasa logrado en Italia fue de 20-27 t/ha para el primer año de cultivo y de 35-42 t/ha desde el segundo año en adelante.

En Argentina, se reportan estudios de AD como material para la producción de carbones activados (Vernersson et al. 2002; Basso et al. 2005) y también para su conversión como combustible sólido, vía pirólisis (Basso et al. 2005), con resultados a escala de laboratorio. Falasca, Flores y Galvani (2011) delimitaron las áreas aptas para el cultivo de AD en Argentina y concluyeron que la especie es indiferente a la naturaleza del suelo tolerando desde arcillosos pesados hasta arenas sueltas y progresa con regímenes pluviométricos anuales inferiores a 550 mm, por lo que la subregión sudeste de la provincia de Buenos Aires es un área apta para su cultivo.

En la literatura científica, no se han encontrado resultados sobre el uso de AD como sustituto parcial de combustibles en Argentina, ni tampoco referencias sobre prácticas de manejo con fines energéticos.

### Características agronómicas del *Arundo donax* L.

La caña de Castilla (*Arundo donax* L.) es una planta herbácea de origen asiático perteneciente a la familia Poaceae, de hoja más o menos coriácea o membranosa, de 30-70 cm de largo y 5-8 cm de ancho (Curt Fernández de la Mora, Sanz Gallego y Fernández González 2012). Sus hojas envuelven el tallo y alcanza entre 3 y 10 metros de altura. Es la especie de mayor producción de biomasa por hectárea, solo superada por el bambú. Si bien puede cultivarse en una amplia variedad de tipos de suelos, son más adecuados los suelos profundos con pH de 5,0 a 8,7, con elevada humedad, pero sin encharcamiento superficial durante la etapa juvenil. Alcanza la madurez (5-8 metros) en alrededor de un año y puede ser cosechada, en dependencia de las condiciones meteorológicas, de una a tres veces al año.

Una vez implantado, el cultivo puede dar producciones durante más de 15 años, ya que posee una elevada capacidad de reproducción vegetativa. El crecimiento es óptimo en climas templados (es una especie C<sub>3</sub>) con un requerimiento hídrico superior a los 550 mm anuales. Tolerancia temperaturas entre 5 y 35 °C, sin embargo, a partir de las 4 hojas puede tolerar hasta -3,8. Para obtener buenas cosechas, las temperaturas medias deben situarse entre los 7 y los 29 °C durante el período de crecimiento. Los rizomas brotan con facilidad con temperaturas del aire de 13 a 15 °C hasta 25 °C.

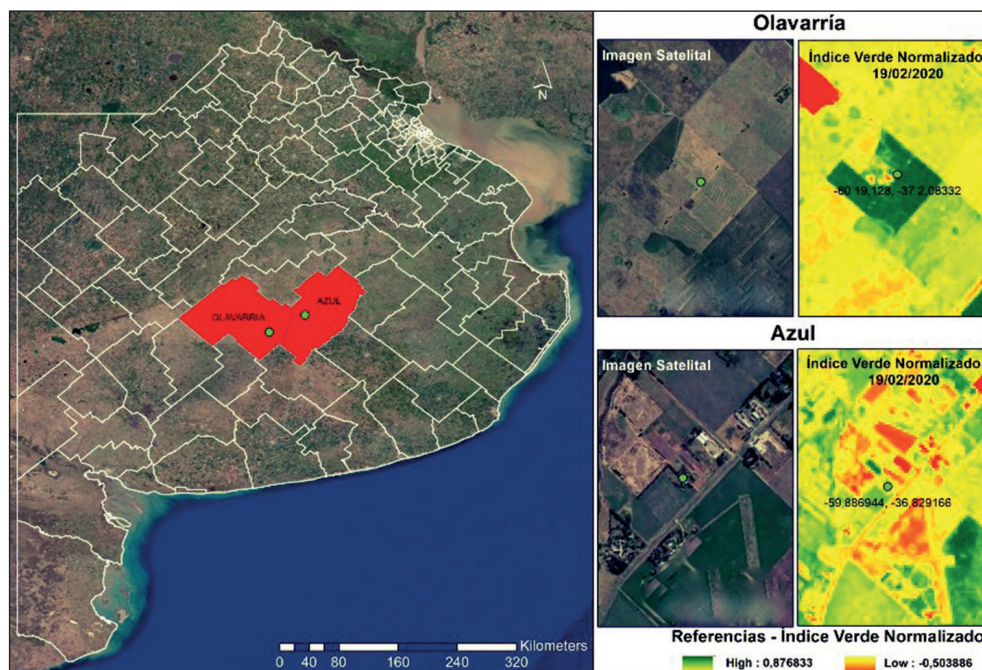
## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en diferentes etapas, que incluyeron el diseño agronómico para la explotación del AD en campos experimentales de los partidos de Azul y Olavarría, en la provincia de Buenos Aires, con la finalidad de generar conocimiento sobre las prácticas de manejo y cosecha de un cultivo sobre el cual no hay antecedentes en la región. Después se procedió a evaluar las características tecnológicas del producto cosechado, con la finalidad de determinar su potencial energético y analizar diferentes opciones de procesamiento para su posterior uso. Por último, se analizaron las capacidades y los desafíos para desarrollar la cadena de valor de este cultivo energético.

### Ensayos agronómicos

Se desarrollaron ensayos a campo en Azul (36°49' 47,5" S, 59° 53' 13,9" W) y en Olavarría (37° 02' 05,47" S, 60° 19' 08,58" W) durante el período 2018-2020 (mapa 1).

Mapa 1. Localización de los ensayos del *Arundo donax L.* en los partidos de Azul y Olavarría



Fuente: elaboración propia.



Se evaluó la incidencia del ambiente y del manejo del cultivo sobre la propagación, el crecimiento y la productividad de AD, partiendo de rizomas obtenidos de cañaverales naturalizados de la misma zona de estudio y de plantines bajo invernadero (fotografías 1 y 2).

Fotografía 1. Extracción de rizomas de *Arundo donax* L.



Fotografía 2. Plantines de *Arundo donax* L.



Fuente: Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

La plantación de rizomas se realizó en diciembre de 2018, sobre un suelo Natracualf petrocálcico que posee limitaciones para uso agrícola (fecha tardía según Villanueva 2016), por lo que se aplicó riego por goteo sin el uso de fertilizantes. También se llevó a cabo otro ensayo en la primavera de 2019 (fecha óptima de plantación) en un suelo Argiudol típico que posee menores limitaciones, en condiciones de crecimiento con riego y fertilización (potencial) y en condiciones reales. En ambos, los rizomas se plantaron a dos densidades (1 y 2 rizomas/m<sup>2</sup>) con separación entre hileras de un metro, en un experimento al azar. Se realizaron mediciones periódicas no destructivas de altura de plantas, índice de área foliar (IAF) e intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (RFA). Para el IAF se utilizó un analizador de canopeo (LAI 2000, LI-COR, inc.). La proporción de RFA interceptada se midió con un sensor cuántico lineal. Ambas mediciones se efectuaron en diferentes puntos centrales de la parcela, utilizando información agrometeorológica provista por la estación del Centro Regional de Agrometeorología de la Facultad de Agronomía de la UNCPBA (CRAGM 2019).

Cuando el cultivo pasó a la etapa de latencia, por las bajas temperaturas (julio de 2019), se realizó la cosecha de la parte aérea, para determinar el efecto de la densidad de plantación sobre la producción de biomasa. Se tomaron cuatro muestras por metro cuadrado, dos por tratamiento, y se determinó la humedad al momento de cosecha mediante secado convectivo, a 65 °C hasta peso constante. En la cosecha final, se determinó el número de tallos por planta, el peso por tallo y la eficiencia en la utilización de la radiación (EUR, cociente entre la materia seca total y la RFA total interceptada por el cultivo durante el ciclo).

### Caracterización físico-química de la biomasa cosechada

Sobre la biomasa cosechada, se procedió a su caracterización físico-química, con la finalidad de determinar el contenido de humedad y los componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) para establecer el poder calorífico. La medición de holocelulosa, celulosa y lignina insoluble se realizó a partir de las normas ASTM D 1105-96, 1695-77 y 1106-96, respectivamente, y la de hemicelulosa, por diferencia de las dos primeras. El contenido de lignina soluble se determinó según el método de espectroscopía UV-visible a 205 nm y el del poder calorífico a partir de la composición de la biomasa, verificado con el valor experimental obtenido por calorimetría.



## Resultados

### Evaluación de la potencialidad del cultivo de AD para la zona de estudio: productividad

Durante el ciclo de cultivo (diciembre de 2018 a mayo de 2019), la radiación global se mantuvo en 17,5 MJ/m<sup>2</sup>d, próxima al promedio histórico (CRAGM 2019). Los promedios de temperatura máxima, mínima y media fueron de 22,4 °C, 10,9 °C y 16,2 °C, respectivamente. La precipitación acumulada fue de 382,2 mm. A partir del mes de mayo se verificó la ocurrencia de las primeras heladas, a los 168 y 169 días después de la plantación (DDP). A pesar de ser heladas leves (-0,6 °C y -1,1 °C), limitaron el crecimiento de la especie. En el ciclo de crecimiento del segundo ensayo (septiembre de 2019 a junio de 2020), las condiciones agrometeorológicas fueron semejantes a las de 2019.

Los resultados muestran que, en el primer año de cultivo, en una fecha de plantación tardía (2018), AD logró producir más biomasa en el tratamiento con densidad de 2 plantas/m<sup>2</sup> (11 317 kg/ha) respecto de la densidad de 1 planta/m<sup>2</sup> (5196,5 kg/ha) (Barrado et al. 2019). Con respecto al ensayo implantado en 2019, en el primer año, el tratamiento potencial rindió 18 116 kg/ha y 14 899 kg/ha para densidades de 2 y 1 planta/m<sup>2</sup>, respectivamente, mientras que en condiciones reales se obtuvieron rindes de 5122 y 2712 kg/ha para las mismas densidades, respectivamente (Rodríguez et al. 2020). Esto demuestra la importancia del riego y la fertilización, y de utilizar un mayor número de plantas para captar mayor radiación en el primer año de cultivo, lo que redundará en mayor fotosíntesis y, por lo tanto, en mayor producción de biomasa por unidad de superficie. Similares resultados fueron encontrados en trabajos en Italia, con otros ecotipos de AD (Volta et al. 2016).

Durante el primer año de cultivo, los tratamientos no lograron alcanzar el IAF crítico (aquel que intercepta el 95 % de la radiación incidente), probablemente por tratarse de una fecha de plantación tardía (Barrado et al. 2019), y por ser una especie perenne que recién al tercer año estabiliza la producción de biomasa (Volta et al. 2016).

La altura máxima alcanzada por el cultivo fue de 2 m, sin que se observen diferencias significativas entre densidades de plantación ( $p > 0,05$ ), aunque hubo una tendencia a mayor altura en el tratamiento con mayor densidad de plantas.

La eficiencia en la utilización de la radiación (EUR) fue de 1,13 y 0,97 g/MJ en la densidad de 2 y 1 planta/m<sup>2</sup>, respectivamente. El cultivo de mayor densidad produjo 1,13 g de biomasa por cada MJ de PAR interceptado, valores típicos de una especie C<sub>3</sub> (Barrado et al. 2019). En el segundo ensayo, la EUR fue de 1,24 g/MJ (tratamiento potencial con 2 plantas/m<sup>2</sup>), sin diferencias significativas entre densidades (Rodríguez et al. 2020). Algunos experimentos realizados en el hemisferio Norte con

esta especie muestran valores de EUR desde 1,4 g/MJ cuando crece sin riego ni fertilización, y hasta 1,8-1,9 g/MJ cuando es regada y fertilizada (Cosentino et al. 2016).

Los resultados presentados corresponden a los primeros años de implantación del cultivo. Los ensayos continuaron en los ciclos siguientes de crecimiento.

### Características físico-químicas del *Arundo donax L.* cosechado en los ensayos 2018-2020

Los resultados de los análisis de la biomasa cosechada mostraron un contenido de sólidos volátiles promedio del 92 % ( $\pm 0,009$ , b.s.), sin observar diferencias significativas entre ambientes ( $p > 0,05$ ), es decir, entre los ensayos realizados en Azul y Olavarría. Los análisis químicos de composición detallados en la tabla 1 mostraron diferencias significativas por ambiente para celulosa y hemicelulosa, pero no para lignina. Se encuentran en el rango de valores reportado por Shatalov y Pereira (2006).

Tabla 1. Composición estructural de la biomasa, valor promedio en g/g de sólidos libres de extractivos y su desvío, en Azul y Olavarría

	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
Azul	0,483 $\pm$ 0,009	0,461 $\pm$ 0,025	0,277 $\pm$ 0,042
Olavarría	0,587 $\pm$ 0,028	0,209 $\pm$ 0,026	0,325 $\pm$ 0,125

Fuente: elaboración propia.

Considerando los promedios por ambiente, el poder calorífico superior de la biomasa resultó 4565 kcal/kg ( $\pm 127,5$ ), mientras que el valor experimental obtenido por calorimetría fue 4478 kcal/kg. El poder calorífico inferior, que tiene en cuenta el contenido de agua que aporta la biomasa, resultó 4051,3 kcal/kg. No se observan diferencias significativas entre ambientes. Como puede constatar, el contenido energético de AD evidencia la potencialidad de este cultivo como fuente renovable de energía, si se lo compara con otras fuentes como el carbón de coque (3200 kcal/kg), la cáscara de arroz (2300 kcal/kg), de girasol y maní (3700-3900 kcal/kg), entre otras.

### Acondicionamiento y uso potencial de *Arundo donax L.*

Una vez que las heladas limitaron el crecimiento del cultivo, que alcanzó la senescencia, se procedió a la cosecha a través del corte de las plantas y al secado a campo hasta llegar a un 20 % de humedad, para luego enrollar con la maquinaria convencional utilizada en cultivos anuales y pasturas de la zona (fotografías 3, 4 y 5).

Fotografía 3. Máquina convencional cortando AD (izquierda).  
Fotografía 4. Confección de rollos (derecha)



Fuente: elaboración propia.

Fotografía 5. Producto final



Fuente: elaboración propia.

Los rollos, de aproximadamente 260 kg, fueron utilizados como combustible en un horno de cemento de la ciudad de Olavarría, que dispone de una instalación para la trituration, el transporte y la combustión de la biomasa. Como el objetivo es reducir las emisiones de  $\text{CO}_2$ , varias industrias han implementado sistemas para la carga de combustibles alternativos (cáscaras de girasol, de arroz, de maní y actualmente residuos urbanos). El AD densificado en rollos presentó resultados satisfactorios, ya que la combustión tuvo un comportamiento adecuado en cuanto a humedad ( $<20\%$ ), grado de trituration y poder calorífico inferior ( $> 3500 \text{ kcal/kg}$ ), con ventajas adicionales de bajo contenido en volátiles y cenizas. Esas características fundamentan las ventajas del recurso renovable frente a cualquier combustible fósil, por la ausencia de emisiones de dióxido de carbono y de azufre. Además, el *Arundo donax L.* resulta más favorable que los combustibles artificiales alternativos, como los derivados de residuos, ya que estos presentan alta heterogeneidad en su composición, lo que requiere establecer mayores controles de calidad y de proceso (Córdoba, Manzur y Santalla

2021). La disponibilidad de conocimientos técnicos relacionados con el manejo y el rendimiento agronómico, así como la determinación del costo energético del cultivo de AD son factores clave que permitirán avanzar en el desarrollo de una cadena de valor vinculada a esta biomasa.

El desarrollo de bioenergía a partir de biomasa en Argentina tiene múltiples fortalezas: la disponibilidad de tierras, el despliegue que ha alcanzado la agricultura en el país, la posibilidad de generar valor agregado y empleo para las zonas rurales y la experiencia previa en el desarrollo de biocombustibles (Griffa, Marcó y Goldstein 2017), entre otras. Por tanto, este estudio pretende aportar herramientas de conocimiento para incentivar el uso bioenergético de AD. Junto con otras fuentes de bioenergía desarrolladas en la región como el biogás (Teixeira Coelho et al. 2020) y los biocombustibles (FAO 2013), el AD contribuiría a mejorar las perspectivas de sostenibilidad, tal como se plantea a continuación.

## Discusión y conclusiones

Los resultados agronómicos de los ensayos realizados en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Azul y Olavarría) y en ausencia de fertilización arrojaron rendimientos que oscilaron entre 5 y 18 t/ha, en dependencia de la densidad de plantación. El tratamiento con mayor densidad de plantación mostró mayor rendimiento de materia seca, debido a una mejor eficiencia en la intercepción de la RFA. Si bien no se alcanzó el IAF crítico para esta especie, es muy probable que se logre con el transcurso de los años, ya que los resultados aquí presentados corresponden solo al año de implantación del cultivo. Las características físico-químicas del material mostraron un contenido promedio de celulosa de 53 % y un poder calorífico superior entre 4000 y 4500 kcal/kg, lo que confirma el potencial de esta biomasa como cultivo energético.

La explotación del AD puede constituir una alternativa viable, desde el punto de vista tecnológico, para desarrollar una cadena de valor vinculada al sector comunitario y agroindustrial. Con base en la respuesta de la biomasa a los procesos de acondicionamiento y uso, se infiere que existen las capacidades tecnológicas para desarrollar su explotación y potenciar el uso de AD como un recurso energético renovable que, además, no presenta impactos negativos en el uso del suelo, la demanda de agua y el requerimiento de fertilizantes.

Los ensayos preliminares permiten visualizar innovaciones tecnológicas necesarias, tales como mejorar las técnicas de plantación y de micropropagación, adecuar maquinarias y desarrollar equipos. Esos avances permitirán disponer de materiales para favorecer el desarrollo del cultivo, para mejorar el corte y acondicionado durante la cosecha, de manera que se acelere la pérdida de humedad y se disminuyan

los costos de transporte, y para facilitar la densificación de la biomasa a través del desarrollo del mercado de pellets, picados, rollos y/o briquetas.

Desde el punto de vista ambiental, y en el marco de un enfoque de ciclo de vida, la explotación del AD como fuente de energía térmica presenta ventajas. Por ejemplo, en relación con el consumo de leña, ya que se puede demostrar la trazabilidad vinculada al consumo de recursos (agua, nutrientes y energía solar), al ser un cultivo con prácticas de manejo establecidas. Además, las emisiones de briquetas de residuos y biomasa agropecuarias emiten menos gases contaminantes al ambiente que la leña (en especial, de material particulado y monóxido de carbono). También presentan mayor eficiencia térmica (López Rivera et al. 2016), y su uso mitiga los impactos negativos que provocan la deforestación y la tala descontrolada de montes nativos.

Los procesos promovidos por la localización de proyectos de aprovechamiento energético activan complementariedades entre territorios singulares. La ciencia y la innovación han permitido visualizar al *Arundo donax L.* como biomasa, a través de herramientas exploratorias. Más allá de los obstáculos en tiempos de economía circular, la reciprocidad de intercambios de bienes y servicios comunes (agronómicos y técnicos) pone de relieve la necesaria articulación entre actores gubernamentales y otros: privados, asociativos, cooperativos y colectivos. La reciprocidad requiere “la inclusión de la acción pública en una acción colectiva más global (...) de una sociedad fundada en la circulación, los flujos, las redes, las transacciones” (Vanier 2017, 109). Una reciprocidad necesaria para paliar los desequilibrios, pero debilitada ante la multipolarización de los poderes y la vulnerabilidad cambiante de las administraciones políticas de turno.

En Argentina, las administraciones públicas distan mucho de entender el escenario descrito, de ser responsables con la apropiación de los recursos, de visualizar los límites biofísicos y de reconocer que la producción de *commodities* beneficia a las transnacionales y a los gobernantes de turno, mientras trastoca la matriz territorial e induce marginalidad, despojo y deslocalización. Si bien en el presente artículo se recogen los primeros resultados de una investigación que prosigue, estos enuncian oportunidades para el ambiente, visualizan fuentes de bioenergía y ponderan estrategias de energización sostenibles y saludables. A la vez, se valorizan recursos situados en los espacios rurales.

La innovación propuesta, en un contexto de transición energética, pretende diferenciar el desarrollo que hasta el momento ha tenido la bioenergía en Argentina. No se pondera la producción de *commodities* en detrimento de la seguridad alimentaria, sino que se postula la producción de biomasa a partir de *Arundo donax L.* para producir bioenergía.

## Agradecimientos

El trabajo se enmarca en el proyecto “*Arundo Donax L. como fuente de bioenergía para la sustitución de combustible fósiles*”, financiado por el programa PEIDyT Fortalecimiento II de la Secretaría de Ciencia, Arte y Técnica (SECAT) de la UNCPBA. Los autores agradecen la colaboración de las Dras. Adriana Confalone y Laura Lázaro, los Ing. Agr. Juan Ressia, Javier Grosso, Juan Laddaga y Ramiro Alberti, de la Facultad de Agronomía UNCPBA, por aportar sus ideas y por el trabajo experimental de campo. Gracias al Ing. Carlos D’Allesandro, de Cementos Avellaneda S.A., por el apoyo en la coordinación de tareas en la planta; a la Dra. Verónica Córdoba y al alumno Nahuel Pereyra Müller del Laboratorio de Bioenergía de la Facultad de Ingeniería UNCPBA, por los análisis de laboratorio, y a la Lic. Paula Valania por la confección de la cartografía.

## Bibliografía

- Abreu, Mariana, Alberto Reis, Patricia Moura, Ana Fernando, Antonio Luís, Lidia Quental, Pedro Patinha y Francisco Gírio. 2020. “Evaluation of the Potential of Biomass to Energy in Portugal. Conclusions from the CONVERTE Project”. *Energies* 13 (4): 937. doi.org/10.3390/en13040937
- Barney, Jacob, y Joseph Di Tomaso. 2008. “Nonnative Species and Bioenergy: Are We Cultivating the Next Invader?”. *BioScience* 58 (1): 64-70. doi.org/10.1641/B580111
- Barrado, Nicolás, Facundo Elizalde, Damián Rodríguez, Juan Laddaga, Gabriela Hernández, Carlos Bongiorno, Carlos Vilatte, Carlos D’Alfonso, Laura Aguas y Adriana Confalone. 2019. “Arundo donax, una alternativa para producir energía en el centro de la provincia de Buenos Aires”. Ponencia en el IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Buenos Aires, 2 al 5 de diciembre, Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Florencio Varela, Argentina.
- Basso, María, Elsa Cerrella, Enrique Buonomo, Pablo Bonelli y Ana Cukierman. 2005. “Thermochemical Conversion of Arundo Donax into Useful Solid Products”. *Energy Sources* 27 (15): 1429-1438. doi.org/10.1080/009083190523280
- Bertinat, Pablo, y Jorge Chemes. 2018. *Aportes del sector energético a una transición socioecológica*. Documento de discusión presentado en la V Cumbre Cooperativa de las Américas. <https://bit.ly/3BSPGRh>
- Bertinat, Pablo, Jorge Chemes y Lyda Forero. 2020. “Transición Energética. Aportes para la reflexión colectiva”. En *Es posible construir el derecho a la energía?*, editado por Beatriz Martínez, 15-18. Publicado por Transnational Institute y Taller Ecologista.
- Boissonade, Lea. 2017. “La Transition. Analyse d’un concept. Thém”, <https://bit.ly/3jVm4LS>

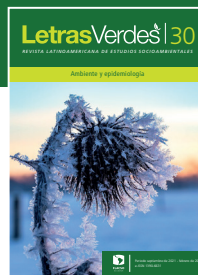


- Clementi, Luciana. 2017. “Energía eólica y territorios en Argentina: proyectos en el sur de la provincia de Buenos Aires entre fines del siglo XX y principios del siglo XXI”. Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur.
- Clementi, Luciana, y Guillermina Jacinto. 2021. “Energía eólica distribuida: oportunidades y desafíos en Argentina”. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* 29: 48-64.  
doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4590
- Córdoba, Verónica, Alejandra Manzur y Estela Santalla. 2021. “Evaluación tecnológica del potencial energético y ambiental del Arundo *donax* L”. Ponencia presentada en las *III Jornadas Internacionales y V Nacionales de Ambiente*, Universidad Nacional de Hurlingham y Universidad Nacional de Moreno, 12 de mayo.
- Cosentino, Salvatore, Cristina Patané, Emanuele Sanzone, Giorgio Testa y Danilo Scordia. 2016. “Leaf gas exchange, water status and radiation use efficiency of giant reed (*Arundo donax* L.) in a changing soil nitrogen fertilization and soil water availability in a semi-arid Mediterranean area”. *European Journal of Agronomy* 72: 56-69.  
doi.org/10.1016/j.eja.2015.09.011
- CRAGM (Centro Regional de Agrometeorología de la Facultad de Agronomía). 2019. “Boletines de diciembre de 2018 a junio de 2019”, <https://bit.ly/30vqK4l>
- Curt Fernández de la Mora, María, Marina Sanz Gallego y Jesús Fernández González. 2012. “Caña común (*Arundo donax* L.): Cultivo energético para biocombustibles sólidos. Tierras de Castilla y León”. *Agricultura* 188: 90-93.
- Egler, Claudio. 2020. “Crisis y transición energética en América del Sur”, <https://bit.ly/3jbGff2>
- Falasca, Silvia, Noelia Flores y Graciela Galvani. 2011. “¿Puede usarse una especie invasora como *Arundo donax* (caña común) con fines energéticos en Argentina?”, <https://bit.ly/2XkAvkD>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1955. *Perspectivas de la industria de papel y celulosa en la América Latina*. Nueva York: Naciones Unidas.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. *Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina. Wisdom Argentina. Informe final*. Roma: FAO. <https://bit.ly/3vncKoT>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. *La Bioenergía en América Latina y El Caribe. El estado de arte en países seleccionados*. Santiago de Chile: FAO.
- Fornillo, Bruno. 2017. “Hacia una definición de transición energética para Sudamérica: Antropoceno, geopolítica y posdesarrollo”. *Prácticas de oficio* 2 (20): 46-53.
- Fornillo, Bruno. 2021. “Energy transition in Uruguay: market dominance or public-social power?”. *Ambiente & Sociedade* 24: 1-15.  
doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190229r1vu2021L1DE
- García, Ernest. 2018. “La transición ecológica: definición y trayectorias complejas”. *Ambienta* 125: 86-100. <https://bit.ly/3vngEOl>



- Garrido, Santiago. 2020. “Del cambio de matriz energética a la transformación del sistema socio-técnico. Repensando la transición energética en Argentina”. En *Energía, Innovación y Ambiente para la transición energética sustentable. Retos y Perspectivas*, editado por EdiUNS (editorial de la Universidad Nacional del Sur), 587-599. Bahía Blanca: EdiUNS.
- Ghía, Andrés. 2012. *Bicentenario de la Argentina. Historia de la Energía Eléctrica. 1810-1820*. Buenos Aires: FODECO.
- González-Longatt, Francisco. 2004. “Tecnologías de generación distribuida: costos y eficiencia”. <https://bit.ly/3aNh3A8>
- Griffa, Balbina, Leandro Marcó y Evelin Goldstein. 2017. “Producir electricidad con biomasa: beneficios, experiencias y actualidad en Argentina”. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas UNNE* 19: 67-79. doi.org/10.30972/rfce.0192858
- IEA (International Energy Agency). 2019. *World Energy Outlook 2019*. <https://bit.ly/3jdIYxY>
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2019. *Transforming the energy system and holding the line on the rise of global temperatures*. Abu Dhabi: IRENA. <https://bit.ly/30CqlgH>
- Jambor, Attila, y Aron Török. 2019. “The Economics of *Arundo donax*. A Systematic Literature Review”. *Sustainability* 11 (15): 4225. doi.org/10.3390/su11154225
- Lasheras Merino, Miguel. 2021. “Geopolítica del pacto verde: órdago de la UE”. *Energía y Geoestrategia* 2021: 111-190. <https://bit.ly/3C5Frt3>
- López Rivera, Juan, Carlos Cajina Valdivia, Jorge Ramírez Camas, Edwin Reyes Aguilera, Noé Olivas Reyes y Lidamar Molina Cruz. 2016. “Evaluación de los parámetros físicos y químicos de las briquetas obtenidas con la máquina briquetadora construida en FAREMEsteli”. *Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano* 16: 3-14.
- Mack, Richard. 2008. “Evaluating the Credits and Debits of a Proposed Biofuel Species: Giant Reed (*Arundo donax*)”. *Weed Science* 56 (6): 883-888. doi.org/10.1614/WS-08-078.1
- Mantineo Mariadaniela, Giuseppina M. D’Agosta, Venera Copani, Cristina Patane y Salvatore L. Cosentino. 2009. “Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi-arid Mediterranean environment”. *Field Crops Research* 114: 204-213. doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.020
- Milia, Matías. 2019. “La energía como horizonte. Un estudio de la evolución de un dominio global de investigación en Energías Renovables y sus especificidades en México y Argentina entre 1992 y 2016”. Tesis doctoral, FLACSO México.
- Nassi, Nicoletta, Neri Roncucci, Federico Triana, Cristiano Tozzini y Enrico Bonari. 2011. “Productivity of giant reed (*Arundo donax* L.) and miscanthus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deuter) as energy crops: growth analysis”. *Italian Journal of Agronomy* 6 (3): e22. doi.org/10.4081/ija.2011.e22
- Pan, Rongrong, FuLi Fan, Yue Li y Xiao-Juan Jin. 2016. “Microwave regeneration of phenol-loaded activated carbons obtained from *Arundo donax* and waste fiberboard. *RSC Advances* 6: 32960-32966. doi.org/10.1039/C6RA01642A

- Perdue, Robert. 1958. "Arundo donax-Source of musical reeds and industrial cellulose". *Economic Botany* 12: 368-404.
- Porcelli, Adriana, y Adriana Martínez. 2018. "Una inevitable transición energética: el prosumidor y la generación de energías renovables en forma distribuida en la legislación ambiental nacional y provincial". *Actualidad jurídica ambiental* 75: 4-49.
- Rodríguez, Damián, Juan Laddaga, Manuel Ressia, Laura Lázaro, Javier Grosso, Carlos Bongiorno y Adriana Confalone. 2020. "Arundo donax L. como fuente de bioenergía en el centro de la provincia de Buenos Aires". Ponencia presentada en la *XVIII Reunión Argentina y IX Latinoamericana de Agrometeorología: Agrometeorología inteligente para una producción sustentable*, organizado por Asociación Argentina de Meteorología (AADA) y la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Entre Ríos (UNER), 23 al 27 de noviembre.
- Shatalov, Anatoly, y Helena Pereira. 2006. "Papermaking fibers from giant reed (Arundo donax L.) by advanced ecologically friendly pulping and bleaching technologies". *BioResources* 1 (1): 45-61.
- Teixeira Coelho, Suani, Alessandro Sanches Pereira, Daniel Bouille, Shymala Mani, Marina Recalde, Atilio Savino y William Stafford, ed. 2020. *Municipal Solid Waste Energy Conversion in Developing Countries. Technologies, Best Practices, Challenges and Policy*. Ámsterdam: Elsevier.
- Toledo López, Virginia, y Anne Tittor. 2019. "Contradicciones en torno a las innovaciones y certificaciones en el sector de la bioenergía en Argentina". *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* 26: 87-110.  
doi.org/10.17141/letrasverdes.26.2019.3896
- Üner, Osman, y Yuksel Bayrac. 2018. "The effect of carbonization temperature, carbonization time and impregnation ration on the properties of activated carbon produced from *Arundo donax*". *Microporous and Mesoporous Materials* 268: 225-234.  
doi.org/10.1016/j.micromeso.2018.04.037
- Vanier, Martín. 2017. *Demain les territoires. Capitalisme reticulaire et espace politique*. París: Hermann.
- Vernersson, Thomas, Pablo Bonelli, Elsa Cerrella y Ana Cukierman. 2002. "Arundo donax cane as a precursor for activated carbons preparation by phosphoric acid activation". *Bioresource Technology* 83: 95-104. doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00205-X
- Villanueva, Gladys. 2016. "Arundo donax como gramínea perenne para la producción de biomasa en ambiente Mediterráneo". Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona.
- Volta, Antonio, Giulia Villani, Vittorio Marletto y Enrico Ceotto. 2016. "Growth of the perennial energy crop giant reed (Arundo donax L) simulated with ARMIDA, a modified version of the LINTUL model". *Revista Italiana di Agrometeorologia* 34: 5-12. doi.org/10.19199/2016.3.2038-5625.005



## Regulaciones, políticas y conflictos por agroquímicos en Salta, Argentina

### Regulations, Policies and Conflicts Due to Agrochemicals in Salta, Argentina

 Mariana-Andrea Schmidt, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Investigaciones Gino Germani (Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires), Argentina, [marianaandreaschmidt@gmail.com](mailto:marianaandreaschmidt@gmail.com), [orcid.org/0000-0003-4606-7692](https://orcid.org/0000-0003-4606-7692)

Recibido: 10 de marzo de 2021  
Aceptado: 10 de junio de 2021  
Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

La consolidación del agronegocio en Argentina, desde finales del siglo XX, puede analizarse en sus múltiples y diversas consecuencias: impactos ambientales por la deforestación de bosques nativos; conflictividad social por la expulsión y destrucción de los modos de producción y reproducción de la vida campesina e indígena; efectos en la salud por la exposición a plaguicidas, entre los principales. A partir de fuentes de datos secundarias y de entrevistas en profundidad, el artículo busca aportar al entendimiento de las consecuencias ambientales y sanitarias ligadas al uso de agroquímicos en Salta, provincia del norte argentino que en años recientes incorporó amplias superficies a la producción agroindustrial. Se realiza una caracterización y análisis crítico de las normativas y políticas públicas en la materia, así como de las situaciones de conflicto. Los principales hallazgos muestran que en Salta existen leyes específicas que regulan el uso de agroquímicos y cierta institucionalidad destinada a su implementación y control. No obstante, el estudio releva una multiplicidad de situaciones que dan cuenta de la emergencia y trayectoria de conflictos que, con diverso grado de visibilidad e intensidad, problematizan los efectos en la salud humana y en los ecosistemas en las escalas locales.

**Palabras clave:** agroindustria; ambiente; Argentina; conflicto social; plaguicida; política sanitaria

#### Abstract

The consolidation of agribusiness in Argentina since the end of the 20th century can be analyzed in its multiple and diverse consequences: environmental impacts due to the deforestation of native forests; social conflict over the forcing out and destruction of rural and indigenous production and reproduction methods; health effects since exposure to pesticides, among the main ones. Based on secondary information sources and in-depth interviews, the article aims to contribute to the understanding of the environmental and sanitary impacts linked to fumigation with agrochemicals in Salta, a province of northern Argentina which in recent years has incorporated large areas into agricultural production and presents ecological and social characteristics that differ from the Pampas region. This research focuses on a critical characterization and analysis of the regulatory frameworks and public policies on that matter, as well as in a survey related to conflicts. The main findings show that in Salta different legal frameworks regulate the use of agrochemicals, while state agencies are meant to implement and monitor such regulations. However, the study compiles numerous situations that illustrate the emergence and path of certain conflicts that, with varying levels of visibility and intensity, problematize the effects on human health and ecosystems at the local levels.

**Keywords:** agroindustry; Argentina; environment; health policy; pesticide; social conflict



## Introducción: “Al quebracho colorado le mostrás un remito de glifosato y se muere”

Durante mi investigación doctoral sobre el avance de la frontera agropecuaria en la provincia de Salta llevada a cabo en el período 2008-2013 (Schmidt 2017), varios/as de mis entrevistados/as hicieron referencia explícita al uso de agroquímicos en la región y sus consecuencias. Fueron técnicos y productores forestales quienes señalaron cómo las cortinas forestales se destruían como resultado de las pulverizaciones aéreas y dejaban “*sacha* (en quechua, prefijo que significa falso, pseudo) cortinas”, mientras que activistas de organizaciones ambientalistas denunciaban la situación de comunidades indígenas arrinconadas entre campos sojeros, cuyos canales arrastraban en el agua “toda la porquería” y la contaminación de los cultivos vecinos. Por entonces, estas problemáticas no eran mi objeto de análisis específico, si bien estaban profundamente vinculadas con la deforestación que tenía lugar en Argentina desde fines de siglo XX, gracias a la consolidación del agronegocio (Gras y Hernández 2013).

Tiempo más tarde, y en el marco de una creciente conflictividad y un debate público en torno a las consecuencias ambientales y sanitarias del modelo productivo, que han elevado la discusión a instancias judiciales, desplegado procesos de construcción social de los riesgos y promovido el desarrollo de relevamientos epidemiológicos basados en experiencias, padecimientos y saberes propios de las comunidades afectadas (Arancibia et al. 2018; Ávila-Vázquez et al. 2018; Berger y Carrizo 2019; Leguizamón 2020; Skill y Grinberg 2013), comencé a preguntarme por otras consecuencias, a largo plazo, de aquellos desmontes: tras la deforestación, y con la implantación de cultivos, llegarían las fumigaciones por vía aérea y terrestre.

Existen producciones que han abordado la problemática en países limítrofes como Brasil y Paraguay (Benitez Leite et al. 2019; Mendonca Oliveira de Souza y Rodrigues Folgado 2018) y en otras provincias del norte argentino con similares características productivas, sociales y ecológicas (Lapegna 2019; Ramírez et al. 2012; Seveso 2020; Trinelli et al. 2019). Si bien el fenómeno comienza a ser estudiado en Salta (Castelnuovo Biraben 2019; García, Mangione y Arroyo 2012; Krapovikas 2016; Montenegro, García y Mangione 2015; Sánchez et al. 2012), aún resta avanzar en estudios específicos que atiendan a las múltiples dimensiones involucradas.

La conflictividad, vinculada con las consecuencias que derivan de la exposición a fumigaciones con agroquímicos, emerge como una de las principales dimensiones de análisis de la implantación del agronegocio en Argentina hacia finales del siglo XX y comienzos del XXI (Gras y Hernández 2013; Leguizamón 2020). En el norte del país, se trata de un proceso más reciente que el experimentado por las provincias de la pampa húmeda, que se incorporaron en fecha más temprana al modelo agroindustrial hoy hegemónico.

Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP 2021), la soja y el maíz (en su mayoría transgénicos) hoy ocupan más del 60 %

de las casi 41 000 000 hectáreas (ha) sembradas a nivel nacional en la campaña 2019/20, lo que representa una variación porcentual del 242,5 % y 321 %, respectivamente, en relación con la superficie sembrada tres décadas atrás. Esto ha implicado un creciente consumo de sustancias químicas en el proceso productivo, cantidad que ha llegado a aumentar en más de 1500 %, al considerar el mismo período.

En la provincia de Salta, donde el avance de la frontera agropecuaria cobró mayor dinamismo desde inicios del presente milenio, se ha duplicado desde entonces la superficie cultivada hasta superar las 1 200 000 ha, de las cuales el 85,9 % corresponde a soja, maíz y poroto seco (MAGyP 2021). El ascenso en las superficies para uso agropecuario fue posible a costa de una intensa deforestación. Desde la autorización del primer organismo vegetal genéticamente modificado (la soja resistente al glifosato) en el año 1996, en el Chaco seco argentino fueron desmontadas más de 7 000 000 ha, y Salta es una de las jurisdicciones con mayores proporciones de pérdida de bosques nativos (20,6 %).

Estos procesos no deben desvincularse de los conflictos históricos por el uso, tenencia y propiedad de la tierra que involucran a comunidades indígenas y/o campesinas (Agüero et al. 2019; Castelnuovo Biraben 2019; Naharro y Álvarez 2011; Schmidt 2017; Slutzky 2005). A su vez, no se trata solo de una distribución injusta en el acceso y usufructo de bienes naturales como el agua y los bosques, sino también de los niveles de degradación y contaminación existentes.

Las tierras que habitan las poblaciones originarias y familias campesinas son insuficientes en extensión y han quedado cada vez más arrinconadas entre grandes extensiones cultivadas. El monte, una de las principales fuentes para la recolección, caza, producción artesanal y provisión de leña, provee cada vez menos recursos y se hace necesario recorrer más distancias. A la falta de servicios básicos de agua y saneamiento, y a la restricción en el acceso al recurso hídrico, se suma la contaminación de las fuentes de agua disponibles para consumo humano y/o doméstico.

Entonces, la situación sanitaria presenta una realidad crítica, en una provincia donde cerca del 47,6 % de la población no cuenta con cobertura de salud y una gran proporción de hogares tienen necesidades básicas insatisfechas (19,4 % a escala provincial, y promedia el 30 % en los departamentos de interés).

La falta de infraestructura sanitaria (o su desigual distribución geográfica); la inadecuada cantidad de profesionales especialistas; el incumplimiento de objetivos sanitarios; y la falta de insumos hospitalarios son un dato estructural en la región, mientras que las estadísticas revelan altos niveles de malnutrición por déficit, bajo peso y talla en niños/as, junto con enfermedades endémicas como el dengue (MSP 2017). Esto se ve retroalimentado por la histórica postergación y los obstáculos en el acceso al sistema de salud por parte de la población originaria (Leavy 2016; Lorenzetti 2016; Suárez 2016).<sup>1</sup>

1 El gobierno salteño decretó en enero de 2020 la emergencia sociosanitaria en los departamentos de Orán, San Martín y Rivadavia ante el crecimiento de muertes por desnutrición de niños/as indígenas. A esta crítica situación sanitaria, vino a sumarse la pandemia por COVID-19.

Entendemos que la selección y la definición de los problemas ambientales y sanitarios (y su emergencia como objeto de intervención social y política) derivan de un proceso de construcción social y cultural de los riesgos. Son procesos siempre disputados y no necesariamente se fundan en la gravedad y/o las evidencias disponibles respecto de los daños, sino en el significado y valoración dados por cada sociedad en un tiempo y espacio determinados.

En esa línea, los conflictos ambientales son momentos de progresiva construcción e instalación de un problema en el espacio público, donde los/as participantes desarrollan estrategias y generan alianzas, delimitan posiciones e intercambian argumentos. Interesa no solo explorar sus condiciones de posibilidad, sino también prestar atención a las transformaciones sociales, jurídicas, políticas y territoriales en el mediano y largo plazo, al atender, asimismo, a la resonancia que adquieren en distintas escalas y a sus ciclos y dinámicas particulares (desde momentos de disputa abierta hasta períodos de latencia y/o repliegue) (Merlinsky 2013).

El artículo expone los principales hallazgos, para la provincia de Salta, de una investigación cuyo objetivo es comprender la construcción social y política de los riesgos ambientales y sanitarios en torno al uso extendido de agroquímicos (Schmidt et al. 2019).<sup>2</sup> La exposición de los resultados se organiza en torno a tres ejes de análisis: en primer lugar, la dimensión normativa, donde abordamos las regulaciones específicas aplicables al uso de agroquímicos en la provincia de Salta. Segundo, la dimensión político institucional, a partir de la cual exploramos el rol de los organismos y autoridades competentes a nivel jurisdiccional. Tercero, la dimensión territorial sanitaria. En ese último eje presentamos un abordaje de la conflictividad emergente en torno a las consecuencias ambientales y/o sanitarias de la exposición a los productos tóxicos que se utilizan en el proceso productivo, a partir de un relevamiento de situaciones de conflicto relativas a su uso, aplicación y/o almacenamiento. Para finalizar, presentamos las reflexiones que retoman, de manera crítica, las dimensiones desarrolladas.

## Consideraciones metodológicas

El estudio tiene un diseño de carácter descriptivo y exploratorio, y la propuesta metodológica se centró en el trabajo simultáneo con distintas estrategias de construcción y análisis de la información.

Con el fin de llevar adelante un análisis de los marcos regulatorios, las políticas públicas y la emergencia y trayectoria de conflictos, hemos relevado múltiples fuentes de información secundaria: documentos e informes técnicos de autoridades

<sup>2</sup> Contó con el financiamiento de las Becas Salud Investiga otorgadas por el Ministerio de Salud de la Nación. Actualmente, cuenta con el apoyo del PICT 2017-1305 financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (AGENCIA I+D+i).



ambientales; informes y denuncias ante organismos públicos y/o policía; jurisprudencia y legislación; material estadístico y hemerográfico, entre los principales. Esta información se complementó y enriqueció con entrevistas en profundidad a equipos técnicos de organismos provinciales, profesionales de la salud e integrantes de ONG con accionar territorial, realizadas de modo presencial y/o virtual durante el período 2019-2021.

A partir del material señalado, hemos identificado un total de 166 casos comprendidos en el período 1999-2020. En ellos se evidencian situaciones de conflicto relativas al uso, gestión, aplicación, transporte y/o almacenamiento de agroquímicos en la provincia de Salta. Los casos relevados se sistematizaron en una matriz de datos que contiene información ordenada de modo cronológico y en función de una serie de variables seleccionadas: departamento y localidad de ocurrencia; principales afectados/as, demandados/as y/o demandantes; destinatarios de los reclamos y denuncias; repertorios de acción; entre las principales.

Para la construcción estadística de los datos, se obviaron los casos en los cuales no se ha podido determinar un valor específico para la variable bajo análisis (catalogados como “sin datos”). A su vez, para el cálculo de porcentajes en el apartado correspondiente, el N total de la variable puede ser mayor al total de situaciones registradas, dado que algunos refieren, de modo simultáneo, a más de una dimensión (por ejemplo, hechos donde se encuentran múltiples afectados/as, o donde se desplegaron diversos repertorios de acción).

El estudio se ha complementado con la utilización de sistemas de información geográfica, a partir de la construcción de capas específicas y la utilización de otras provenientes de diversas plataformas nacionales y provinciales. Vale advertir, por último, que el relevamiento no abarca la totalidad de las situaciones existentes, sino aquellas sobre las cuales se tuvo conocimiento a través de la información disponible y/o accesible. Por tal razón, las conclusiones no pretenden ser exhaustivas ni representativas del universo de los conflictos y problemáticas ambientales y sanitarias. Sin embargo, su estudio permite avizorar ciertas tendencias del caso salteño.

## Análisis y resultados

**“Venenos útiles” en una “provincia productiva por excelencia”:  
normas aplicables al uso de agroquímicos**

La Constitución Nacional (1994) garantiza el derecho a un ambiente sano, a la vez que crea un esquema de competencias concurrentes entre Nación y provincias en materia ambiental. En lo que respecta a los productos fitosanitarios, diversas normas regulan su producción y aprobación; sin embargo, no se han sancionado leyes que



determinen distancias de uso y/o categorías de toxicidad. La competencia sobre el establecimiento de normas relativas al uso de agroquímicos recae entonces en los Estados provinciales y/o municipales.

En Salta, la Ley 7.070/1999 de Protección del Medio Ambiente y su Decreto reglamentario 3097/2000, en su Capítulo IV, regulan las acciones que impliquen el manejo de productos fitosanitarios y crean una serie de Registros provinciales a cargo de la Autoridad de Aplicación (AdA).<sup>3</sup> Pero no fue hasta el año 2012 que iniciaron los debates para la sanción de la Ley 7.812/2013, cuyo objetivo es “proteger la salud humana regulando todas las acciones relacionadas con productos fitosanitarios para prevenir la contaminación del ambiente, los riesgos de intoxicación y preservar la inocuidad de los alimentos”.

Durante las discusiones parlamentarias, las controversias giraron en torno a diversos ejes. Uno de los principales argumentos legislativos apuntaba al insuficiente grado de conocimiento y/o de certezas respecto de los daños causados por los agroquímicos. Este hecho dificultaría la toma de decisiones, con fundamento científico, sobre los criterios de prohibición. En palabras de un diputado:

No van a encontrar una estadística porque nunca la hubo en la provincia, no hay un trabajo en concreto sobre los efectos producidos por estos productos en ninguna región de Salta (...) cuando nos reunimos la Comisión de Producción con el sector de la Salud, vinieron los médicos y le planteamos el hecho de no contar con una estadística para conocer las reacciones que pueden producir los productos fitosanitarios, porque como sabemos en los distintos lugares en donde hay mucha producción (...), existen distintas alergias que la gente ha comenzado a tener sobre todo en la piel y en las vías respiratorias, pero nos respondieron que no existe en la provincia un registro que nos informe las causas de la contaminación que está afectando al ser humano (VT 13/11/2012).<sup>4</sup>

A la vez que remitían a la falta de certezas científicas o datos oficiales, en sus alocuciones los/as parlamentarios/as abundaron en referencias que ilustraban la realidad cotidiana de pobladores locales que usaban “los envases (de agroquímicos) como parte del techo de la casa, para soportar alguna puerta o para cortarlos y usarlos como vasija” (VT 13/11/2012).

Aludieron a escenas en el norte provincial, en las cuales “los aviones de fumigación pasan por sobre las poblaciones aborígenes, donde muchas veces no les da tiempo a levantar porque se encuentran con una comunidad viviendo en una cortina de 30 metros de ancho” (VT 13/11/2012). También, al caso de departamentos sojeros como Anta,

3 La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Salta (SEMADES) fue creada en el año 2000 como AdA de la Ley 7.070. Tras ser ascendida al rango ministerial en 2007, desde diciembre de 2019 figura en el organigrama provincial como Ministerio de Producción y Desarrollo Sustentable (MPyDS) en cuyo interior funciona la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Quien desde fines de 2019 se encuentra al frente del MPyDS fue gerente de una empresa regional dedicada a la prestación de servicios agrícolas, presidente de la Federación de Entidades Rurales de Salta y pertenece a una familia ligada a la actividad agropecuaria y que forma parte de la dirigencia de la Asociación de Productores de Granos del Norte.

4 Citas extraídas de las versiones taquigráficas (VT) de los debates en la Cámara de Diputados provincial.

donde, desde hacía ya una década, “la fumigación aérea causaba daños porque las poblaciones que están rodeadas de la actividad de la agricultura con el tiempo comenzaron a sentir los perjuicios que provocaban los productos químicos” (VT 13/11/2012).

Cabe aludir, asimismo, a una serie de modificaciones semánticas ocurridas en el transcurso del tratamiento legislativo. Por un lado, un cambio de términos entre el proyecto original (que definía a las sustancias como “agroquímicos”) y el proyecto finalmente sancionado (que refiere a “fitosanitarios”). Si bien se justificó en la adecuación terminológica a otras normas en vigencia, no debemos dejar de destacar lo que esto implica, al suprimir toda referencia a su naturaleza química y/o tóxica para hacer lugar a una definición que los asimila más bien a ser un “medicamento para plantas”, al prescindir de sus connotaciones negativas.

También fue objeto de debates el verbo a utilizar en referencia a la capacidad de la AdA de prohibir, restringir, limitar o suspender estos productos “cuando se detecte efectos adversos en la salud humana o en el ambiente”. Detectar es el verbo que finalmente se consensuó. Mientras el texto original aludía a la “comprobación” de los efectos, las opciones alternativas señalaban la “estimación” de estos. Estas discusiones se vinculan con la aplicación del principio precautorio en materia ambiental, y ponen en juego el grado de veracidad y/u objetividad otorgado a las evidencias existentes; los saberes que se juzgarán válidos; y aquellas experiencias que se apartarán por carecer de rigor científico para dar cuenta de la relación entre agroquímicos y salud.

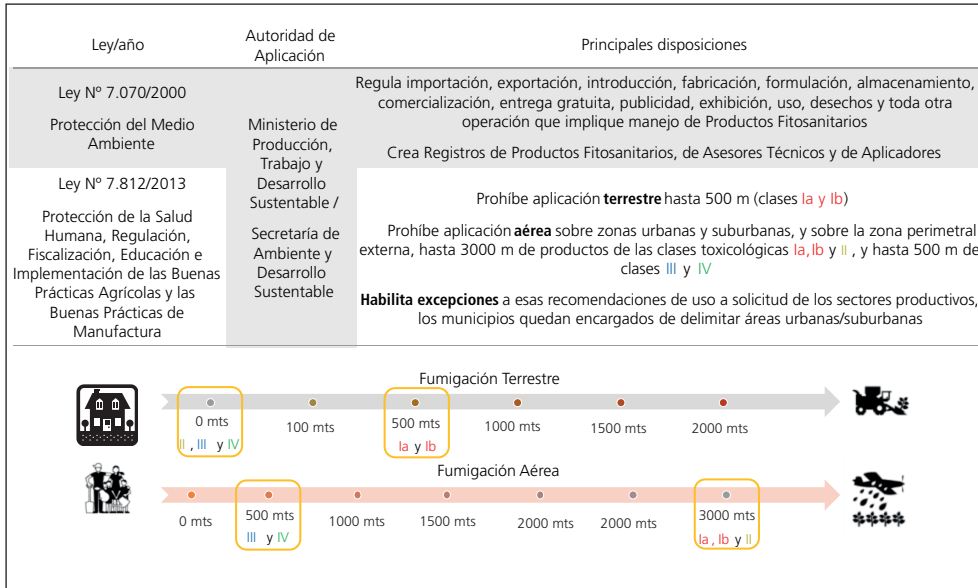
Nuevas polémicas emergieron en torno a la delimitación de las zonas de exclusión de las aplicaciones en zonas urbanas y suburbanas: es decir, acerca de la toma de decisiones sobre los territorios y cuerpos de sacrificio que serán fumigadas. Aquí entran en tensión las configuraciones productivas de los departamentos provinciales, donde distintos cultivos (tabaco, vid, tomate, soja, maíz, poroto) presentan diversas modalidades, escalas y tipos de producción.

En el Capítulo XI de la Ley se encuentran las “recomendaciones de uso”, que fijan distancias y categorías de toxicidad permitidas (figura 1).<sup>5</sup> La reglamentación (Decreto 3.924/2015) incluyó precisiones relativas al “esquema de buenas prácticas de aplicación” en pos de minimizar riesgos y consecuencias de posibles efectos tóxicos al ambiente, la población o cultivos vecinos. La determinación de áreas urbanas y suburbanas quedó a cargo de los municipios, y se avaló la posibilidad de otorgamiento de excepciones a solicitud de los sectores productivos.

Cabe mencionar aquí las críticas al método de evaluación, a cargo del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), que mide la toxicidad aguda, pero no los efectos crónicos a largo plazo. A ello se añade el hecho de que gran

5 La Organización Mundial de la Salud clasifica los plaguicidas en base a su toxicidad aguda: extremadamente peligrosos (Ia, rojo), altamente peligrosos (Ib, rojo), moderadamente peligrosos (II, amarillo), ligeramente peligrosos (III, azul) y normalmente no ofrecen peligro bajo uso normal (IV, verde).

Figura 1. Regulaciones y autoridades de aplicación relativas al uso de agroquímicos



Fuente: Leyes 7.070 y 7.812. Elaboración propia.

parte de los productos que en Argentina se consideran de moderada o baja peligrosidad, en otros países se encuentran prohibidos o cuentan con mayores restricciones (Arancibia et al. 2018; Souza Casadinho 2019). A la vez, es menester apuntar a cierta arbitrariedad en las zonificaciones, a lo que se suman las dificultades para establecer zonas de resguardo en poblados pequeños que están cercados por campos de cultivo y no pueden evitar estar a merced de las pulverizaciones. Es el caso de muchas comunidades indígenas o puestos campesinos, que ni siquiera podrían ser clasificadas como áreas periurbanas para acceder al beneficio del metraje. Hacia finales del año 2020, en la Cámara de Diputados de Salta se presentó un proyecto de ley que propone ampliar las distancias de exclusión previstas en la norma vigente (hasta 1500 m en el caso de las terrestres y hasta 3000 m en el caso de las pulverizaciones aéreas, para todas las clases toxicológicas).

Por último, y a pesar de las reiteradas referencias a los impactos del modelo agroindustrial en territorio salteño, una certeza recorrió la mayoría de las alocuciones: si bien la norma afecta intereses económicos privados, “no va en contra de las fuerzas del trabajo” (VT 13/11/2012), en un contexto en el que impera la necesidad de continuar con las actividades productivas y aplicar “venenos útiles” (VT 20/11/2012) con tal fin.

Según los informes de las comisiones parlamentarias, y tal como consta en el expediente legislativo, se realizaron reuniones y se recibieron aportes, en su mayoría de entidades productivas. En ningún caso encontramos referencias a la participación

de organizaciones vecinales de los principales centros urbanos, pueblos indígenas y/o campesinos que pudieran afectarse.

Por su parte, una serie de normativas reglamentan el uso de agroquímicos a escala local. La mayoría de las Cartas municipales se sancionaron con anterioridad a la década de 1990. Solo aquellas aprobadas en fecha más reciente incluyen, de modo explícito, la regulación del uso de productos químicos, por ejemplo, en Aguaray y Colonia Santa Rosa. Distintos municipios salteños como Metán, Orán, Rosario de la Frontera, General Mosconi y Tartagal han sancionado ordenanzas específicas que establecen distancias de aplicación y prohibiciones de productos.

Los avances en materia regulatoria, sin embargo, no han tendido a limitar el uso de tales productos; tampoco han incentivado la participación de las áreas de ambiente y/o de salud como autoridades competentes. Por el contrario, se han concentrado en la fijación de distancias, algo que recae en la capacidad de las instituciones provinciales y municipales para monitorear y hacer cumplir las normas existentes.

### “Estoy yo solo”: autoridades de aplicación y competencias jurisdiccionales

A diferencia de lo ocurrido en el ámbito nacional y otras provincias, donde las AdA en materia de agroquímicos se asientan en los organismos encargados de la política productiva o agroindustrial, en Salta es la cartera ambiental (la SAyDS) la designada como AdA. El organismo sanitario provincial no se involucra directamente, si bien la reglamentación señala que la AdA y el Ministerio de Salud podrán celebrar convenios.

En 2007, de acuerdo con lo previsto en la Ley 7.070, en el seno de la por entonces Semades se creó el Registro de Productos Fitosanitarios y Plaguicidas bajo la órbita del Programa de Registros Ambientales, y se habilitaron los Registros de Usuarios, Expendedores y Asesores Técnicos (hoy se rigen por la Ley 7.812). Es desde el mencionado Programa que se llevan adelante las inspecciones de las denuncias recibidas en materia de productos fitosanitarios.

Durante una visita realizada hacia finales de 2019 a la sede de la SAyDS en la ciudad de Salta, indagamos acerca del modo de funcionamiento y los alcances del programa, que pueden resumirse en la cita que titula el acápite. De acuerdo con la información que suministraron allí, son escasos los recursos (materiales y humanos) disponibles para afrontar el control y monitoreo de las más de 1 000 000 de hectáreas cultivadas. Se realiza un promedio de 70 inspecciones anuales, en dependencia de la disponibilidad de vehículos: el programa no tiene movilidad propia y son extensas las distancias que separan a la capital provincial de las localidades afectadas por las fumigaciones. Entre las principales localidades a las cuales se llega por rutas asfaltadas están Las Lajitas (200 km de distancia), Orán (280 km) y Tartagal (360 km). Si la denuncia llegara desde una comunidad indígena como Tonono, son entre

500 y 600 km, en un viaje de entre siete y ocho horas, que requiere atravesar caminos de tierra de difícil tránsito en épocas de lluvia.

En la misma línea se inscriben los obstáculos para la realización de denuncias por parte de los/as afectados/as. Estas pueden realizarse por dos canales diferentes: a través de una presentación ante la División Rural y Ambiental de la Policía provincial, que elabora un acta y efectúa la derivación correspondiente<sup>6</sup> o mediante la denuncia personal y/o telefónica en la oficina central en Salta.

No hay dependencias descentralizadas, lo que complejiza la posibilidad de denuncia a poblaciones alejadas y con escaso acceso a conexiones de transporte y/o comunicación. A partir de esto, se realizan las ya mencionadas inspecciones, y en caso de existir multas y/o sanciones, se gestiona desde el Programa de Fiscalización y Control. Según lo que informaron, gran cantidad de denuncias involucran conflictos entre partes (privados que ven afectada su producción con las pulverizaciones vecinas). Tales casos se elevan al Ministerio Público, ya que no comprenden un tema específicamente ambiental.

La cartera ambiental ha avanzado en acuerdos con entidades empresariales para la gestión y el reciclado de envases vacíos, a partir de la creación de Centros de Acopio Transitorio (Cat).<sup>7</sup> Si bien estas políticas se insertan en las regulaciones previstas por la Ley 27.279 y buscan disminuir impactos ambientales y sanitarios a partir del tratamiento de los residuos generados, no se orientan a la disminución y/o prohibición de su uso. Más aun, no abarcan la totalidad de los envases que se utilizan y desechan, los que en gran medida terminan por emplearse como recipientes de acopio de agua, entre otros usos, por parte de las poblaciones locales.

Transcurridos siete años de la sanción de la Ley 7.812 y dos décadas de la Ley Ambiental, que estableció las primeras regulaciones en la materia, las discusiones siguen sin involucrar la participación de las poblaciones afectadas y sin proponer una transformación del modelo agroindustrial.

### “Eché veneno desde arriba”: la emergente conflictividad por agroquímicos

En una entrevista realizada en octubre de 2020, a una referente de las redes de médicos de pueblos fumigados de la vecina provincia del Chaco, consultamos sobre las particularidades que asume la exposición a productos químicos en la región chaqueña de Salta.

¿Qué diferencia hay con Salta? Salta inaugura ahora este tipo de producción, antes no tenían siembra y fumigaciones. (...) Entonces yo creo que esa es la diferencia en la población de Salta, que no ha sido expuesta previamente, es su primera exposición.

6 En una visita a la sede de la policía ambiental en Tartagal en 2019, se comprobó que no tenían registros de denuncias vinculadas con fumigaciones y/o contaminación con agroquímicos.

7 El primer proyecto surgió en 2012 en Las Lajitas, a cargo de Terramaq SRL (según datos provistos por la empresa, procesó 377 119 kg de plásticos en 2019). En 2021, son cinco los CAT en funcionamiento.

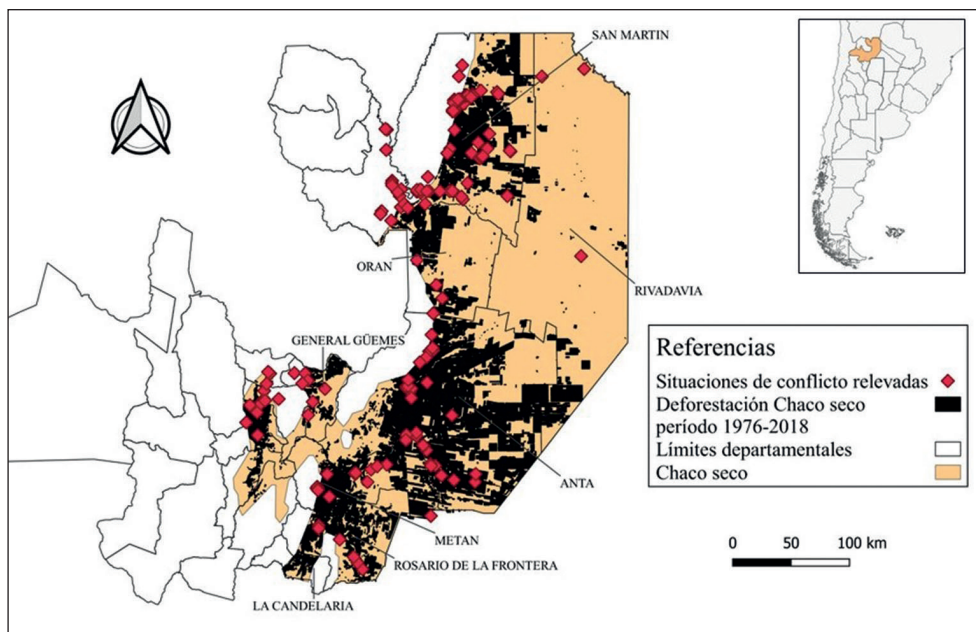
Probablemente lo que las va a hacer vulnerables es la pobreza o la desnutrición, porque son poblaciones (...) en cuanto al estado socioeconómico, no tienen agua, no tienen alimento, los echaron de sus lugares donde cazaban, donde pescaban, les contaminaron ahora el río y todo eso. Ellos tienen otras cosas, pero no tienen el daño previo (...) El tema es que estos casos no se registran. Vos viste que los servicios de salud no escriben “este tiene una enfermedad que podría estar relacionada con un daño por el uso de agro-tóxicos”. No, nunca jamás vas a encontrar eso. Ni siquiera las intoxicaciones agudas.

A pesar del mencionado subregistro en las estadísticas sanitarias y de la relativa novedad de estos procesos en jurisdicciones no pampeanas, es posible advertir en Salta la progresiva emergencia de situaciones que ponen de manifiesto la afectación de los cuerpos y espacios de vida de comunidades indígenas y campesinas, junto a crecientes afecciones a la salud en las periferias de las principales localidades de la provincia.

Entre los acontecimientos relevados, la distribución departamental muestra que, en su gran mayoría, se sitúan en las jurisdicciones más afectadas por el avance de la producción agroindustrial a gran escala (mapa 1). Además de las jurisdicciones del sur provincial, entre las zonas más afectadas se destaca el área de influencia de las localidades emplazadas en los departamentos de Orán y San Martín.

Entre los/as principales afectados/as (esto es, seres humanos y no humanos, individuales, colectivos y/o institucionales a los que se refieren como quienes sopor-

Mapa 1. Situaciones de conflicto según distribución departamental (1999-2020)

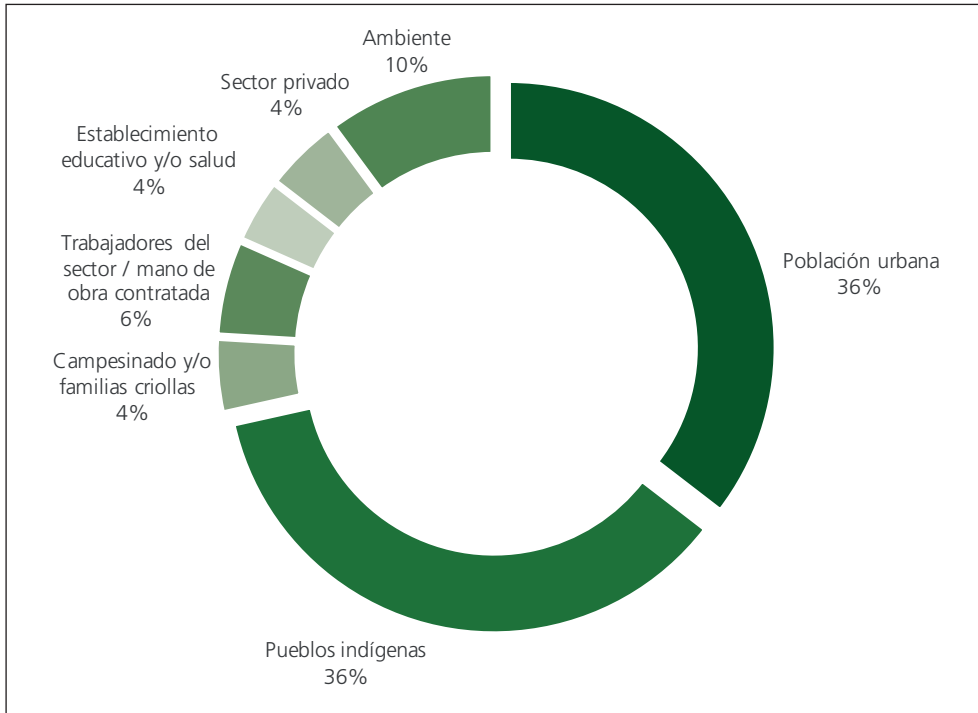


Fuente: elaboración propia.



tan los efectos crónicos y/o agudos derivados del contacto directo e indirecto con agroquímicos) se destacan, en primer lugar, los pueblos indígenas (gráfico 1), tanto quienes viven en zonas rurales como los que habitan en periferias de las principales ciudades de la región como resultado de procesos históricos de expulsión y desplazamiento desde sus territorios de vida.

Gráfico 1. Situaciones de conflicto según principales afectados/as (1999-2020)



Fuente: elaboración propia.

La proporción de poblaciones urbanas involucradas es igualmente relevante, lo cual indica que no se trata solo de situaciones de riesgo que afectan a poblaciones y/o territorios rurales, sino que cobran cada vez más presencia en ámbitos urbanos y en áreas de interfase donde se asientan los grupos más vulnerables y con menor acceso a los servicios.

Se detectan casos donde los/as involucrados/as son trabajadores/as del sector y/o de comunidades educativas de establecimientos escolares. También, la presencia del ambiente como actor afectado: situaciones en las cuales no (solo) se reconoce una persona enferma o grupo poblacional en riesgo, sino que se denuncia la afectación de algún recurso natural: contaminación de aguas superficiales o subterráneas, detección de malformaciones y/o mortandad en flora y fauna. Ejemplo de ello son los estudios sobre malformaciones en anfibios presentes en campos de cultivos (García, Mangione y Arroyo 2012; Montenegro, García y Mangione 2015).

Ciertos casos refieren consecuencias específicas en la salud comunitaria o individual, cuando es posible evidenciar causas y efectos de enfermedades y/o intoxicaciones causadas por exposición directa. Por ejemplo, los/as vecinos/as de barrios periféricos de algunos espacios urbanos colindantes con campos de cultivo en los que se denuncian problemas respiratorios, vómitos, picazón y otros efectos inmediatos posteriores a pulverizaciones realizadas en las cercanías de los hogares y/o establecimientos educativos.

Es la situación de las localidades del departamento de Anta, que podemos recrear a partir de las declaraciones de uno de los habitantes que ha denunciado de manera más activa las realidades que padecen.

Cómo es de pequeño Las Lajitas, cómo es de pequeño el Río del Valle, Piquete Cabado y qué tan grandes son las extensiones territoriales donde se producen estas prácticas. En el caso mío, es a la par de mi casa, no hay ni un metro de distancia. Yo justamente vivo en un terreno muy pequeño, que es un terreno de 10 x 30. De un lado, tengo el cerco donde fumigan, y del otro lado de mi casa, que es un terreno más grande, que lo compró un tipo que realiza servicios de fumigación, tengo las máquinas, como así también tengo el almacenamiento de agroquímicos ahí a la par de mi casa. Imaginate, llueve, encima tengo una pendiente, donde tiene las máquinas tiene un nivel para mi casa así que imaginate. Cuando llueve todo se va para ahí... inclusive por más que no lloviese, por más que no pasara eso, lo mismo estamos totalmente expuestos. (...) Últimamente (las fumigaciones) las están realizando a la madrugada. No sé si será por las denuncias o por que será, si será por una cuestión de más efectividad en cuanto a sus prácticas, eso lo desconozco, pero después de que se realizan las prácticas, hubo personas que manifestaron que se le brotó la piel, entre otros síntomas que tuvieron, dolores de cabeza y bueno, esto pasa constantemente, son actividades que se dan casi todos los meses y bueno, es muy grave (El Oficio de la Simiente 2020).

Además de los eventos asociables a contactos directos e inmediatos con productos tóxicos, otra serie de casos remite a problemas de salud crónicos que responden a exposiciones cotidianas, silenciosas y de largo plazo.

En entrevistas con profesionales de la salud del servicio de oncología pediátrica del Hospital Provincial Materno Infantil (HPMI), de la ciudad de Salta, y de Atención Primaria de la Salud del Hospital Juan Domingo Perón, de Tartagal, refirieron la existencia creciente de diagnósticos de cáncer y malformaciones congénitas. Señalaron que la mayoría de los/as pacientes en oncología pediátrica en el HPMI provienen del departamento de San Martín (entre el 35 y el 40 %), al tiempo que se registra gran cantidad de leucemias y linfomas en niños/as indígenas.

Para la población originaria y campesina, los riesgos aparecen indisolublemente ligados a otro problema de gran profundidad histórica: la tierra. En estos territorios, la conflictividad por el uso de agroquímicos no puede desvincularse de los conflictos territoriales por desalojos, acorralamientos y falta de acceso a los bienes naturales en

cantidad y calidad suficientes para la salud individual y comunitaria.

Así lo demuestran distintas denuncias realizadas por representantes indígenas de comunidades del departamento General San Martín, como la cita que titula el apartado, tomada de una carta que se presentó en 2009 ante la autoridad ambiental provincial.

Nos desmontaron todo y hoy estamos sufriendo por la pérdida de los recursos que siempre teníamos. No podemos ir para ningún lado, porque nos han encerrado entre los campos de soja. Ahora tenemos el problema de dos canales que traen el agua de estos campos y pasan por la comunidad con el veneno de la fumigación (carta presentada ante autoridades nacionales y provinciales 2010).

Se nos pide que aceptemos más desmontes, mintiendo con que nos van a traer beneficios. Sabemos que eso no es así porque más de la mitad de nuestras tierras ya fueron desmontadas y solo nos trae problemas. Las fuentes de agua que usábamos ya no están y las que quedan están contaminadas con agroquímicos, hemos perdido muchos de los alimentos que nos ofrecía el bosque (carta presentada al gobernador y otros organismos nacionales y provinciales 2012).

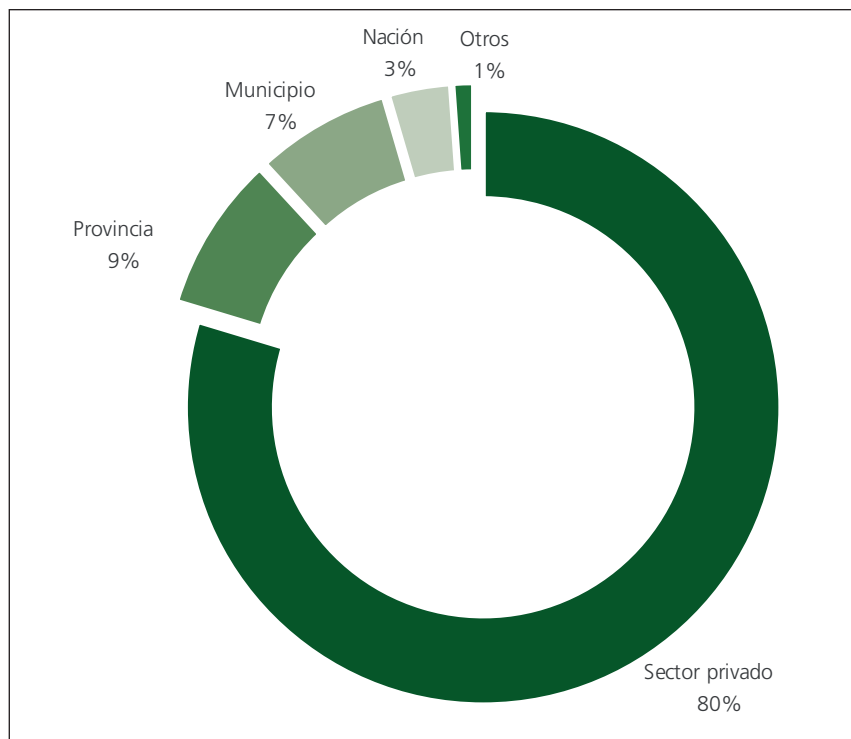
Las situaciones reseñadas remiten de modo simultáneo a aquello que hemos categorizado como “malas prácticas” (en oposición a las “buenas prácticas agrícolas” pregonadas por el sector productivo y gubernamental): pulverizaciones en campos próximos a viviendas y/o escuelas sin respetar zonas de resguardo, horarios o categorías de toxicidad; almacenamiento y/o descarte de envases; estacionamiento y/o circulación de maquinaria agrícola en áreas urbanas; etc.

En efecto, cabe señalar que en el norte argentino las dosis de plaguicidas por hectárea son mayores que en otras jurisdicciones, tal como lo reflejan las palabras del Dr. Medardo Ávila-Vázquez (Red Universitaria de Ambiente y Salud “Médicos de Pueblos Fumigados”) en una exposición realizada en la Universidad Nacional de Salta.

Las Buenas Prácticas (Agrícolas), que son una norma internacional, dicen que, si hacen 25° de temperatura, no se puede fumigar, porque con tanta temperatura en la atmósfera te levanta y te dispersa los agroquímicos. Bueno, en Salta, en la zona de Tartagal, de Orán, estos cultivos que son de verano, nunca, ni a las 3:00 de la mañana, hacen menos de 25°, o sea que están fumigando con 40°. Entonces que hacen, ellos saben que acá tiran 10 kg de glifosato y 500 mg van a quedar en la planta, allá están tirando 20-30 kg para generar los mismos efectos... o sea, es mucho peor la situación en los lugares más alejados (08/11/2018).

Al observar a quiénes se les responsabiliza por los daños reportados (gráfico 2), se destaca, en primer lugar, el sector privado: emprendimientos agropecuarios, empresas de fumigación, comerciantes y/o transportistas. En menor medida, las responsabilidades también se depositan en organismos gubernamentales que deben velar por

Gráfico 2. Situaciones de conflicto según principales responsables (1999-2020)



Fuente: elaboración propia.

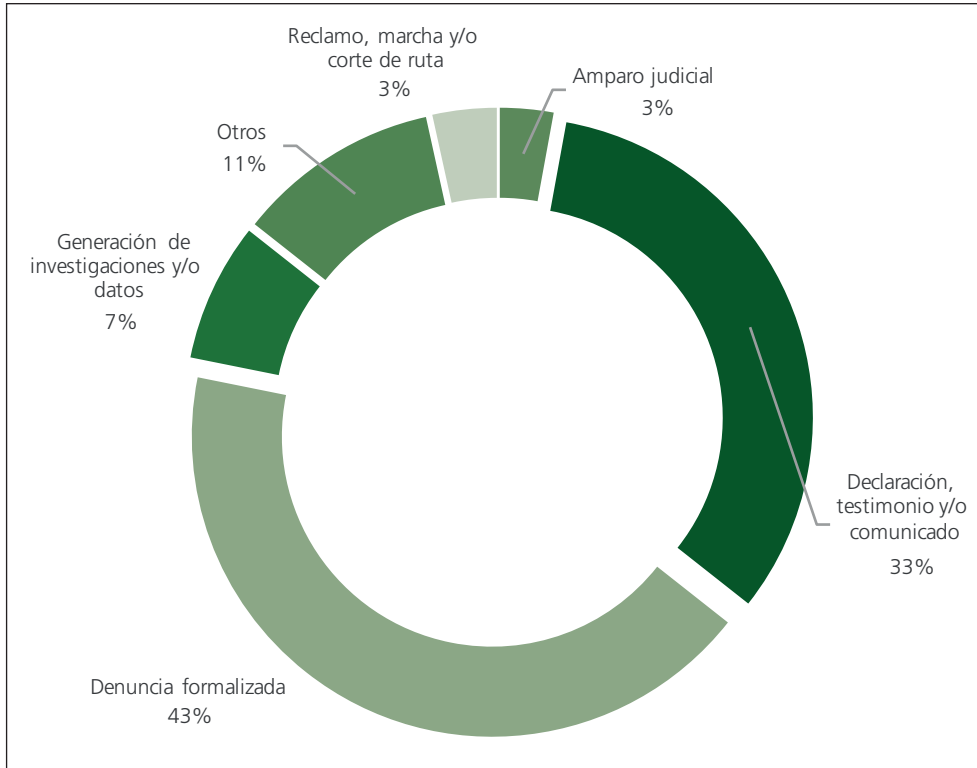
el cumplimiento de las legislaciones existentes, sobre todo, dada la falta de actividades de control, monitoreo y sanción.

Interesa reparar, asimismo, en los repertorios de acción. Si el formato de acción por medio del cual los colectivos organizados han elevado sus demandas a las arenas públicas de debate y las han convertido en objeto de políticas públicas han sido las movilizaciones, los cortes de ruta y las presentaciones ante instancias judiciales (Merlinsky 2013), del relevamiento en curso emerge su puesta en acto por medio de canales más sutiles.

Los reclamos se expresan, en gran medida, a través de canales informales o con algún grado de formalización (denuncias policiales o ante autoridades gubernamentales), que no necesariamente encuentran atención (gráfico 3). Entre los principales receptores de tales denuncias se encuentran los medios de comunicación y las autoridades provinciales. Los gobiernos locales, muchas veces en connivencia con los sectores productivos, no parecen ser los espacios donde los reclamos puedan ser adecuadamente canalizados o resueltos.

Uno de los principales modos por medio de los cuales en otras provincias se ha logrado instalar los reclamos en contra del uso de agroquímicos es el de la judiciali-

Gráfico 3. Situaciones de conflicto según principales repertorios de acción (1999-2020)



Fuente: elaboración propia.

zación (Cabaleiro 2020). La jurisprudencia salteña remite al pueblo de Antillas, en el departamento de Rosario de la Frontera, donde un grupo de vecinos/as interpuso una acción de amparo ambiental.

Esta iba en contra de una explotación agrícola donde se llevaban a cabo tareas de fumigación aérea y terrestre sobre predios con cultivos de soja que colindaban con las viviendas. Ello afectaba y ponía en riesgo la vida y salud de las personas, sin ningún control estatal. El Juzgado Correccional 2, del Distrito Judicial Sur, hizo lugar a la acción en contra de los privados y la municipalidad, y prohibió, en 2011, todo tipo de fumigaciones aéreas y terrestres (1500 y 300 m, respectivamente) y el sobrevuelo de avionetas. Además, ordenó la reforestación con cortinas forestales e instó al Consejo Deliberante a dictar una normativa.<sup>8</sup>

En los casos identificados a partir de los múltiples registros relevados (bibliográficos, documentales, periodísticos, judiciales, policiales, etc.) se revela, entonces, la existencia de riesgos potenciales y/o reales sobre el ambiente y/o la salud. Los resultados demuestran que en Salta emergen, cada vez con mayor frecuencia, conflictos que

8 "Arata, Antonio y otros: Medida Cautelar con la Suspensión Inmediata de Fumigaciones Aéreas y/o Terrestre".

irrumpan en el espacio público, los que generan debates y respuestas institucionales, jurídicas y/o legales. Todo ello en el marco de la creciente evidencia científica en torno a la contaminación de aguas, suelos y aire, y a las consecuencias para la salud humana, animal y vegetal de la exposición a agroquímicos.

No obstante, el análisis también advierte sobre situaciones en las cuales las afecciones sanitarias y ambientales no han cobrado visibilidad más allá de las escalas locales y en los que, si bien latente o en proceso de emergencia, la conflictividad por el uso de agroquímicos se encuentra en gran medida invisibilizada y/o subsumida bajo otras problemáticas de mayor profundidad histórica, como el acceso a la tierra.

## Reflexiones finales

Al iniciar la investigación, planteaba las siguientes preguntas: ¿qué consecuencias tuvo el avance del agronegocio y del uso de agroquímicos en la provincia de Salta? ¿De qué modo se han regulado sus impactos a través de normativas y disposiciones institucionales en la escala provincial y/o municipal? ¿En qué medida los diversos actores problematizan sus repercusiones ambientales y sanitarias? ¿De qué manera acompañan a dicha problematización los procesos de construcción del riesgo y la emergencia de conflictos en el espacio público? ¿Qué papel han tenido estos procesos en la visibilización de los impactos de las fumigaciones con agroquímicos?

El avance del agronegocio, hacia finales del siglo XX y principios del XXI, encontró en la provincia de Salta un caso emblemático en cuanto a tasas de deforestación, afectación de la biodiversidad, conflictos y desalojos en territorios indígenas y campesinos. Al ya avanzado proceso de degradación ambiental y a la conflictividad territorial se sumaron entonces las consecuencias de las pulverizaciones por vía aérea y terrestre, que afectan tanto al ambiente como a los cuerpos. La implantación de cultivos y su extensión hasta los límites inmediatos de las periferias urbanas trajeron aparejados nuevos escenarios de riesgo, los que se retroalimentan con injusticias sociales, ambientales y sanitarias de larga data (Schmidt 2019).

En primer lugar, el estudio nos permitió avanzar en el análisis crítico del entramado legal e institucional existente. A partir del esquema federal argentino, la regulación en materia de uso y aplicación se relega a las provincias, y en la escala provincial, en gran medida, se traslada a los espacios locales.

Se abre aquí una interrogante en referencia al consenso o la articulación necesarios para definir e implementar las normas, así como también para ejercer el poder de policía. Gran parte de las tareas de control y monitoreo recaen en programas provinciales con escasos recursos y en los municipios que, por lo general, presentan también serias dificultades en términos de capacidades institucionales, recursos humanos y financieros.



Esto se complejiza ya que con frecuencia se evidencian en legisladores provinciales y/o municipales conflictos de intereses entre su función pública y su actividad privada. Junto con la falta de articulación entre los distintos organismos y dependencias se registra, asimismo, una intervención acotada por parte de las autoridades sanitarias, hecho que se replica desde la escala nacional hasta la local.

A su vez, son insuficientes los dispositivos institucionales, legales y/o judiciales a los que acceden las poblaciones afectadas en la búsqueda de una distribución más equitativa de los recursos naturales y de un mayor acceso a los canales de participación y la toma de decisiones en las políticas públicas ambientales, sanitarias y/o territoriales que las involucran directa e indirectamente.

Dado (y a pesar de) este marco legal e institucional, la dimensión territorial-sanitaria de la investigación permitió advertir la emergencia de conflictos en torno al uso de agroquímicos con distintos grados de intensidad, y explorar el modo en que estos se encuentran asociados a la profundidad e historicidad del modelo productivo y social en la provincia de Salta. En cierto modo, ello remite a aquello que Nixon (2011) denominó “violencia lenta”: la exposición crónica e invisible al modelo de desarrollo dependiente de productos tóxicos que afrontan ciertas poblaciones, que se retroalimenta y superpone con otras injusticias y violencias estructurales de larga duración: irregularidad en la tenencia de la tierra, indicadores críticos de pobreza y déficit alimentario, escasez de registros sanitarios, falta de acceso a servicios de salud e infraestructura de agua y saneamiento básica, ausencia de controles institucionales y de mecanismos de participación y denuncia efectivos, baja asignación de recursos humanos y materiales para el monitoreo y el cumplimiento de las normas vigentes, negación de la problemática por parte de autoridades competentes y sectores hegemónicos de la política, la ciencia y la producción, por mencionar solo algunas.

Además de los conflictos abiertos, encarnados en causas judiciales, movilizaciones, presentaciones y/o denuncias formales ante autoridades competentes, los casos permiten entrever la existencia de una multiplicidad de situaciones conflictivas de baja intensidad. Esto no significa que el problema revista menor importancia, sino que, en gran medida, no ha trascendido las escalas locales, ni se ha articulado en reclamos en instancias judiciales y/o estatales, salvo excepciones.

Esto invita a explorar las dimensiones ocultas y las múltiples escalas implicadas en los procesos bajo estudio: desde la escala celular de afectación a los seres humanos y no humanos hasta radios de acción más amplios, en donde los impactos se expanden, desconociendo fronteras geográficas, y perduran en el tiempo: persisten en el ambiente e incluso trascienden generaciones antes de la aparición de sus efectos.

Asimismo, el análisis incita a examinar la complejidad de factores sociales, culturales, políticos y económicos que inciden en el hecho de que las fumigaciones se transformen en un debate público en Salta. Si en la cartografía de la conflictividad local la nunca resuelta problemática de la tierra y las consecuencias de la deforesta-

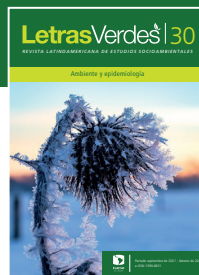
ción a gran escala fueron el principal móvil a partir del cual las demandas territoriales y ambientales tomaron estado público y llegaron a ser objeto de debates (incluso nacionales), las controversias en torno a los riesgos del uso de agroquímicos son un debate pendiente y urgente.

## Bibliografía

- Agüero, José Luis, Christian Venencia, Andrés Talamo, Ariela Salas Barboza, Walter Díaz Paz, Jesús Sajama, Soledad Rodríguez y Lucas Seghezze. 2019. “El fenómeno de las grandes transacciones de tierras en la región del Chaco de la provincia de Salta, Argentina”. En *Grandes transacciones de tierra en América Latina: sus efectos sociales y ambientales*, editado por Martín Simón et al., 22-36. Buenos Aires: FUNDAPAZ.
- Arancibia, Florencia, Ignacio Bocles, Alicia Massarini y Damián Verzeñassi. 2018. “Tensiones entre los saberes académicos y los movimientos sociales en las problemáticas ambientales”. *Metatheoria* 8 (2): 105-123. <https://bit.ly/3pHjnS6>
- Ávila-Vázquez, Medardo, Flavia Difilippo, Bryan Mac Lean, Eduardo Maturano y Agustina Etchegoyen. 2018. “Environmental Exposure to Glyphosate and Reproductive Health Impacts in Agricultural Population of Argentina”. *Journal of Environmental Protection* 9: 241-253. [doi.org/10.4236/jep.2018.93016](https://doi.org/10.4236/jep.2018.93016)
- Benitez Leite, Stela, Deidamia Franco de Diana, Jaime Segovia Abreu, Domingo Avalos, Marta Almada Denis, Cristina Coronel Ovelar, María José Samaniego Roys, Boris Thielmann Arbo y Ramón Corvalan. 2019. “DNA damage induced by exposure to pesticides in children of rural areas in Paraguay”. *Indian Journal of Medical Research* 150: 290-296. [doi.org/10.4103/ijmr.IJMR\\_1497\\_17](https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1497_17)
- Berger, Mauricio, y Cecilia Carrizo. 2019. *Afectados ambientales: aportes conceptuales y prácticos para la lucha por el reconocimiento y garantía de derechos*. Córdoba: Ed. Ciencia y Democracia.
- Cabaleiro, Fernando. 2020. *Praxis Jurídica sobre los Agrotóxicos en la Argentina*. Buenos Aires: Naturaleza de Derechos. <https://bit.ly/3jI6seH>
- Castelnuovo Biraben, Natalia. 2019. “Pueblos indígenas y grandes transacciones de tierra en el noroeste argentino”. En *Grandes transacciones de tierra en América Latina: sus efectos sociales y ambientales*, editado por Martín Simón et al., 53-87. Buenos Aires: FUNDAPAZ.
- El Oficio de la Simiente. 2020. “Entrevista a Eric Zamora”, <https://bit.ly/3BWrfIZ>
- García, Gladys, Susana Mangione y Juan Arroyo. 2012. “Malformaciones axiales en larvas de anuros de cultivos de soja y su relación con la prevalencia de metacercarias”. Ponencia presentada en el *XIII Congreso Argentino de Herpetología*, Mar del Plata, Argentina, 6-9 de noviembre.
- Gras, Carla, y Valeria Hernández. 2013. *El agro como negocio. Producción, sociedad y territorios en la globalización*. Buenos Aires: Biblos.

- Krapovikas, Julieta. 2016. "El extractivismo sojero y sus consecuencias humanas. Modelos de desarrollo en disputa en el chaco argentino". *Alternativa* 5: 114-138.
- Lapegna, Pablo. 2019. *La Argentina transgénica. De la resistencia a la adaptación, una etnografía de las poblaciones campesinas*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Leavy, Pía. 2016. "Entre el privilegio y la vulnerabilidad. Reflexiones antropológicas en torno a la salud pública, derechos especiales y relaciones interétnicas en una comunidad ava-guarani de Salta". En *Salud pública y pueblos indígenas en la Argentina: Encuentros, tensiones e interculturalidad*, editado por Silvia Hirsch y Mariana Lorenzetti, 141-162. San Martín: UNSAM EDITA.
- Leguizamón, Amalia. 2020. *Seeds of Power: Environmental Injustice and Genetically Modified Soybeans in Argentina*. Durham: Duke UP.
- Lorenzetti, Mariana. 2016. "La promoción de la salud indígena y las condiciones de trabajo de los agentes sanitarios en el noreste de la provincia de Salta". En *Salud pública y pueblos indígenas en la Argentina: Encuentros, tensiones e interculturalidad*, editado por Silvia Hirsch y Mariana Lorenzetti, 253-277. San Martín: UNSAM EDITA.
- Mendonca Oliveira de Souza, Murilo, y Cleber Rodrigues Folgado. 2018. *Agrotóxicos e agroecología: enfrentamentos científicos, jurídicos, políticos e socioambientais*. Anapolis-Go: Ed. UEG.
- Merlinsky, Gabriela. 2013. "Introducción. La cuestión ambiental en la agenda pública". En *Cartografías del conflicto ambiental en Argentina*, compilado por Gabriela Merlinsky, 19-60. Buenos Aires: Ciccus.
- MAGyP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación). 2021. "Estimaciones agrícolas", <https://bit.ly/3BjXp9V>
- MSP (Ministerio de Salud Pública de Salta). 2017. "Análisis de Situación de Salud (ASIS)", <https://bit.ly/3EjJzpL>
- Montenegro Ricardo, Gladys García y Susana Mangione. 2015. "Patologías tegumentarias en anuros de una zona agrícola del sureste de Salta". Ponencia presentada en el *XVI Congreso Argentino de Herpetología*, San Miguel de Tucumán, Argentina, 29 de septiembre al 2 de octubre.
- Naharro, Norma, y Ana Álvarez. 2011. "Estudio de caso. Acaparamiento de tierras y producción de soja en territorio Wichí, Salta-Argentina", <https://bit.ly/3pCQl60>
- Nixon, Rob. 2011. *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*. Cambridge/Massachusetts/Londres: Harvard UP.
- Ramírez, Mirta, Braulio Belingheri, María Beatriz Nícoli, María del Carmen Seveso, Lina Ramírez y Mercedes Garcete. 2012. "Relación entre el uso de agroquímicos y el estado sanitario de la población en localidades de los Departamentos Bermejo, Independencia y Tapanagá de la Provincia del Chaco", <https://bit.ly/3Bgw4oP>
- Sánchez, Diana, Rocío Echalar, Gladis Romero y Sonia Aparicio. 2012. "Relación de pesos al nacer con la procedencia de la madre en localidades con uso intensivo de agroquímicos". *Revista de Salud Pública* XVI (3): 21-26. <https://bit.ly/3mifZL7>

- Schmidt, Mariana. 2019 “(In)justicias ambientales, territoriales y socio-sanitarias en el Chaco salteño, Argentina”. *Folia histórica del Nordeste* (35): 7-26. doi.org/10.30972/fhn.0353575
- Schmidt, Mariana. 2017. *Crónicas de un (Des)Ordenamiento Territorial. Disputas por el territorio, modelos de desarrollo y mercantilización de la naturaleza en el este salteño*. Buenos Aires: Ed. Teseo. <https://bit.ly/3bfBAOc>
- Schmidt, Mariana, Ezequiel Grinberg, Lorenzo Langbehn, Ana Álvarez, Horacio Pereyra, Virginia Toledo López, Melina Tobías, Jimena García Battán, Gabriela Merlinsky y Valeria Ceirano. 2019. “Riesgos e impactos socio-sanitarios de las fumigaciones con agroquímicos en las provincias de Salta, Santiago del Estero y Santa Fe”. Informe final presentado a la Convocatoria a Becas de Investigación SALUD INVESTIGA Dr. Abraam Sonis 2018. <https://bit.ly/3pHsxxF>
- Seveso, María del Carmen. 2020. *Resistiendo al modelo agrobiotecnológico. Para evitar la complicidad de las víctimas*. Rosario: CB Ediciones.
- Skill, Karin, y Ezequiel Grinberg. 2013. “Controversias sociotécnicas en torno a las fumigaciones con glifosato en Argentina. Una mirada desde la construcción social del riesgo”. En *Cartografías del conflicto ambiental en Argentina*, compilado por Gabriela Merlinsky, 91-117. Buenos Aires: Ciccus.
- Slutzky, Daniel. 2005. “Los conflictos por la tierra en un área de expansión agropecuaria del NOA. La situación de los pequeños productores y los pueblos originarios”. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* 23: 59-100.
- Souza Casadinho, Javier. 2019. “Informe sobre los plaguicidas altamente peligrosos en la Argentina”, <https://bit.ly/2ZxBVtg>
- Suárez, María Eugenia. 2016. “Tramas y tensiones en el tratamiento de la diarrea infantil en el norte de la provincia de Salta. Prácticas sanitarias y estrategias de atención”. En *Salud pública y pueblos indígenas en la Argentina: Encuentros, tensiones e interculturalidad*, editado por Silvia Hirsch y Mariana Lorenzetti, 183-206. San Martín: UNSAM EDITA.
- Trinelli, María Alcira, Margarita Do Campo, Vanina Lombardi, Juan Alaimes, Noelia Trupa, Diego Lelli, Micaela Cruz, Florencia Mallou, María Paz González, Yanina El Kassisse, Ángeles Rodríguez, Andrea Rodríguez, Marco Casullo, Estefanía Romero, Sergio Hanela, Igor Moundiroff y Pablo Rosi. 2019. “Estudio interdisciplinario sobre la calidad del agua para consumo y la contaminación por agrotóxicos en La Tigra y Avia Terai, provincia de Chaco”. Ponencia presentada en las *X Jornadas de Sociología de la UNGS*, Los Polvorines, Argentina, 29 y 30 de mayo.



## Cabo Pulmo y el Uróboro: un caso multiescalar de perspectivas socioambientales

### Cabo Pulmo and the Uróboro. A Multiscale Case of Socio-Environmental Perspectives

 Sebastian Torres-Alvarez, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, sebastian.torres@enah.edu.mx, orcid.org/0000-0002-2211-7053

Recibido: 26 de noviembre de 2020  
Aceptado: 25 de abril de 2021  
Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

En este artículo se estudia el caso de Cabo Pulmo, localidad ubicada en Baja California Sur, México, cuyos habitantes transitaron de una economía basada en la pesca y la extracción perlera a una sostenida por el ecoturismo. El objetivo fue analizar de qué manera dicho proceso estuvo influenciado por personas e instituciones multiescalares. El trabajo etnográfico consistió, en primera instancia, en conversaciones informales con habitantes de la localidad. Luego se aplicaron entrevistas en profundidad con tres personas, con la intención de obtener sus historias de vida. Para analizarlas, se emplea una propuesta metafórica basada en la figura del Uróboro. La investigación se acerca a un grupo social particular inserto en el mundo globalizado, a una crisis ambiental con una respuesta adaptativa y relaciones multiescalares articuladas para consolidar un proyecto ecoturístico y de defensa del territorio contra grandes proyectos turísticos, impulsando también cambios socioculturales. Se sugiere que este caso es un ejemplo concreto de la forma en que los procesos multiescalares pueden incidir en escenarios locales para impulsar respuestas adaptativas, un tema asociado a las discusiones y los retos del cambio climático.

**Palabras clave:** análisis socioambiental; cambio climático; ecoturismo; globalización; México

#### Abstract

This article presents the case study of Cabo Pulmo, a town located in Baja California Sur, Mexico, which went from an economy based on fishing and pearl extraction to one sustained by ecotourism. The objective is to analyze how this process was influenced by people and multiscale institutions. The ethnographic work consisted, first, in informal conversations with local inhabitants, followed by the application of in-depth interviews with three people, to obtain their life stories. To analyze the results, a metaphorical proposal based on the figure of the Ouroboros is used. The investigation focuses on a specific social group inserted in the globalized world, an environmental crisis with an adaptive response and articulated multiscale relationships for the consolidation of an ecotourism project and the defense of the territory against large tourist projects, also promoting socio-cultural changes. This case is considered a concrete example of how multiscale processes can influence local scenarios to promote adaptive responses, a topic associated with the discussions and challenges of climate change.

**Key words:** climate change; ecotourism; globalization; Mexico; socio-environmental analysis



## Introducción

En este artículo se estudia el caso de conservación y adaptación de Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. Se analiza cómo la población local y su escenario se vinculan con organizaciones, intereses e instituciones nacionales e internacionales. Se trata de una versión revisada y sintetizada de la investigación que se desarrolló entre agosto de 2018 y junio de 2020. Aunque los resultados iniciales fueron analizados desde el enfoque de la posmodernidad, aquí se complementan con perspectivas de la sociedad global, para evidenciar la importancia de la articulación y confrontación en dicho escenario de fuerzas multiescalares (locales, estatales, regionales, nacionales, internacionales o globales).

Para este análisis se toma la revisión bibliográfica desarrollada a lo largo del primer año y medio del proyecto, y algunos de los resultados etnográficos que corresponden a la estancia en campo, realizada en enero de 2019. Estos últimos se dividen en dos categorías: conversaciones informales y entrevistas en profundidad. Las conversaciones se desarrollaron en diferentes contextos, como la ingesta de alimentos, la compra de insumos y los traslados entre Playa Arbolitos, Cabo Pulmo y La Ribera. Fueron de gran utilidad para detectar temas relevantes, dar a conocer los objetivos de la investigación, empatar líneas de acción con la revisión bibliográfica y ubicar distintos actores sociales locales, algo fundamental a la hora de seleccionar a las personas con quienes se podría trabajar posteriormente.

Las entrevistas en profundidad conformaron la segunda etapa del trabajo de campo. Se realizaron a tres miembros de la comunidad, con la intención de obtener sus historias de vida. Los dos hombres y la mujer seleccionados pertenecen a dos de las tres familias que habitan la localidad (los Castro y los Cañedo). Corresponden a grupos de edad distintos (37, 54 y 72 años al momento de hacer la etnografía). Con ello, se bosquejan distintas formas de vivir la transición. Otro de los criterios de selección fue su implicación con la pesca. Uno de los hombres creció y vivió gran parte de su vida pescando; el otro creció con la pesca, pero en su edad adulta, la transición lo obligó a buscar alternativas. A la mujer, este proceso la alcanzó en la niñez y no estaba tan involucrada en las actividades pesqueras. Las entrevistas fueron grabadas.

Con el enfoque cualitativo, se busca evidenciar la respuesta adaptativa de la localidad de Cabo Pulmo ante el agotamiento de los recursos pesqueros, así como un proceso de adaptación que difícilmente puede ser entendido sin una visión multiescalar.

El texto está dividido en cuatro partes. En primer lugar, se presenta una aproximación teórica a la globalización y sus distintos matices. En segundo lugar, se detalla la propuesta metafórica para examinar los fenómenos sociales y dimensionar las distintas escalas (locales, nacionales e internacionales) que operan en ellos. En tercer



lugar, se analiza el caso, con énfasis en el periodo de la década de los noventa hasta la actualidad, articulado con una reconfiguración de los procesos de territorialización. Por último, se presentan las consideraciones finales desde la metáfora.

## Trabajo de campo en el mundo globalizado

Son distintas las visiones a través de las cuales, directa o indirectamente, se han abordado las relaciones entre diversas escalas, que van desde lo local hasta lo global. Estas relaciones tienen la capacidad de incidir sobre diversas dinámicas sociales, económicas y políticas.

En la propuesta de la sociedad del riesgo global, Ulrich Beck (2002) parte de distanciarse hasta cierto punto de algunas perspectivas posmodernas. Sin embargo, reconoce dos modernidades. La primera de ellas se basa en la idea de un Estado nación cuya dinámica era entendida en torno a situaciones territoriales. La segunda se ve atravesada por la globalización y otros fenómenos como la revolución de género, el subempleo y la crisis ecológica, en cuyo caso impera una especie de modernización radicalizada (Beck 2002, 1-28).

Beck utiliza el ejemplo de la encefalopatía espongiforme bovina (conocida como enfermedad de las vacas locas), para demostrar que un fenómeno así ya no puede ser aislado en términos políticos, pues incluye esferas económicas, sanitarias, agrícolas, entre otras. Tampoco puede delimitarse a un territorio particular; en una sociedad globalizada, los efectos (directos e indirectos) pueden impactar en otros territorios y sectores (Beck 2002, 75-112). De esa forma, el autor describe una realidad compleja, que interrelaciona diversas disciplinas en una variedad de territorios.

Adentrados en la idea del mundo globalizado, resulta difícil no considerar aspectos macro y su impacto en los actores sociales locales. Las visiones varían en función de los fenómenos de estudio y las corrientes teóricas acogidas. A continuación, se muestran visiones que exploran dos polos, más que opuestos, complementarios. David Harvey (2005) reflexiona sobre la forma en que el neoliberalismo ha acelerado la acumulación por desposesión, mediante el funcionamiento de los Gobiernos como agentes encargados de garantizar sus intereses; lo cual incluso utiliza para plantear que “el libre comercio no significa comercio justo” (Harvey 2005, 109).

Por su parte, Charles Hale (2003) propone ver al neoliberalismo desde aspectos de gobernanza, donde se consolidan agentes o instituciones que pueden impulsar cambios de orden social, político y económico. Esta idea lo lleva a sostener el concepto de multiculturalismo neoliberal, bajo el cual se reconoce la diversidad cultural y sus respectivos derechos. Para ello ejemplifica algunas de las luchas jurídicas que han llevado grupos étnicos en Centroamérica contra sus propios países en busca de la legitimidad de su territorio mediante títulos colectivos de propiedad. Entre ellas,

la pugna entre los awas tingni y Honduras en la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Hale 2003, 14-17), y los cambios en las políticas internas del Banco Mundial: las fuertes críticas del impacto negativo local de sus proyectos de desarrollo e infraestructura lo llevaron a financiar diversos procesos de delimitación y legitimación de la tenencia de territorios pertenecientes a grupos indígenas, en reconocimiento de la diversidad cultural (Hale 2003, 17-20). En resumen, esas visiones presentan dos realidades distintas, no excluyentes entre sí, sino complementarias, donde el neoliberalismo y el capital global pueden jugar distintos roles y, en consecuencia, impactar de distintos modos los escenarios locales.

Estos autores se retoman, en gran medida, para mostrar cómo los escenarios y los grupos sociales locales no están aislados del mundo globalizado, sino que son susceptibles a lo que sucede en distintas escalas. Al estudiar un contexto sociocultural, hay que mirar cómo los engranajes de agentes o fuerzas multiescalares toman un rol activo en los procesos de transformación o conservación de los actores sociales y escenarios locales. De acuerdo con esa perspectiva, los resultados de esta investigación se analizan mediante la metáfora del Uróboro, que permite dimensionar los escenarios y actores sociales locales en el mundo globalizado.

## La metáfora del Uróboro y los fenómenos multiescalares

En primera instancia, la metáfora (Torres Alvarez 2020, 89-96) parte del reconocimiento del antropoceno (Crutzen y Stoermer 2000). Busca ser una alternativa o complemento etnográfico frente a algunas corrientes o marcos analíticos socioambientales como el *treadmill of production* (Schnaiberg 1980; Schnaiberg, Pellow y Weinberg 2002; Weinberg, Pellow y Schnaiberg 2000), la modernización ecológica (Fisher y Freudenburg 2001; Huber 1985; 1991; Hajer 1995; Mol 1995; Cohen 2000; Spaargaren y Mol 1992; Oltra 2005), el consumo verde (Lorenzen 2014) y las visiones sobre resiliencia o adaptación (Eakin et al. 2017; Meerow, Newell y Stults 2016). La naturaleza de esos modelos dejaba fuera hallazgos fundamentales del trabajo etnográfico. Entre ellos, las fuerzas multiescalares, donde se articulan el Estado, el capital y las ONG junto a los actores sociales, la transición de actividad económica, la defensa del territorio y la implementación de narrativas proambientales como procesos identitarios desde una perspectiva centrada en la cultura.

La metáfora fue diseñada para organizar los datos obtenidos sobre Cabo Pulmo y buscar una exposición *ad hoc*. Trata sobre un Uróboro, figura fantástica con forma de serpiente que se representa mordiendo su propia cola. En este ejercicio de abstracción se le atribuyen algunos componentes básicos del funcionamiento cerebral, con la intención de dimensionar elementos de distintas escalas, alcances y roles, que operan en fenómenos sociales. El Uróboro no hace referencia al caso de estudio *per*

se, más bien representa al mundo globalizado. Se trata de dimensionar y ponderar distintas fuerzas y escalas desde un enfoque cultural de problemáticas socioambientales que, directa o indirectamente, pueden contribuir a algunos debates en torno al cambio climático.

Las neuronas, vistas como la unidad elemental, encargadas del procesamiento y la transmisión de información, tienen la capacidad de comunicarse entre sí gracias a las dendritas y pueden ser de distintas formas a partir de la función en la que se especializan (Carlson 2006, 31-32). A través de la metáfora se propone verlas como las diversas culturas locales. Cada una representa una cultura y sus particulares mecanismos de control extragenético, enfocados a ordenar la conducta (Geertz 2003, 51). Así como las neuronas, existe una amplia variedad de culturas con distintas especialidades y formas, en constantes procesos de comunicación (Torres Alvarez 2020, 91).

Los neurogliocitos, células de soporte más relevantes del sistema nervioso, conservan unido el sistema central, unen y mantienen fijas a las neuronas y las protegen. Disminuyen la intensidad de efectos físicos y químicos que el resto del organismo puede generar a las neuronas. Suministran sus nutrientes y elementos químicos para la comunicación entre ellas, y eliminan los desechos de las neuronas muertas (Carlson 2006, 37-38). En la metáfora original se propuso verlos como los sistemas políticos, diplomáticos y sociales de nivel nacional y global (Torres Alvarez, 2020, 91-92). Sin embargo, al ser este artículo un producto de revisión de dicho trabajo, para su futura divulgación, es más acertado plantearlos como el conjunto de dispositivos o estructuras sociopolíticas encargadas de ejecutar políticas públicas, acuerdos institucionales, internacionales y diplomáticos.

El hipotálamo, con múltiples núcleos, controla el sistema nervioso neurovegetativo, el sistema endocrino y coadyuva en lo que se conoce como conductas típicas de especie: lucha, alimentación, reproducción, sueño, entre otras. También se relaciona con la producción de hormonas (Carlson 2006, 93-94). Su complejidad y multiplicidad de funciones lo vuelven difícil de colocar en un espacio definitivo dentro de la metáfora. La propuesta es verlo como la diversidad de elementos que engloban la modernidad y el mercado global. Está representado por agentes privados, pero con la capacidad de incidir en el comportamiento humano y político (Torres Alvarez 2020, 92).

Leff sostiene que la globalización se ha caracterizado por priorizar la racionalidad económica, en cuyos procesos incluso se ha desnaturalizado a la naturaleza, debido a que se la ha mercantilizado (Leff 2005). Esto, en otras palabras, hace referencia a la fuerza transformativa del capital y del mercado global con respecto a la naturaleza. Por ejemplo, megaproyectos turísticos de gran impacto, inversión y plusvalía, como el caso de Cabo San Lucas.

Al Uróboro también se le dotó de un cerebro (Torres Alvarez 2020, 93), donde todos los elementos se articulan e interrelacionan; donde coexisten fuerzas, agentes, personas, culturas e instituciones pertenecientes a diversas escalas. En el mundo

globalizado, múltiples posibilidades de convergencias e intersecciones tienen la capacidad de generar o materializarse en una amplia variedad de fenómenos o formas, como se aprecia en las reflexiones de David Harvey (2005), Charles Hale (2003) y Ulrich Beck (2002), al igual que de Enrique Leff (2005).

Por último, aparecen tres elementos del Uróboro que se pueden sintetizar aún más. El primero es la boca y los dientes. Representan la materialización de los diversos procesos de la cultura, además de sus acciones, apropiaciones y expresiones. Son los que pueden morder, o no, de forma desgarradora, letal o superficial.

El segundo es la estructura ósea, símbolo de los recursos no renovables. Estos últimos pueden llevar a condiciones sin retorno, tras puntos alarmantes de estrés y perturbación. Si se agotan, no existe forma natural de recuperarlos. Si llega dicha perturbación, es posible acoplar elementos no naturales (prótesis, si se habla del elemento óseo del Uróboro), o invenciones químicas y/o tecnológicas. Los términos socioambientales que evoca la metáfora permiten considerar los avances desde la perspectiva de la modernización ecológica.

El tercer elemento es el cuerpo. Incluye la piel y el organismo de la figura fantástica en mención. Su sistema inmune le ayuda a sanar, siempre y cuando se siga un determinado proceso o cuidado. De lo contrario, puede llevar a otras consecuencias negativas, como infecciones. Se propone verlo como los recursos naturales renovables. Si bien tiene un mecanismo homeostático, no posee la capacidad absoluta de mantener los riesgos al margen, pero responde ante cualquier perturbación externa (Torres Alvarez 2020, 93).

Al Uróboro, por lo general, se le representa mordiendo su propia cola. En otras palabras, se corroe a sí mismo. Al morderse, puede ser dinámico; tiene la capacidad de avanzar, retroceder o mantenerse en el mismo sitio, según sea su comportamiento. La metáfora sirve para visualizar que en el cerebro (el mundo globalizado en todo el sentido de la palabra) acontecen una serie de complejos fenómenos que permiten, facilitan, posibilitan, ordenan o prohíben a los dientes (las expresiones culturales) dirigirse a su propia cola y morderla.

En gran medida, mucho de lo que sucede en el cerebro determina la fuerza o velocidad con la que los dientes perturban, avanzan o retroceden sobre su propio cuerpo. En una situación desenfrenada y desregularizada, la boca avanza por todo el cuerpo hasta llegar a la nuca y propicia un ataque letal a sí mismo. Un avance medido y regularizado le facilita al Uróboro recuperarse y no verse en la necesidad de llegar a un punto crítico de vida o muerte. Pero aún hay otra opción, el retroceso de la propia boca y, eventualmente, no solo la recuperación, sino la regeneración de la propia figura fantástica. Las tres dinámicas descritas son solo un panorama generalizado, aunque pueden presentarse otras y en distintos niveles. Esta metáfora pone en perspectiva a la humanidad en general, globalizada, que opera e influye en la composición del mundo que habita.

## Estudio de caso: Cabo Pulmo

Cabo Pulmo es una localidad al norte de México, en el estado de Baja California Sur. Es una subdelegación política que pertenece al municipio de Los Cabos y está ubicada en lo que se conoce como Cabo del Este que, en gran medida, se encuentra delimitado por el Mar de Cortés o Golfo de California. Dentro de los asentamientos que conforman la región hay una antigua ranchería, también conocida como Cabo Pulmo. La población se dedicó a la búsqueda perlera y la pesca, como otras en la región; no obstante, en las últimas décadas, fue la primera en la zona en transitar hacia una economía basada en el ecoturismo. Para ello, fue necesaria la articulación de diversos factores que coadyuvaron a la consolidación de dicho proyecto.

Cabo Pulmo tiene un arrecife especial frente a sus costas. Cuenta con la cobertura coralina más grande del Golfo de California y tiene unos 20 000 años de antigüedad (lo que lo convierte en uno de los más viejo del Pacífico americano). En él habitan 11 especies de corales hermatípicos, una amplia variedad de moluscos y peces de visita temporal o en situaciones migratorias (Arizpe Covarrubias 2008, 62-64). Es parte de los distintos elementos que conforman el Patrimonio Natural de la Humanidad, bajo la categoría de Islas y Áreas Protegidas del Golfo de California de la UNESCO. También es considerado sitio RAMSAR, distintivo que se otorga a los humedales de importancia internacional.

Los habitantes de Cabo Pulmo tenían como actividades económicas principales la búsqueda de *pinctada mazatlanica*, conocida como madreperla (Nuñez Gonzalí 2006, 34), y la pesca en distintas expresiones: autoconsumo, comercial y turística (Gámez 2008; Barrera Osuna 2016); en ocasiones, complementada por la ganadería. De estas tres actividades, la pesca solía ser la más popular. A partir de testimonios locales, se supo que algunos de ellos, sobre todos los de mayor edad (que crecieron mucho antes de que se consolidara el proyecto ecoturístico local), habitaban en distintas zonas, según las temporadas de pesca, entre Cabo Pulmo y algunas islas del Pacífico como Bahía Magdalena, Cabo San Lázaro y Puerto Cortés (R. Castro, habitante de Cabo Pulmo, 15 de enero de 2019).

La pesca sin regulación terminaría por llevar a los habitantes a un punto crítico. A finales de la década de los ochenta y principios de los años noventa comenzó a presentar un importante declive, hasta volverse insostenible. Casi al mismo tiempo, algunos investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) exploraban el arrecife. En sus estancias solían convivir con algunos de los habitantes y empezaron a dar pláticas de sensibilización sobre la importancia de sus recursos naturales locales, como se aprecia en las entrevistas en profundidad realizadas (I. Cañedo, habitante de Cabo Pulmo, 16 de enero de 2019; R. Castro, habitante de Cabo Pulmo, 15 de enero de 2019; M. Castro, habitante de Cabo Pulmo, 13 de enero de 2019).

Otro factor importante en la consolidación del proyecto de conservación llegó desde la política nacional. En el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 6 de junio de 1995 (Gobierno Federal 1995) se publicó el decreto del entonces presidente Ernesto Zedillo Ponce de León a través del cual Cabo Pulmo pasó a ser Área Natural Protegida con el carácter de Parque Marino Nacional. Un lustro después, en el DOF del 7 de junio de 2000, Julia Carabias Lillo, titular en turno de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, anunció de manera oficial la implementación de algunas modificaciones categóricas, por lo que quedó como Parque Nacional Cabo Pulmo. De este nombre, el actual, desapareció la palabra “marino” sin traer consigo alteraciones jurídicas de fondo ni en la dinámica social. Fue un ajuste derivado de la norma vigente en ese año (Gobierno Federal 2000). Como resultado de ello, pasó a ser una zona administrada por la Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (CONANP).

Con la aplicación de esta medida política se normaron algunas de las actividades en la demarcación, y se facilitó la disposición de recursos para su cuidado y la aplicación de programas sociales. Dentro de las más destacadas estuvo la creación de un polígono donde se prohibió todo tipo de pesca. Con el tiempo, esto permitió la recuperación y repoblación de especies marinas en el arrecife y, con esto, la necesidad de un giro en la actividad comercial. Allí encajó el proyecto de ecoturismo, que cobró una importante carga discursiva en materia de conservación. La crisis pesquera y la consolidación del área natural protegida fueron medulares en la reconfiguración cultural que, bajo el discurso y la práctica de la conservación, derivó en un giro sustentable que también se articuló con otras dos categorías: territorio e identidad.

Hablar de ambos conceptos implica una breve contextualización. Para el año 2018, el 80 % del turismo nacional se concentraba en Cancún, Riviera Maya, Los Cabos, Puerto Vallarta-Riviera Nayarit y Ciudad de México (Secretaría de Turismo 2018). Cabo Pulmo es una subdelegación de Los Cabos, municipio de Baja California Sur. En 2015, el 61,1 % de su turismo provenía del extranjero (Gobierno del estado de Baja California Sur 2015). No es de extrañarse que, durante el periodo de enero de 2018 a noviembre de 2019, el aeropuerto de Los Cabos sería, a escala nacional, el tercero con más visitantes de otros países, solo por debajo de Cancún y Ciudad de México (Secretaría de Turismo 2019). Se estima que el 40 % de la economía del estado depende del turismo, con mayor énfasis en los municipios de Los Cabos y La Paz (Angeles, Gámez e Ivanova 2012, 105).

La zona en mención se encuentra distante de la cabecera municipal, pero no está del todo aislada. A su alrededor fluctúan diversos intereses. Entre ellos, los económicos, que con recurrencia han buscado consolidar proyectos hoteleros, en su mayoría, y otros como una planta desaladora, complejos residenciales y campos de golf. Cabo Pulmo está atravesado por diversas pugnas en torno a megaproyectos turísticos entre el capital global y los habitantes.



El primero de ellos ocurrió en el año 2008, cuando se presentó el proyecto de Cabo Cortés a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), que pretendía ocupar 3814,645 hectáreas. Consistía en lotificación de la tierra, construcción de hoteles, condominios, villas, marina, club de playa, restaurantes, bares, campo de golf y una planta desaladora (GRE Hansa Baja Investments S. de R.L. de C.V. 2008). Esto alertó a los habitantes. En colaboración con organizaciones no gubernamentales locales, nacionales e internacionales (entre ellas *Greenpeace*), se movilizaron y lograron detener el proyecto en 2011. Pero tras una apelación de los inversionistas se reactivó y fue detenido en 2012 (BBC 2012; Aristegui Noticias 2012).

No obstante, los socios (entre ellos la Caja de Ahorros del Mediterráneo y la constructora española Hansa Urbana) sostuvieron que el proyecto debía reajustarse en términos de sustentabilidad económica, ambiental y turística (Camarena 2012). Así se logró detener de manera temporal una iniciativa que buscaba construir alrededor de 30 692 habitaciones hoteleras o el equivalente a 10 230 viviendas, si se hace una conversión de tres a uno (GRE Hansa Baja Investments S. de R.L. de C.V. 2008, 11).

En el mismo año, 2012, las alarmas volvieron a encenderse en los pobladores del Parque Nacional de Cabo Pulmo, por un nuevo megaproyecto que se presentó a la Semarnat bajo el nombre de Los Pericúes. El nombre fue tomado, paradójicamente, de uno de los grupos étnicos que habitaron la región de Los Cabos. Pretendía ocupar 3769,496 (45,149 hectáreas menos que Cabo Cortés) e incluía 3450 habitaciones hoteleras más 6 650 unidades residenciales (La Rivera Desarrollos BCS S. de R.L. de C.V. 2012, 3-5).

Si se homologa la cifra con la conversión de las residencias en habitaciones hoteleras, como en el proyecto anterior (con un factor de conversión de tres a uno), con fines comparativos, se tendría un total de 23 450 cuartos de hotel (7 242 menos que Cabo Cortés). No obstante, el mismo año fue frenado, en gran medida, gracias a la respuesta articulada entre habitantes y organizaciones de la sociedad civil de distintas escalas y procedencias, en la que se ahonda más adelante.

Luego, apareció un tercer megaproyecto bajo el nombre de Cabo Dorado, encabezado por la misma empresa que buscó impulsar Los Pericúes, proyectado para 3770,05 hectáreas (poco más de una hectárea mayor que Los Pericúes y 44,145 hectáreas menos que Cabo Cortés). Se buscó construir 4020 habitaciones hoteleras distribuidas en ocho hoteles y 6061 casas (La Rivera Desarrollos BCS S. de R.L. de C.V. 2014, 9). Con la misma conversión que en los anteriores, se trata de un total de 22 203 cuartos de hotel (1247 menos que Los Pericúes y 8489 menos que Cabo Cortés).

Su destino fue el mismo que el de sus antecesores: se enfrentó a una dura defensa “de más de cien científicos, organizaciones civiles y habitantes de la comunidad de la región de Cabo del Este” (*Greenpeace* 2014). Los principales inversionistas, provenientes de China y EE. UU., a través de *Glorious Group* y *Sansong International Trade Group*, anunciaron la cancelación del proyecto debido a la presunta preocupa-

ción por el impacto que Cabo Dorado podría tener en el medio ambiente (Valdez 2014). El proceso incluso fue respaldado por el poder legislativo, pues en el mismo año, el entonces diputado Fernando Zárate Salgado presentó una iniciativa en la que exhortó a la Semarnat a suspender los permisos a Cabo Dorado, si no se entregaba la manifestación de impacto ambiental, para el proyecto que se construiría dentro del área natural protegida (Senado de la República 2014).

La transición de una economía basada en la pesca a otra sostenida por el ecoturismo, además de la defensa del territorio *per se*, son coyunturas que transformaron sus procesos de territorialización. Entiéndase el territorio como la forma de apropiarse y representar el espacio de forma abstracta o concreta (Raffestin 2011; Bello 2011; Giménez Montiel 2005), asúmase como un sistema complejo que articula a los actores sociales y el espacio que utilizan, desarrollan y administran (Moine 2006, 126). Previo a esto, su vínculo con el territorio era distinto, estaba encabezado por la pesca y búsqueda perlera. No obstante, la primera de las coyunturas puso en entredicho su arraigo tradicional. Llevó a los lugareños a cuestionarse y, con el tiempo, a cambiar a un estilo de vida permeado por la conservación y sustentabilidad, que se volvió medular en la segunda coyuntura (las defensas del territorio), debido a que el discurso proambiental no se contradujo con el propio devenir de la localidad.

Por otro lado, el hecho de que los habitantes, los académicos y las organizaciones civiles hayan logrado articularse a un frente unido contra la inversión no sustentable en la región, fue indispensable para la actual configuración del paisaje, donde aún imperan la vista natural sin gran intervención de infraestructura, comparado, por ejemplo, con Cabo San Lucas, la parte más turística del municipio. Esto evitó que en Cabo Pulmo sucediera un fenómeno al que se ha llamado “cancunización”. Un proceso acelerado a través del cual se impulsan grandes cambios al uso de suelo, con énfasis en la industria hotelera, que promueve una destrucción acelerada de los recursos naturales (Castillo-Pavón y Méndez-Ramírez 2017, 110).

La comparación expone la función de la metáfora del Uróboro, donde escenarios locales, pertenecientes al mismo municipio, se insertan en el mundo globalizado y, en consecuencia, la globalización misma se puede expresar de distintas maneras en dichos escenarios. Así se convierten en escenarios no opuestos, sino complementarios del mundo. Este proceso también incluye aspectos identitarios, porque se ha construido una proyección individual y colectiva en los últimos años, que se reafirma en el orden discursivo, no solo a partir de la conservación, sino de la diferencia con otras ofertas turísticas en la región (fotografías 1 y 2).

Fotografía 1. Vista de Cabo Pulmo, Los Cabos



Fuente: autor.

Fotografía 2. Marina de Cabo San Lucas, Los Cabos



Fuente: autor.

La vinculación de organizaciones civiles, instituciones y habitantes fue medular para enfrentar a los megaproyectos. Aún en la actualidad, conscientes del alto potencial de la región en materia turística, existe una coalición llamada Cabo Pulmo Vivo. Esta reúne a organizaciones locales, como Amigos Para la Conservación de Cabo Pulmo; regionales, como *Wildcoast*, Defensa Ambiental del Noreste, Niparáj; nacionales, como el Centro Mexicano de Derecho Ambiental o Pro Natura; y centros académicos como la UABCS y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Incluso se integran algunas organizaciones internacionales

como *Legacy Works Group*, *Center for Biological Diversity*, *The Nature Conservancy*, *Pelagios Kakunjá Marine Conservation* y la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente.

La coalición evidencia que la globalización no se presenta solo en forma depredadora o extractivista. Es decir, de la misma forma que Charles Hale (2003) mira el otro lado de la moneda, mediante el multiculturalismo neoliberal. Ello, por supuesto, no corresponde a un enfoque de oposición binaria de posturas “buenas” o “malas”. A través de esta idea, se evidencian las distintas formas en las que las instituciones neoliberales pueden incidir en los grupos sociales y sus escenarios locales; lo cual no habla de un neoliberalismo mejor o peor, sino de una manera diferente de mirarlo y al impacto que genera.

El estudio de caso expone algo similar, pero orientado hacia la conservación. Así, muestra un escenario local cuyos habitantes están articulados con agentes de distintas escalas, sobre todo con organizaciones no gubernamentales de diferentes presencias y alcances (local, estatal, regional, nacional e internacional) y con posturas proambientales. La intención es hacer frente a la iniciativa privada y sus intenciones de llevar a cabo proyectos turísticos de alto impacto.

Hoy los pulmeños están conscientes de que su principal atractivo turístico es la conservación y una mayor experiencia natural. Esa es la parte que, al menos en la narrativa local, los vuelve distintos a la oferta e infraestructura turística de Cabo San Lucas. Por eso el lugar ha sido acondicionado a una oferta discreta, basada en búngalos, cabañas u hoteles pequeños, en comparación con otras regiones. En las calles es posible encontrar botes de basura para cinco distintos tipos de residuos (plástico, metal, vidrio, papel y pilas); incluso los prestadores de servicios ecoturísticos organizan jornadas de limpieza y cuidado de las playas y del arrecife. Es decir, una vez cambiado el pilar de su economía, vinieron consigo algunos efectos positivos en materia ambiental, derivado de una nueva forma local de relacionarse con su entorno natural.

Cabo Pulmo fue decretado Parque Nacional en junio de 1995, y es un caso muy inusual de una comunidad que elige por sí misma dejar de pescar y proteger un área. La recuperación en estos años ha sido un caso de éxito a nivel internacional. Tras casi dos décadas de protección, esta comunidad es la protagonista de una historia muy distinta a lo que ocurre en otros sitios de la región: este ecosistema se ha recuperado y muestra hoy condiciones muy alejadas a otros sitios del Golfo de California, donde el deterioro es evidente (Senado de la República 2014).

La búsqueda de alternativas económicas y la eventual transición a un modelo de ecoturismo son en sí mismas respuestas adaptativas ante una crisis ambiental específica (el agotamiento de los recursos pesqueros). Esta reconfiguración trajo consigo cambios socioculturales en los habitantes de la localidad, quienes, en colaboración con múltiples organizaciones, transitaron por un proceso de adaptación que, hasta

hoy, rinde frutos. No obstante, a partir de la información obtenida en entrevistas, se supo que los pobladores están conscientes de que, una vez que cambien los marcos jurídicos a través de los cuales se ha defendido el territorio, el proyecto local podría fracturarse o hasta destruirse (R. Castro, habitante de Cabo Pulmo, 15 de enero de 2019).

Cabo Pulmo y los pulmeños desarrollan, desde hace poco más de dos décadas, un ejercicio adaptativo en respuesta a su crisis pesquera. Han constatado una recuperación paulatina del arrecife y su fauna marina. En la actualidad, uno de los tópicos que engloba el cambio climático es la noción de adaptación a los cambios que traerá consigo, los cuales serán desiguales y se visibilizarán en función de diversas características naturales y socioculturales.

### Consideraciones finales

Los impactos del cambio climático pueden diferir de manera notable entre un escenario o grupo social y otro. Dependen en gran medida de las particularidades de su propio devenir histórico (individual y colectivo) y geográfico. El caso de Cabo Pulmo permite ver un punto de convergencia positivo en materia de conservación, anclado a un proceso de adaptación a una crisis concreta, que ha articulado esfuerzos locales, nacionales e internacionales, sin los cuales dicho fenómeno no podría ser entendido.

Se ha señalado la coexistencia de fuerzas y agencias de distintas escalas, y de sus repercusiones en escenarios locales. Esa condición se ha acelerado con los procesos de globalización que operan en muchos de los fenómenos sociales locales, relacionados con el cambio climático y los conflictos socio-territoriales. Los grupos sociales y sus escenarios locales pueden ser el resultado de la convergencia de fuerzas multiescalares, cuyo impacto cambiará a partir de cómo coexisten dichas fuerzas. En el caso de Cabo Pulmo, a favor de la conservación y la adaptación.

Los habitantes de Cabo Pulmo y su cultura representan una neurona del Uróboro, metáfora aún en desarrollo. Su proceso de adaptación está relacionado con la conservación, pero es solo una parte del todo. Los neuroglíocitos tienen múltiples representaciones, como el convenio donde se clasificó sitio RAMSAR y el nombramiento de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Esto ha visibilizado la importancia del arrecife y la región, así como los esfuerzos nacionales e internacionales de la sociedad civil y la academia que cobijaron la causa. El Estado mexicano también brindó su ayuda, con el nombramiento de Área Natural Protegida y los incentivos al esfuerzo de una neurona o cultura local. El propio Estado funge como un agente indispensable en la prohibición legal de los desarrollos, y es de quien depende una posible aprobación que vulnere la región.



El hipotálamo está representado por la sed del capital global, en su recurrente deseo de edificar su megaproyecto turístico, zonas residenciales y la planta desalinizadora, a sabiendas de la potencial riqueza que podría captar. A ello se suma la mercantilización del paisaje natural para la experiencia de los turistas. El cerebro es donde todo coexiste, es decir, el mundo globalizado donde una cultura local busca mantener un proyecto protegido, pero también asediado por fuerzas cuya prioridad no es la conservación o adaptación al cambio climático. A su vez, está inserto en sociedades dependientes de combustibles fósiles, indispensables no solo para el motor de los coches, sino de las lanchas para buceo y snorkel que usan en Cabo Pulmo, cuyas actividades ordinarias y extraordinarias tienen una huella ecológica considerable.

La boca y los dientes superan a una sola neurona y dependen de distintas funciones del cerebro. Dentro del contexto local, el diente que podría representar la neurona de los pulmeños puede no intoxicar o desgarrar el cuerpo, pero es solo uno de los muchos que componen las fauces del Uróboro.

La estructura ósea puede no vincularse de forma positiva con el caso de estudio; como ya se señaló, depende de combustible para sus vehículos acuáticos y terrestres. Va más allá de un esfuerzo local, pues depende de una parte de la estructura global y del uso del agua para labores domésticas y consumo. Dada la ausencia de infraestructura en la localidad, el agua se extrae todavía de pozos. El resto del cuerpo sí logró recuperar al menos una parte, es decir, el arrecife y el paisaje (Torres Alvarez 2020, 159-162).

Si bien el estudio de caso puede parecer alentador respecto a la capacidad de adaptación a la crisis ambiental local dentro del mundo globalizado, resulta necesario entender que hay muchas variables que trascienden su propio alcance. Aunque los habitantes de Cabo Pulmo han demostrado un tipo de reacción o respuesta, están limitados por elementos sistémicos y estructurales que atraviesan gran parte del mundo contemporáneo, como la lógica de la ganancia, el turismo, el capital, las políticas públicas y la globalización misma. Actúan dentro de sus posibilidades, pero limitados hasta cierto punto por un marco sobre el cual no tienen injerencia. Como reconoció uno de ellos, el proyecto ha triunfado porque las legislaciones han jugado a su favor, pero eso puede cambiar en cuanto cambien las políticas públicas.

Como se puede apreciar, las dificultades de afrontar el cambio climático yacen en que es un fenómeno complejo, multifactorial y multiescalar, que demanda transformaciones en distintas instituciones y agencias, desde lo global hasta lo local.

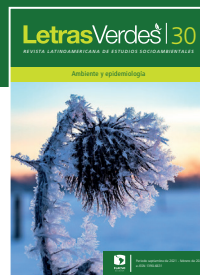


## Bibliografía

- Angeles, Manuel, Alba E. Gámez y Antonia Ivanova. 2012. “Baja California Sur: crecimiento turístico y desarrollo humano”. *Revista de Economía, Sociedad, Turismo y Medioambiente* 14: 103-125.
- Aristegui Noticias. 2012. “Cancela FCH proyecto que afecta a Cabo Pulmo”. 15 de junio. <https://bit.ly/3pcwFFK>
- Arizpe Covarrubias, Óscar. 2008. “Caracterización del arrecife coralino de Cabo Pulmo”. En *Turismo y sustentabilidad en Cabo Pulmo, B.C.S.*, editado por Alba E. Gámez, 53-74. Baja California Sur: SDSU / UABCS / CONACYT.
- Barrera Osuna, Félix Alberto. 2016. “Los conflictos socioterritoriales y ambientales en Cabo Pulmo, Baja California Sur: el dilema entre la conservación y el turismo”. Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte.
- BBC. 2012. “México cancela el polémico megaproyecto de Cabo Cortés en Cabo Pulmo”. 15 de junio. <https://bbc.in/3vjxSMs>
- Beck, Ulrich. 2002. *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI.
- Bello, Álvaro. 2011. “Espacio y territorio en perspectiva antropológica. El caso de los purhépechas de Nurío y Michoacán en México”. *Cultura, Hombre y Sociedad CUHSO* 21 (1): 41-60. <https://bit.ly/3aN80zg>
- Camarena, Salvador. 2012. “México cancela un megaproyecto de la CAM para urbanizar una zona protegida”. 15 de junio. <https://bit.ly/2XkH8U3>
- Carlson, Neil R. 2006. *Fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson Addison-Wesley.
- Castillo-Pavón, Octavio, y José Juan Méndez-Ramírez. 2017. “Los desarrollos turísticos y sus efectos medioambientales en la Riviera Maya, 1980-2015”. *Quivera* 19: 101-118.
- Cohen, Maurie J. 2000. “Ecological modernization, environment knowledge and national character: A preliminary analysis of the Netherlands”. En *Ecological Modernisation Around the World: Perspectives and Critical Debates*, editado por Arthur P. J. Mol y David A. Sonnenfeld, 77-107. Essex: Frank Cass.
- Crutzen, Paul J., y Eugene F. Stoermer. 2000. “The ‘Anthropocene’”. *Global Change Newsletter* 41: 17-18.
- Eakin, Hallie, Luis A. Bojórquez-Tapia, Marco A. Janssen, Matei Georgescu, David Manuel-Navarrete, Enrique R. Vivoni, Ana E. Escalante, Andres Baeza-Castro, M. Mazari-Hiriart, y Amy M. Lerner. 2017. “Urban resilience efforts must consider social and political forces”. *PNAS* 114 (2): 186-189. [doi.org/10.1073/pnas.1620081114](https://doi.org/10.1073/pnas.1620081114)
- Fisher, Dana R., y William R. Freudenburg. 2001. “Ecological Modernization and Its Critics: Assessing the Past and Looking Toward the Future”. *Society & Natural Resource: An International Journal* 14 (8): 701-709. [doi.org/10.1080/08941920119315](https://doi.org/10.1080/08941920119315)
- Gámez, Alba E. 2008. “Turismo y sustentabilidad a la vera de áreas naturales protegidas”. En *Turismo y sustentabilidad en Cabo Pulmo, B.C.S.*, editado por Alba E. Gámez, 11-30. Baja California Sur: SDSU / UABCS / CONACYT.
- Geertz, Clifford. 2003. *La interpretación de las culturas*. Barcelona: Gedisa.

- Giménez Montiel, Gilberto. 2005. "Territorio e identidad. Breve introducción a la geografía cultural". *Trajectorias* VII, 17: 8-24.
- Gobierno del estado de Baja California Sur. 2015. *Baja California Sur, Informe Estratégico*. Baja California Sur: Gobierno del estado de Baja California Sur.
- Gobierno Federal. 1995. "DECRETO por el que se declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Cabo Pulmo, ubicada frente a las costas del Municipio de Los Cabos, B.C.S., con una superficie de 7,111-01-00 hectáreas", <https://bit.ly/3pfYOMa>
- Gobierno Federal. 2000. "ACUERDO que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaraciones de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal", <https://bit.ly/2YW5LXQ>
- GRE Hansa Baja Investments S. de R.L. de C.V. 2008. "Datos generales del proyecto de Cabo Cortés", <https://bit.ly/3mA25UM>
- Greenpeace. 2014. "Cabo Dorado se va... pero no del todo", <https://bit.ly/31cPjTY>
- Hajer, Maarten A. 1995. *The Politics of Environmental Discourse: Ecological Modernization and the Policy Process*. Oxford: Clarendon Press.
- Hale, Charles Reuben. 2003. "Neoliberal Multiculturalism: The Remaking of Cultural Right and Racial Dominance in Central America". *PoLAR* 28 (1): 10-28.
- Harvey, David. 2005. "El 'nuevo' imperialismo: acumulación por desposesión". En *Socialist Register 2004*, editado por Leo Panitch y Colin Leys, 99-129. Buenos Aires: CLACSO.
- Huber, Joseph. 1985. *Die Regenbogengesellschaft. Ökologie und Sozialpolitik*. Frankfurt: Fisher.
- Huber, Joseph. 1991. *Unternehmen Umwelt. Weichenstellungen für Eine ökologische Marktwirtschaft*. Frankfurt: Fisher.
- La Rivera Desarrollos BCS S. de R.L. de C.V. 2014. "Resumen ejecutivo, Cabo Dorado: MIA-R", <https://bit.ly/2ZOyNt6>
- La Rivera Desarrollos BCS S. de R.L. de C.V. 2012. "Resumen ejecutivo: proyecto 'Los Pericúes' 03BS2012T0003, manifestación de impacto ambiental modalidad regional del proyecto de urbanización y servicios del 'Proyecto Los Pericúes'", <https://bit.ly/3nSC6aL>
- Leff, Enrique. 2005. "La Geopolítica de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza". Presentación en *Seminário Internacional REG GEN: Alternativas Globalização*, Hotel Gloria, Río de Janeiro, 8 al 13 de octubre. <https://bit.ly/3aOo0AU>
- Lorenzen, Janet A. 2014. "Green Consumption and Social Change: Debates over Responsibility, Private Action, and Access". *Sociology Compass* 8 (8): 1063-1081. <https://doi.org/10.1111/soc4.12198>
- Meerow, Sara, Joshua P. Newell y Melissa Stults. 2016. "Defining urban resilience: A review". *Landscape and Urban Planning* 147: 38-49. [doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011)

- Moine, Alexandre. 2006. "Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie". *L'Espace géographique* 35(2): 115-132. <https://doi.org/10.3917/eg.352.0115>
- Mol, Arthur P. J. 1995. *The refinement of production*. Utrecht: Van Arkel.
- Núñez Gonzalí, Lorena. 2006. "Valoración socioambiental de los arrecifes coralinos en Cabo Pulmo, BCS y Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco". Tesis de maestría, Colegio de la Frontera Norte.
- Oltra, Christian. 2005. "Modernización ecológica y sociedad del riesgo". *Papers* 78: 133-149. [doi.org/10.5565/rev/papers/v78n0.891](https://doi.org/10.5565/rev/papers/v78n0.891)
- Raffestin, Claude. 2011. *Por una geografía del poder*. Michoacán: El Colegio de Michoacán.
- Schnaiberg, Allan. 1980. *The Environment: From Surplus to Scarcity*. Nueva York: Oxford University Press.
- Schnaiberg, Allan, David N. Pellow y Adam Weinberg. 2002. "The treadmill of production and the environmental state". En *The Environmental State Under Pressure*, editado por Arthur P.J. Mol y Frederick H. Buttel, 15-32. Ámsterdam: Elsevier Science.
- Secretaría de Turismo. 2018. "Principales destinos turísticos internacionales de México sin restricción de viaje: nuevo sistema de recomendación de EU", <https://bit.ly/3pX8SKp>
- Secretaría de Turismo. 2019. "Visitantes internacionales por vía aérea por principal nacionalidad". <https://bit.ly/3FWPl2f>
- Senado de la República. 2014. "GACETA: LXII/2SPR-5/47736". <https://bit.ly/30FzpBz>
- Spaargaren, Gert, y Arthur P. J. Mol. 1992. "Sociology, environment, and modernity: Ecological modernization as a theory of social change". *Society & Natural Resources* 5 (4): 323-344. [doi.org/10.1080/08941929209380797](https://doi.org/10.1080/08941929209380797)
- Torres Alvarez, Sebastian. 2020. "Cultura y Cambio Climático Antropogénico. Territorio e identidad en habitantes de Cabo Pulmo". Tesis de maestría, Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Valdez, Roberto. 2014. "Cancelar proyecto turístico en Cabo Pulmo". *Milenio*, 30 de mayo. <https://bit.ly/3aK52f1>
- Weinberg, Adam, David N. Pellow y Allan Schnaiberg. 2000. *Urban Recycling and the Search for Sustainable Community Development*. Princeton: Princeton University Press.



## Condiciones de exposición y sensibilidad de la comunidad La Barra frente a los fenómenos meteorológicos extremos

### Exposure Conditions and Sensibility of the La Barra Community Face to Extreme Meteorological Phenomena

 Luz-Carina Durán-Solarte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO Ecuador), carina.duran.s@correounivalle.edu.co, orcid.org/0000-0001-5047-5352

 Ángel-Andrés Aguilar-González, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), angel.aguilar303.aa@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6963-4608

Recibido: 5 de diciembre de 2020

Aceptado: 15 de abril de 2021

Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

El presente artículo analiza las condiciones de vulnerabilidad de una comunidad pesquera frente a los fenómenos meteorológicos extremos agravados por el cambio climático. Se utiliza la metodología cualitativa, con apoyo en métodos geográficos, y con base en un estudio de caso: la comunidad afrodescendiente La Barra, localizada en el litoral Pacífico colombiano, en la desembocadura del río San Juan. Al existir un acceso limitado a la comunidad por sus condiciones geográficas, además de los requisitos de bioseguridad establecidos por la pandemia de COVID-19, se realizan un análisis documental y mapas multitemporales, a partir de imágenes satelitales, para visualizar los cambios espaciales de la línea costera de La Barra durante los años 2001, 2011 y 2019. Asimismo, se realizan entrevistas a expertos académicos y pobladores de la comunidad. La vulnerabilidad es entendida desde la escuela de pensamiento de la ciencia del cambio climático y la investigación sobre adaptación. Se concluye que no solo depende de los estímulos climáticos, sino también de las condiciones racializadas y marginalizadas de poblaciones afro ubicadas en territorios rurales aislados. De tal manera, la naturaleza social y política de los fenómenos meteorológicos puede transformarlos en eventos catastróficos para poblaciones vulnerables.

**Palabras clave:** acreción; cambio climático; erosión costera; exposición; fenómenos meteorológicos extremos; sensibilidad

#### Abstract

This article analyses the vulnerability conditions of a fishing community facing the extreme meteorological phenomena aggravated by climate change. The methodology is qualitative, supported by geographic methods, based on the case study of the “La Barra afro-descendant community”, located in the Colombian Pacific Coast, in the mouth of San Juan River. As there is limited access to the community due to its geographical conditions, besides the biosecurity requirements due to the COVID-19 pandemic, a documentary analysis, as well as multi-temporal maps based on satellite images, show the spatial changes on the coastline of La Barra, during the years 2001, 2011 and 2019. In addition to the above, interviews with academic experts and community residents are conducted. The term “vulnerability” is understood from the school of thought of climate change science and adaptation research. It is concluded that the vulnerability not only depends on climatic stimuli but also on the racialized and marginalized conditions of Afro populations located in isolated rural territories. In that way, the social and political nature of the meteorological phenomena could transform them in catastrophic events for vulnerable populations.

**Keywords:** accretion; climate change; coastal erosion; extreme meteorological phenomena; exposition; sensitivity



## Introducción

La presente investigación aborda las condiciones de exposición y sensibilidad frente a los fenómenos meteorológicos extremos (FME)<sup>1</sup> agravados por el cambio climático de la población afrocolombiana de La Barra, una zona rural costera al suroeste de Colombia. Para contextualizar el estudio, primero se debe entender que el cambio climático, al medirse por la elevación de la temperatura media del planeta y por el incremento de la concentración promedio de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) en la atmósfera, el 97 % de los científicos climatólogos a nivel mundial consideran que el aumento de CO<sup>2</sup> se debe a actividades antropógenas (Doran y Zimmerman 2009).

Desde la Revolución Industrial, las acciones humanas se han convertido en el principal motor del cambio ambiental global (Rockström et al. 2009). En tal sentido, el capitalismo industrial, al apuntar a un crecimiento económico ilimitado, acelera las excesivas emisiones de gases de efecto invernadero y la degradación ambiental. Esta crisis no es solo ambiental, sino también social y geopolítica, dado que los países ricos son los que más contaminan, y ello es responsabilidad de reducidos grupos de personas (Falconí 2017).

Al respecto, conviene decir que los impactos del cambio climático recaen, principalmente, sobre los países de bajos ingresos económicos y con mayor índice poblacional (Srinivasan et al. 2008). Al mismo tiempo, estos países sufren una mayor exposición a FME, pues poseen infraestructuras deficientes y un menor capital para el desarrollo de estrategias de adaptación (Alianza Clima y Desarrollo y ODI 2014).

En Colombia, las amenazas de origen hidrometeorológico ponen en entredicho las zonas costeras debido a su proceso de ocupación y uso del territorio. Afectan, sobre todo, a poblaciones con mayor vulnerabilidad socioeconómica (Campos et al. 2012). Tal es el caso de las comunidades rurales asentadas en el sistema de playas de Buenaventura, en el Pacífico Colombiano, que están en constante amenaza debido a las condiciones de riesgo de desastres por erosión costera, inundaciones y/o marejadas.

Ejemplos de lo anterior son las comunidades de El Choncho (Correa y González 2000; Correa y Restrepo 2002), La Plata (Orozco et al. 2007), Playa La Concepción y Chavica (Cifuentes, Rosero y Josephraj 2017), La Bocana (Coca y Ricaurte 2019b) y La Barra (Coca y Ricaurte 2019a; Galindo 2012; Sánchez 2014; Mammone 2019; Posada, Henao y Guzmán 2009).

De acuerdo con la revisión documental de La Barra, se identifica la necesidad de aportar al desarrollo del estado del arte con el análisis en profundidad de variables, de conjunto con la vulnerabilidad. Es decir, las condiciones de exposición y sensibilidad

1 El tiempo atmosférico en ocasiones presenta expresiones intensas momentáneas denominadas FME, que superan el límite máximo o mínimo del rango de los valores observados de una variable. Estos pueden durar minutos (vendaval, granizada), horas (niebla) o unos cuantos días (huracán). Los FME desencadenan otros fenómenos extremos como los hidrometeorológicos (crecientes y desbordamientos súbitos, inundaciones súbitas), hidrogeomorfológicos (deslizamientos, derrumbes y erosión costera) y meteomarineros (mar de leva, oleaje alto y marea de tempestad) (Pabón 2017).



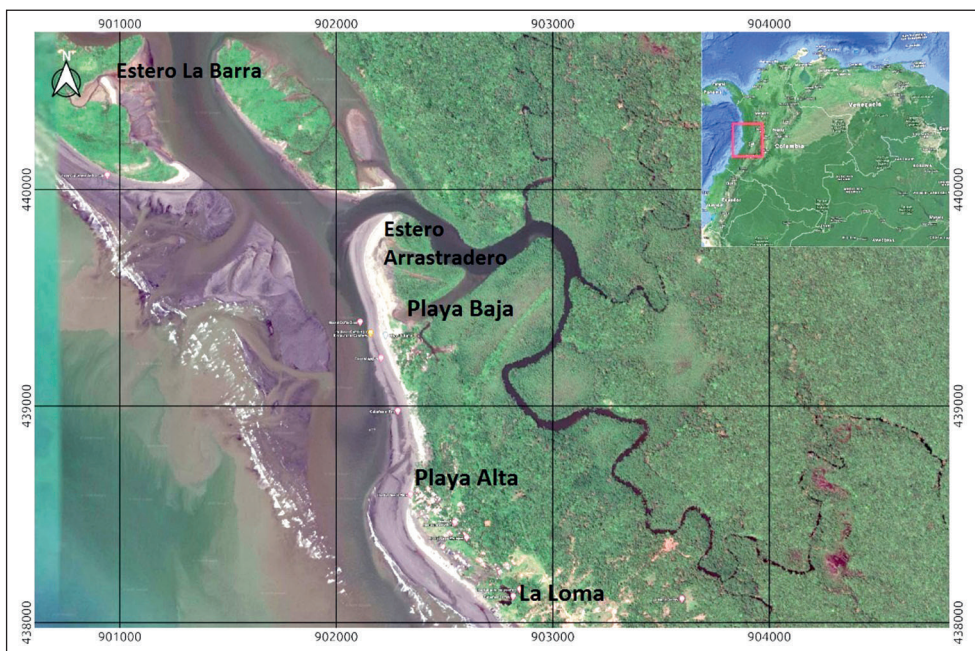
de la comunidad frente a los impactos causados por los FME agravados por el cambio climático, como la pérdida del territorio por la erosión costera, el aumento del nivel del mar y las marejadas. Uno de los argumentos principales es considerar que las condiciones socioeconómicas, unidas a los FME que ponen en riesgo el territorio de La Barra, amenazan su bienestar, puesto que los desastres generan pérdidas que impactan de manera adversa sobre la calidad de vida de la población y sus medios de subsistencia.

## Lugar de estudio

La Barra es una comunidad rural asentada en el sistema de playas de Buenaventura, en el Pacífico colombiano (Coca y Ricaurte 2019a). Se encuentra en el departamento de Valle del Cauca, población asentada en la península Malaguita, perteneciente al Parque Nacional Natural Urimba Bahía Málaga (Durán 2018). La Barra limita al norte con el estero La Barra, el estero Arrastradero y la playa La Concepción. Al sur limita con la comunidad de Ladrilleros (Posada, Henao y Guzmán 2009).

De acuerdo con el informe de Durán (2018), La Barra se caracteriza por la ubicación de infraestructuras de madera a lo largo de la playa y en gran parte de la zona selvática del lugar, por lo que conforma un caserío de tres sectores: La Loma, Playa Alta y Playa Baja (mapa 1).

Mapa 1. Ubicación de La Barra y sus sectores



Fuente: ESRI (2019). Elaboración propia.



## Metodología

El método de investigación que se emplea es el cualitativo, con apoyo de métodos geográficos, con una duración de un año. Dada la cuarentena obligatoria como medida sanitaria frente a la pandemia a causa del virus COVID-19, se optó por realizar una revisión de la literatura. Ello permitió describir las principales condiciones de exposición que enfrenta esta comunidad, como los FME agravados por el cambio climático y los aspectos geofísicos que han incidido en la erosión costera. Se analizaron más de 12 documentos.

A partir del estudio de Coca y Ricaurte (2019a), se corroboraron y actualizaron sus hallazgos sobre las dinámicas de cambio de las desembocaduras de los esteros que colindan con el asentamiento de La Barra. Para ello, se hizo un análisis visual de los cambios de la línea costera a partir de imágenes satelitales de 2001, 2011 y 2019, las cuales tenían mejor calidad visual y escasa nubosidad en el periodo de búsqueda 2000-2020.

Se realizó la combinación de tres bandas, con la finalidad de ver el contraste entre suelo y agua. Dicha combinación consiste en utilizar los Sistemas de Información Geográfica (Sig), en este caso, el programa QGIS, de licencia libre, para el procesamiento de las imágenes satelitales.

Con el fin de complementar el análisis multitemporal, se construyó una tabla que da cuenta de la proyección de la pérdida de territorio a causa de la erosión media por año. Coca y Ricaurte (2019a) realizaron este ejercicio hasta el 2015; en este caso, se amplió hasta el 2021.

La proyección conservadora consiste en una tasa de variación que representa el crecimiento o decrecimiento de una variable entre dos periodos de tiempo distintos (Levy 2012). A esto se lo conoce como tasa de crecimiento del periodo y se expresa en porcentaje el cambio total que ha tenido una variable entre dos fechas distintas (Grupo de Innovación Docente de Economía Aplicada 2016). Las variables para el estudio están en continuo cambio; en este caso, la tasa de erosión costera por año.

Posteriormente, se realizó una entrevista semiestructurada individual a seis investigadores que han realizado estudios en La Barra y conocen de cerca el territorio. Con ellos se estableció comunicación por medios electrónicos, y las entrevistas se realizaron de manera virtual.

En La Barra, se planificaron tres talleres para trabajar de forma colectiva con la comunidad, pero como medida de prevención ante el contagio de la COVID-19 (decisión tomada por la comunidad), se remplazaron con entrevistas semiestructuradas dirigidas a nueve interlocutores clave, identificados durante las conversaciones informales con los pobladores. Todas las entrevistas se transcribieron y categorizaron, y se realizó la codificación posterior a través del software para análisis de datos cualitativos ATLAS.ti. Las categorías se crearon a través de la identificación de las

palabras clave, para lo cual se las relacionó con un código (abreviatura de la idea temática) y luego se buscó la información en el software.

Las categorías y subcategorías se construyeron con base en Smit y Wandel (2006), Gallopín (2006) y Adger (2006). Estas son: a) exposición (FME que amenazan a las comunidades) y b) sensibilidad (pérdida de los lugares significativos e impactos sobre medios de vida locales). Todas las entrevistas fueron confidenciales, y los nombres de los entrevistados se han ocultado por mutuo acuerdo.<sup>2</sup>

Con el fin de conocer a escala del hogar las condiciones de exposición y sensibilidad, se aplicó un cuestionario a un adulto proveedor económico o encargado de las actividades de autoconsumo de su familia. Las preguntas indagaron sobre la composición del hogar, las fuentes de ingreso, el tipo de propiedad y los materiales de la vivienda, el sector de residencia y su exposición a los impactos de los FME.

Se pretendía lograr una muestra representativa por cada sector de La Barra, pero debido a la falta de disponibilidad de la gente para atender a foráneos que se perciben como posibles portadores de la COVID-19, tan solo se aplicaron diez cuestionarios.

Para seleccionar a los participantes, se acudió a un muestreo no probabilístico, tipo bola de nieve (Corbetta 2007). Los criterios de selección se basaron en un enfoque generacional y de género, acorde con los roles y funciones dentro de la comunidad, buscando una participación heterogénea de la población, como agricultores, piangueras,<sup>3</sup> pescadores, entre otros, además de su sector de residencia, factor que incide en el grado de exposición frente a los FME.

## Lineamientos teóricos

Birkmann (2013) entiende el término vulnerabilidad desde la escuela de pensamiento de la ciencia del cambio climático y la investigación de adaptación. En ese marco, la vulnerabilidad es definida en función de la exposición, la sensibilidad y las capacidades de adaptación, incluidas las características físicas del cambio climático y la variabilidad del clima. Tales conceptos se desarrollan en estrecha relación con los discursos de políticas sobre mitigación y adaptación al cambio climático.

La exposición es el grado y la duración en que el sistema está en contacto con, o sujeto a la perturbación (Adger citado en Gallopín 2006). En otras palabras, desde el IPCC (2018), la exposición se refiere a la presencia o ausencia de personas, medios de subsistencia, infraestructura, activos económicos, sociales o culturales, especies o ecosistemas, servicios y recursos medioambientales, que se ubican en entornos que podrían afectarse de forma negativa.

<sup>2</sup> Los códigos para referirse a los entrevistados son: EAOC, EBCR, ECMV, ECSM, EDFH, EDFH1, EEME, EFS, EGC, EHEV, EIPR, EJWR, EKYR, EKWI, ELMS, EMOR.

<sup>3</sup> Mujeres recolectoras de piangua o *Anadara tuberculosa*, un molusco abundante en los pantanos de manglar (Borda y Cruz 2004).

El área donde se ubica La Barra remite a una evolución natural de un sistema costero sensible y altamente cambiante frente al calentamiento global, el aumento del nivel del mar y los diversos factores (climáticos, oceanográficos, geológicos, fluviales y astronómicos) que inciden en el modelamiento costero, las inundaciones y las marejadas.

En las discusiones sobre el clima (IPCC 2018), la sensibilidad es el grado en que se ve afectado un sistema, ya sea de manera adversa o beneficiosa, por estímulos relacionados con la variabilidad o el cambio climático. El efecto puede ser directo o indirecto. De tal manera, la sensibilidad es el grado en que el sistema se modifica o afecta por una perturbación interna o externa o por un conjunto de perturbaciones (Gallopín 2006; 2003).

Por consiguiente, para el análisis del estudio de caso de La Barra se describe en términos cualitativos el grado de afectación que han generado los FME agravados por el cambio climático sobre el territorio (infraestructura y espacios colectivos) y sus medios de vida.

La adaptación es el grado en el que se pueden moderar o reducir los impactos negativos del cambio climático, o darse cuenta de los efectos positivos, para evitar el peligro (Gallopín 2006). En el régimen internacional del cambio climático, en el glosario del tercer informe (2001) del IPCC, aparece el concepto de adaptación, definido como “ajuste de sistemas naturales o humanos, en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos o a sus efectos, que modera los daños o explota oportunidades provechosas” (IPCC 2001, 77). En este artículo se omite el análisis de la capacidad de adaptación.

## Resultados

### Condiciones de exposición de la comunidad de La Barra frente a los FME

Las indagaciones durante el análisis documental establecen una relación entre los procesos erosivos de la costa del Pacífico colombiano y el fenómeno de El Niño (Morales et al. 2002; Tejada et al. 2003; Samaniego 2009), al generar un aumento del nivel medio del mar sobre la costa oeste de Suramérica, e incrementar las lluvias del sector sur de la costa del Pacífico colombiano.

Esos factores contribuyen a una mayor elevación de las mareas altas, lo que provoca inundaciones en las partes que están por debajo del nivel del mar y acelera los procesos erosivos. Tal es el caso de las zonas costeras de Tumaco, Buenaventura (IDEAM 1997) y, por consiguiente, La Barra. Cabe recalcar que los impactos del fenómeno de El Niño se han intensificado por el cambio climático, lo cual también hace que los procesos climáticos aumenten o se vuelvan cada vez más extremos (IPCC 2001; 2015).

Para complementar los factores de exposición, se debe mencionar la marea astronómica y la marea meteorológica. Cuando coinciden los efectos de ambas, pueden generar desastres importantes. Ejemplo de ello es la coincidencia de la luna llena y el perigeo con un evento de El Niño de intensidad fuerte y con un sistema de baja presión sobre la zona marítima del Pacífico colombiano. Este fenómeno puede provocar mareas altas e inundación costera (IDEAM 2019).

A partir de los conocimientos ancestrales adquiridos por su experiencia con los cambios de la naturaleza, los pobladores de La Barra saben interpretar las mareas astronómicas, interpretación acorde con la definición técnica y los pronósticos del IDEAM (2019). Ellos consideran que la luna controla a las mareas y ambas determinan la cotidianidad de la comunidad. Según sus relatos, hay dos tipos de mareas, puja y quiebra, las que se intercalan cada semana.

Un poblador entrevistado describe la relación de la puja con la erosión costera, y argumenta que, si

la puja es muy alta, tiene mucha corriente, mucho impulso es malo para el cordón de la playa [...] porque si es alta y trae marejadas, la erosión es mucho más rápida, tumba mucho más rápido la playa. Al paso del tiempo se va viendo que se va metiendo más el mar, como que las pujas son más grandes porque se va bajando más la playa (EGC en conversación con la autora, 24 de agosto de 2020).

Otro aspecto importante de las condiciones de exposición de La Barra son las características de la geomorfología de la costa, puesto que el relieve costero al sur del delta del río San Juan y al sur de Buenaventura es constituido por la Formación Mayorquín, que se caracteriza por rocas no cohesivas, poco resistentes al golpe de las olas en la base de los acantilados.

Estas rocas presentan una afectación alta por fracturas, lo que las hace muy irregulares y propensas a la erosión (Posada, Henao y Guzmán 2009). Estos autores (junto a Correa y Restrepo 2002) argumentan que las islas barreras del delta del río San Juan, como La Barra, se ven afectadas por su alta carga de caudal y sedimentos, al generar corrientes que influyen en el modelamiento costero, lo cual propicia tanto procesos de erosión como de acreción.

Coca y Ricaurte (2019a) analizaron las dinámicas de cambio de la desembocadura de la Quebrada Sardinero, el estero La Barra y el estero Arrastradero que bordean a la comunidad de La Barra, por medio de imágenes de satélite de los años 1986 (Landsat), 2001 (Landsat), 2009 (ArcGis Online), 2011 (RapidEye), 2012 (Eros-B) y 2014 (Landsat).

Las dinámicas de cambio de aquellos afluentes han generado un retroceso de la línea costera del territorio del poblado, puesto que la erosión fluvial de los esteros permite que la dinámica de flujo y refluo mareaal generan exposición al oleaje por

disminución y sobrelavado de la playa, lo cual provocó la acelerada pérdida de terreno y erosión costera (Coca y Ricaurte 2019a).

Con el fin de corroborar de manera visual la erosión costera de La Barra se realizó la búsqueda de imágenes satelitales en el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS s.f.) correspondientes al Landsat, desde 1988 hasta 2020. Se descargaron las imágenes satelitales para los años 2001 (Landsat 7), 2011 (Landsat 5) y 2019 (Landsat 8), por su mejor calidad visual. Corresponden a la fecha de adquisición de 9 de abril, 12 de marzo y 21 de mayo, respectivamente.

El cuadrante georeferenciado es: Latitud  $03^{\circ} 58' 58''$  Norte y Longitud,  $77^{\circ} 17' 33''$  Oeste, Latitud  $03^{\circ} 58' 58''$  Norte y Longitud  $77^{\circ} 24' 33''$  Oeste, Latitud  $03^{\circ} 55' 16''$  Norte y Longitud  $77^{\circ} 24' 33''$  Oeste y Latitud  $03^{\circ} 58' 16''$  Norte y Longitud  $77^{\circ} 17' 33''$  Oeste, utilizando el sistema de coordenadas WGS-84, 18N, UTM (Universal Transversal Mercator) (mapa 2).

Para los mapas del año 2011 y 2019, se fijaron tres puntos, mas no coinciden su georeferenciación debido a que, al ser abruptos los cambios litorales, no se puede establecer un punto fijo. Por ende, se tomaron puntos aleatorios que evidencian las dinámicas litorales en el extremo norte (punto 1), centro (punto 2) y sur (punto 3) de la comunidad, con el fin de identificar en cada uno de estos sectores la distancia entre el mar y la vegetación.

En el mapa del año 2001, La Barra tiene una playa con una longitud de 233 m aproximadamente, distancia tomada en un punto aleatorio desde el último píxel de color verde (interpretación visual: vegetación) hasta el primer píxel de color blanco (interpretación visual: olas que rompen en la playa).

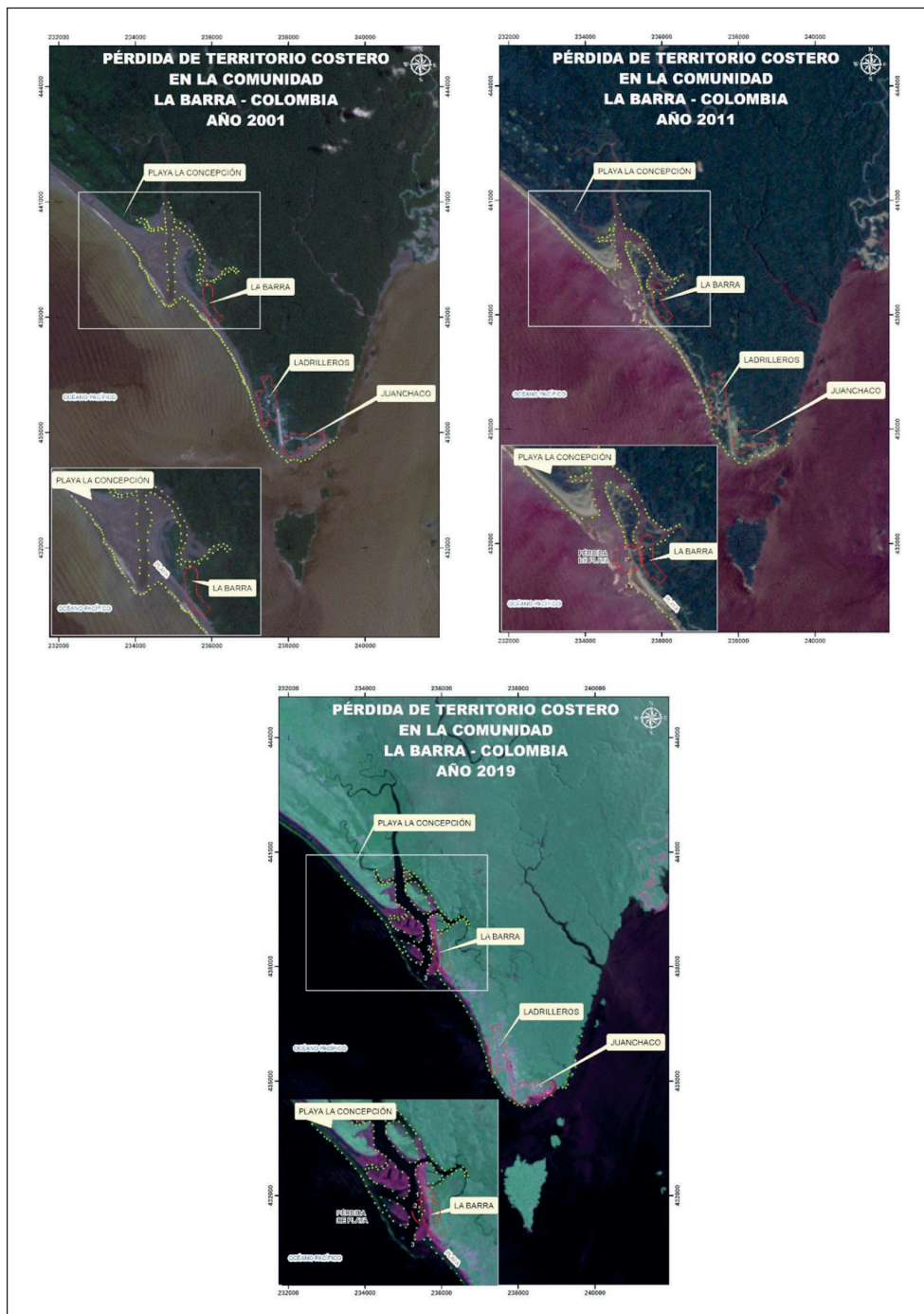
En comparación con el mapa del año 2001, en el de 2011, en la parte norte de la comunidad de La Barra, el estero La Barra se inclina hacia el asentamiento. La parte extrema de su desembocadura cambia hacia afuera. Esto generó una pérdida de territorio, al acercar la curva del estero Arrastradero al poblado. Resultados similares arrojan Coca y Ricaurte (2019a).

En este mapa se ubica al extremo norte el punto 1, en el cual la distancia entre el último píxel de color verde hasta el primer píxel de color blanco es de 20 metros; es decir, la distancia entre la vegetación y las olas que rompen la playa.

En sentido sur, en el punto 2, existe un aproximado de 92 metros. En el punto 3, ubicado al extremo sur, se tiene aproximadamente una distancia de 292 metros. Por consiguiente, se puede considerar que el arrastre de material de playa va en dirección norte-sur, lo que provoca que parcialmente existan zonas de erosión al norte y que al sur exista un proceso de acreción en la zona costera.

En 2019, las dinámicas litorales evidencian una pérdida de playa hacia el este, posiblemente remplazada por terrenos inundables que se visualizan de color morado. A su vez, la vegetación ha tenido un retroceso que genera una mayor distancia del mar.

Mapa 2. Comparación evolutiva de la erosión costera en la comunidad de La Barra en los años 2001 (A), 2011 (B) y 2019 (C)



Fuente: USGS (s.f). Elaboración propia.



Desde el último píxel de color verde hasta el primer píxel de color negro (interpretación visual: mar), en el punto 1, hay una distancia de 94 metros; en el punto 2. una distancia aproximada de 199 metros; y para el punto 3, una de 380 metros.

Por consiguiente, el arrastre de los sedimentos sigue el sentido nortesur, como lo evidencian Coca y Ricaurte (2019a), quienes mencionan que existen pérdidas de territorio en sentido  $180^\circ$  n-s y  $160^\circ$  en dirección no-se.

Para Coca y Ricaurte (2019a), existen pérdidas de territorio que lo determinan como erosión media / año hasta 2015. Por lo tanto, se realizó la siguiente tabla con la finalidad de hacer una proyección conservadora que se describe a continuación.

En los años 2013, 2014 y 2015, la erosión costera media es de 2,15 m, 3,45 m y 4,22 m, respectivamente. En tal sentido, se realiza una tasa de crecimiento para determinar la pérdida de territorio posible en un determinado año. Para ello se hace la siguiente ecuación: para el año 2014 la ecuación es  $3,45-2,15/2,15=0,6046 * 100= 60\%$ , y para el 2015 la tasa de crecimiento anual se determina así:  $4,22-3,45/3,45= 0,2232 * 100= 22,32\%$ .

Con el fin de realizar una proyección conservadora de los años 2016 y 2019, se toma la menor tasa de crecimiento para hacer las proyecciones futuras de la erosión costera. Para el 2016 es necesario tomar el valor de erosión costera media del año 2015 (4,22m) y multiplicarlo por la proyección conservadora,  $4,22+4,22*0,22*1=5,1484$ , es decir, la erosión costera para el año 2016 es de 5,14 m.

Con el objetivo de encontrar una proyección de erosión costera del año 2019 se realiza la misma ecuación con una variación en la multiplicación por tres, que es la diferencia de años del 2016 al 2019. La operación queda de esta forma:  $4,22+4,22*0,22*3=7,00$ , y da como resultado siete metros de erosión costera para el año 2019. Si se aplican las mismas fórmulas, para el año 2021 la erosión costera sería de 9,2 metros (tabla 1).

Tabla 1. Proyección conservadora de la erosión costera

	2013	2014	2015	2016	2019	2021
Erosión media/año	2,15m	3,45 m	4,22 m	-	-	
Tasa de crecimiento	-	$3,45-2,15/2,15=0,6046 * 100=60\%$	$4,22-3,45/3,45=0,2232 * 100=22,32\%$	-	-	
Proyección conservadora	-	-	-	$4,22+4,22*0,22*1=5,14$	$4,22+4,22*0,22*3=7,00$	$4,22+4,22*0,22*5=9,284$

Fuente: elaboración propia con base a Coca y Ricaurte (2019a).

De acuerdo con Galindo (2017) y el trabajo de campo realizado, se puede inferir que los comuneros de La Barra entienden la erosión costera cuando el mar recupera su terreno. Conciben que el mar tiene la capacidad de llevarse la arena y devolverla, es

decir, puede destruir las playas, pero también construirlas. Esa idea se evidencia en el crecimiento del avance de la línea costera sobre el océano. Durante el trabajo de campo se conoce lo siguiente:

Las playas tienen un siglo en donde el mar viene y vuelta las remueve y se las lleva para otro lado, entonces creo que estas playas ya tomaron su siglo, entonces el mar viene a sacarla de allí y pasarla para otro lado. Posiblemente las playas donde estamos nosotros viviendo, donde vive el caserío de La Barra ahora, toda esa parte era mar hace por ahí trecientos años hacia atrás. Cuando las pujas son altas, día de por día se van metiendo al caserío [...] desaparece el caserío, pero la playa no desaparece, la playa se mueve y se entra más adentro y el pueblo más adelante va a quedar acá arriba [en La Loma] (EGC en conversación con la autora, 24 de agosto de 2020).

### Condiciones de sensibilidad de la comunidad de La Barra

Al entender las principales condiciones de exposición que inciden en el modelamiento costero, las inundaciones y las marejadas, se conocerá de aquí en adelante una discusión interpretativa de las perspectivas locales sobre las condiciones de sensibilidad de la comunidad de La Barra.

Coca y Ricaurte (2019a) implementaron un censo en los años 2013 y 2014 para conocer las consecuencias de la evolución litoral sobre los flujos poblacionales internos, a través de la evaluación de la sensibilidad. Entre sus resultados se encuentra que el aumento de los niveles de sensibilidad por erosión costera entre 2013 y 2014 se debió a la pérdida de algunas viviendas y de la institución educativa. También se documentó hacinamiento, al agruparse varias familias en una sola vivienda por causa de los desastres generados. Al encontrarse la comunidad equipando el área de reasentamiento, aún no contaba con servicios básicos. Algunos miembros de las familias de desplazaron a otras poblaciones, lo que generó desintegración familiar. La intervención estatal sobre la problemática social generada por dicha amenaza fue insuficiente.

### Sensibilidad del territorio (infraestructura y espacios colectivos)

A partir de las vivencias de la comunidad frente a los FME agravados por el cambio climático, se identifican algunas transformaciones en el territorio. Durante el trabajo de campo realizado en agosto de 2020, en La Barra, se pudieron identificar algunos cambios de los esteros que poco a poco obligaron a desplazar al caserío del sector de Playa Baja a la zona sur del territorio. Asimismo, desde la fuerte erosión de 2010 y 2014, varios pobladores que perdieron sus hogares decidieron migrar a Ladrilleros, Juanchaco y Cali.

En diciembre de 2013 y en los meses de enero, abril y septiembre de 2014, las dinámicas litorales han reconfigurado el territorio, al desaparecer gran parte del caserío.

Cuando empezó a irse el primer caserío, que fue para un 31 [de diciembre de 2013], estaba toda la gente tomando. Yo ese día no salí porque ya estaba la amenaza de que la playa se nos iba a ir, porque ya estaba el corte [del mar] allí cerquita. Entonces, a las 4:00 a.m. comenzó a caer el pueblo [...] yo salí a avisar [...] “Vean, se están cayendo los kioscos, pilas que se metió la marea”. Entonces, todo el mundo salió a correr para su casa, algunos sacaron las cosas [...] El 3 de enero del 2014 se estaban cayendo los postes de energía (EGC en conversación con la autora, 24 de agosto de 2020).

En junio de 2014, la fuerza de las marejadas, junto con la inundación y el proceso erosivo de la costa, destruyeron más de la mitad del pueblo (Sánchez 2014). En agosto del mismo año, estos fenómenos obligaron a la comunidad a desplazar sus hogares a sectores más alejados de la playa, como Playa Alta y La Loma.

Niños, jóvenes y adolescentes ya no podían disfrutar de los espacios colectivos como lugares de recreación, “porque cuando el agua se empezó a meter ya la gente ya casi no podía estar muy afuera porque en cualquier momento llegaba el mar y se subía y empezaba a comer [la playa]” (EFS en conversación con la autora, 20 de agosto de 2020).

En concordancia con las indagaciones de Mammone (2019), el aumento del nivel del mar ya había perjudicado parte de la infraestructura de la comunidad en los años anteriores, pero en 2014 las olas alcanzaron una altura de más de 4 metros y arrasaron 76 de las 96 casas de La Barra.

El fenómeno afectó a más de 131 familias, además de espacios colectivos como la escuela, la iglesia pentecostal, el campo de fútbol y la casa del Consejo Comunitario. Para 2014, la escuela Santa Librada era la única edificación en concreto (Sánchez 2014). Uno de los pobladores que estudió allí recuerda que la escuela tenía una sala de sistemas, un laboratorio, varios salones y contaba con una alta asistencia de estudiantes. Tenía primaria y secundaria, además de la posibilidad de obtener una beca para continuar con los estudios de pregrado, lo cual contribuyó a la permanencia de los pobladores en el territorio (EFS en conversación con la autora, 20 de agosto de 2020). Luego de su destrucción, Santiago comenta que hubo una alta deserción de los estudiantes y migración de la población joven para continuar con los estudios en otras ciudades.

Según el trabajo de campo, ya en 2020 el poblado cuenta con una cancha de fútbol y una escuela temporal en el sector de Playa Alta. La construcción de esta escuela se realizó con recursos propios de la comunidad y tan solo cuenta con algunos salones divididos en madera. A partir del sexto grado deben seguir estudiando en Juanchaco, con diversas dificultades de desplazamiento hasta ese sector (EFS en conversación con la autora, 20 de agosto de 2020).

En 2020, algunos pobladores comentaron que, en Playa Alta, el mar se llevó las primeras casas que limitan con la playa en una de las pujas altas. Este trabajo de campo corrobora que las amenazas de los FME persisten para el pueblo, especialmente para Playa Baja y Playa Alta: “la playa era inmensa, uno para salir a la playa eso era una eternidad y ahora mire la playa, la tenemos al frente de las casas, es un cambio radical” (EKYR en conversación con la autora, 1 de septiembre de 2020).

### Sensibilidad de los medios de vida

Durante los talleres de cartografía social en la comunidad de La Barra, se indagó sobre las actividades económicas y de subsistencia alimentaria como la agricultura, la pesca, la extracción de piangua y el turismo, las cuales realizan hombres y mujeres de diversas edades.

El turismo es la principal fuente de sustento económico, a partir de servicios de hospedaje, alimentación y transporte marítimo por esteros y sectores aledaños. Según Mammone (2019), todas las actividades económicas y de subsistencia de la comunidad se intensifican aún más con el turismo.

De acuerdo con las indagaciones de Galindo (2012) y Coca y Ricaurte (2019a), el caserío de La Barra se ubica en frente de la playa, paralelo a la línea costera cambiante, que forma un camino entre las casas y los negocios. Allí se concentra la oferta de servicios turísticos como cabañas, camping, kioscos que funcionan como restaurantes y estructuras para acampar. De tal manera, la economía de La Barra se basa en actividades de pequeña escala, baja inversión en tecnología y capital y en el conocimiento tradicional de la comunidad. Tales actividades tienen como fin satisfacer las necesidades inmediatas de supervivencia, como alimentación y vivienda, y los excedentes se venden principalmente dentro de la comunidad.

Mammone (2019) argumenta que La Barra ha aumentado su atractivo turístico, puesto que la erosión costera ya ha hecho estragos considerables en los demás sectores aledaños. Por ejemplo, Ladrilleros, que ha perdido casi toda su playa. No obstante, el turismo también se afecta, puesto que la erosión y la acreción generan un constante dinamismo de la geoforma de la playa. Ello pone en entredicho la seguridad de los turistas, al registrarse ya casos de ahogamiento (EBCR en conversación con la autora, 31 de mayo de 2020).

Otro factor a tener en cuenta es que, al depender del turismo como actividad económica principal, no todos los pobladores se dedican a las actividades agrícolas. Los FME ponen en entredicho la soberanía alimentaria de la comunidad. Según el trabajo de campo, en Playa Baja y Playa Alta no pueden tener sembríos porque, cuando hay pujas altas, el mar destroza sus plantas.

Las dinámicas litorales han transformado las dinámicas sociales de la comunidad, puesto que después de las pujas de 2014 la mayoría de los pobladores trasladaron sus viviendas a sectores más distantes de la playa: a Playa Alta, Barra Adentro o a La Loma, sector que está más lejos de la playa en comparación con los demás sectores, y es el más viable para la reubicación del caserío (Galindo 2012).

No obstante, según el trabajo de campo, las personas que permanecen en Playa Baja y Playa Alta argumentan varias razones por las cuales aún permanecen en el sistema de playas, a pesar de las constantes amenazas de los FME. Entre las justificaciones, figura que varios hogares están compuestos por adultos mayores y niños, por lo cual no cuentan con recursos económicos y fuerza de trabajo para reubicarse. La economía de subsistencia extractiva, con pocas utilidades y baja capacidad de ahorro, impide una planeación efectiva para lograr la reubicación de sus viviendas y lugares de trabajo. Además, el tiempo de desplazamiento y el esfuerzo físico que demanda vivir en La Loma, para continuar las actividades económicas y de subsistencia, aumenta el placer de vivir cerca de la playa y del embarcadero.

En el Pacífico colombiano, habitado mayormente por poblaciones negras, uno de los grupos raciales más pobres del país, la gran mayoría ha sido víctima de la segregación socio-racial y de la marginalidad. La ubicación geográfica estratégica de la región, los requerimientos de los macroproyectos de desarrollo, el potencial de recursos naturales explotables, entre otros, explican por qué es un territorio afectado por las dinámicas del conflicto armado y de los intereses del capital, con niveles altos de impacto de las múltiples violencias que afectan a la sociedad colombiana (Aguilero 2004).

## Discusión

El ejercicio de visualización y proyección de la erosión en la línea costera de la comunidad de La Barra, por medio de las imágenes satelitales, se puede contrastar con el diagnóstico de la erosión en la zona costera del Pacífico colombiano realizado por Posada, Henao y Guzmán (2009) y Cifuentes, Rosero y Josephraj (2017). Con ello se confirma que la situación de La Barra se corresponde con los problemas de erosión y acreción identificados en los departamentos del Chocó y Valle del Cauca.

En 2001, 2011 y 2019, por el incremento del nivel del mar y de FME como las marejadas, la costa se tornó más vulnerable al oleaje. Ello provocó que el mar ganara terreno y convirtiera a la zona en un área erosionada, aspecto que disminuye su potencial turístico.

Para comprender la sensibilidad de los medios de vida de la comunidad, predomina una economía de subsistencia extractiva con pocas utilidades e insostenible por la vulnerabilidad del ecosistema, sin contar que en la costa pacífica gran parte de su

población tiene la condición de desplazados y/o víctimas del conflicto armado con los más altos niveles de desigualdad y pobreza (Galvis 2017).

Como se puede apreciar en La Barra, según Osorio (2016), en la costa pacífica colombiana son comunes los asentamientos de poblaciones negras paralelos a las márgenes de los cauces, con tendencia a acercarse a las costas, puesto que constituyen la única vía de desplazamiento y fuente de alimento. No obstante, la sensibilidad de los medios de vida es alta frente a los FME, puesto que las comunidades rurales (La Barra en este caso) están en una condición de mayor vulnerabilidad ante cualquier alteración climática, al depender directamente de los recursos naturales y de los factores climáticos para su subsistencia (Campos et al. 2013).

Debido al calentamiento global, los FME pueden incrementar su intensidad y recurrencia. Por tanto, pueden modificar el patrón actual de amenazas y generar un mayor número de desastres, si no se atienden de manera prospectiva sus posibles impactos (Orozco et al. 2007).

Blaikie et al. (2004) comentan que la disminución de la resiliencia de los medios de vida durante las perturbaciones tiene relación con el poder político y económico. En el caso de La Barra, la sensibilidad frente a los eventos extremos aumenta en dependencia de los diferentes grupos sociales, por ejemplo, mujeres, niños y ancianos con menor poder económico ubicados en Playa Baja y Playa Alta, sectores con mayor exposición a los FME. Por lo tanto, la exposición de las personas al riesgo difiere según su clase (lo que incluye sus ingresos, cómo y dónde viven), si son hombres o mujeres, su origen étnico, a qué grupo de edad pertenecen o si tienen alguna discapacidad.

Smit y Wandel (2006) argumentan la necesidad de conocer las condiciones de la vulnerabilidad mediante la participación activa de las comunidades, con el fin de garantizar legitimidad, recopilar información sobre los fenómenos y procesos relevantes para la comunidad, integrar información de múltiples fuentes, así como los puntos de vista de los tomadores de decisiones locales y regionales. Con este análisis, se pueden identificar posibles exposiciones y sensibilidades futuras.

Correa y González (2000) y Correa y Restrepo (2002) corroboran la reubicación de los poblados lejos del sistema de playas, como es el caso de El Choncho, como estrategia ejemplar para la prevención de riesgos en el litoral Pacífico.

Se debe enfatizar en la adaptación local, dado que las comunidades enfrentan retos particulares debido al cambio y la variabilidad climática, además de las características socioculturales y económicas del territorio. Para ello, es indispensable la participación comunitaria en el proceso de planificación y ejecución de las medidas de adaptación, con el fin de recuperar y reconocer el saber ancestral de las comunidades, al tiempo de fomentar las capacidades locales.



## Consideraciones finales

El análisis de las condiciones de vulnerabilidad de la comunidad afrocolombiana de La Barra frente a los FME contribuye a evidenciar que tanto el conocimiento científico como el saber popular son fundamentales en la construcción de estrategias locales de mitigación y adaptación al cambio climático. Por tal razón, se debe acudir a una perspectiva multidisciplinar, desde ciencias exactas como la climatología, la oceanografía, la geología, la geografía y la astronomía, además de la antropología y la arquitectura.

Las disciplinas mencionadas ayudan a entender las transformaciones biofísicas del territorio costero, en este caso de La Barra, que inciden en el modelamiento costero, las inundaciones y las marejadas. A su vez, permiten comprender los conocimientos, las creencias y las prácticas locales frente a los FME; es decir, cómo los pobladores se relacionan con el mar, interpretan las marejadas y los cambios generados en su territorio, lo cual determina la vida cotidiana de la comunidad.

En cuanto a las condiciones de exposición por el fenómeno de erosión y acreción costera en La Barra, según el análisis multitemporal basado en imágenes satelitales de 2001, 2011 y 2019, las dinámicas litorales evidencian que el arrastre de material de playa va en dirección norte-sur. Ello provoca parcialmente que existan zonas de erosión al norte, y que al sur se desarrolle un proceso de acreción.

Para el año 2019, un aspecto relevante es el retroceso de la vegetación. Esta ha generado mayor distancia con el mar. En algunos sectores, la playa ha disminuido de manera considerable o la han remplazado terrenos inundables.

En términos generales, en los tres años de monitoreo se identificó que las dinámicas litorales no son homogéneas en tiempo y espacio; tampoco, continuas. La proyección conservadora de erosión costera media del año 2016 es de 5,14 m; en 2019 es de 7 m y en 2021 de 9,2 metros. Estos datos son importantes para identificar las posibles exposiciones y sensibilidades futuras, y para conocer de qué manera la comunidad podría planificar o responder a esas condiciones.

Ante la influencia de diversos factores sobre el modelamiento costero, las inundaciones y las marejadas, se identifica una alta sensibilidad de los medios de vida de la población a causa de los impactos de los FME. Las actividades de subsistencia tradicionales son limitadas, puesto que su economía se basa en actividades de pequeña escala, baja inversión en tecnología y capital. Dichos aspectos hacen que dependan directamente de los recursos naturales y de los factores meteorológicos.

Es trascendental analizar con mayor detalle los conocimientos ancestrales de los pobladores de La Barra sobre las mareas astronómicas, el reconocimiento de los intervalos de tiempo de los bajamares y pleamares, entre otras creencias y prácticas locales que fortalecen la resiliencia comunitaria frente a los FME.

## Apoyos

Este artículo hace parte de la investigación realizada para la obtención del título de Magíster de Investigación en Estudios Socioambientales de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), sede Ecuador (2018-2020). La tesis “¡Lo que el mar se llevó! Condiciones de vulnerabilidad frente al cambio climático, estudio de caso de la comunidad afro de La Barra en la Costa Pacífica Colombiana” fue beneficiaria de la XXVII convocatoria 2020 del Concurso de Becas para Financiamiento de Tesis de Maestría, promovido por FLACSO. Asimismo, fue una de las ganadoras de la convocatoria 2020 de las becas de investigación “Ambiente, Cambio Climático y Buen Vivir en América Latina y el Caribe”, financiadas por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).

## Bibliografía

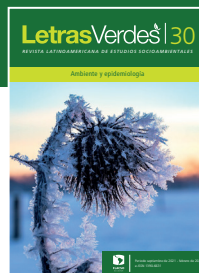
- Adger, Neil. 2006. “Vulnerability”. *Global Environmental Change* 16 (3): 268–281.
- Agudelo, Carlos Efrén. 2004. “La Constitución de 1991 y la inclusión ambigua de las poblaciones negras”. En *Utopía para los excluidos: el multiculturalismo en África y América Latina*, editado por Jaime Arocha, 179-203. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Alianza Clima y Desarrollo, y ODI (Overseas Development Institute). 2014. “El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC: ¿qué implica para Latinoamérica?”. <https://bit.ly/3aTmf5D>
- Birkmann, Jörn. 2013. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*. Tokio: United Nations University. <https://bit.ly/3DVkUHP>
- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian Davis y Ben Wisner. 2004. *At risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Nueva York: Routledge.
- Borda, Carlos A., y Raúl Cruz. 2004. “Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara Tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el pacífico colombiano”. *Rev. Invest. Mar.* 25 (3): 185-195. <https://bit.ly/2ZaxQem>
- Campos G., Ana, Niels Holm-Nielsen, Carolina Díaz G., Diana M. Rubiano V., Carlos R. Costa P., Fernando Ramírez C. y Eric Dickson, eds. 2012. *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Bogotá: Banco Mundial. <https://bit.ly/3DWE93X>
- Campos, Minerva, Doribel Herrador, Carlos Manuel, Michael K. McCall. 2013. “Estrategias de adaptación al cambio climático en dos comunidades rurales de México y El Salvador”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 61: 329-349. <https://bit.ly/3BXCRFh>
- Durán Solarte, Luz Carina. 2018. “Informe cartografía social de la comunidad de La Barra”. Manuscrito inédito, última modificación el 18 de junio de 2018.

- Cifuentes Ossa, María Alejandra, Leidy Viviana Rosero Henao y John Josephraj Selvaraj. 2017. “Detección de cambios de la línea costera al norte del distrito de Buenaventura mediante el uso de sensores remotos”. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 46 (1): 137-152. <https://bit.ly/3jhzYI5>
- Coca, Oswaldo, y Constanza Ricaurte. 2019a. “Análisis de la evolución litoral y respuesta de las comunidades afro-descendientes asentadas en la zona costera: caso de estudio La Barra, Buenaventura, Pacífico Colombiano”. *Entorno Geográfico* 17: 7-26.
- Coca, Oswaldo, y Constanza Ricaurte. 2019b. “Validation of the Hazard and Vulnerability Analysis of Coastal Erosion in the Caribbean and Pacific Coast of Colombia”. *Marine Science and Engineering* 7 (260): 2-26.
- Corbetta, Piergiorgo. 2007. *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw Hill.
- Correa Arango, Ivan. D., y Juan D. Restrepo Ángel. 2002. *Geología y oceanografía del delta del río San Juan. Litoral Pacífico colombiano*. Medellín: EAFIT.
- Correa, Ivan D., y Juan Luis González. 2000. “Coastal erosion and village relocation: a Colombian case study”. *Ocean & Coastal Management* 43, 51-64.
- Doran, Peter, y Maggie Zimmerman. 2009. “Examining the Scientific Consensus on Climate Change”. *Eos Transactions American Geophysical Union* 90 (3): 22-23. <https://bit.ly/3lXjMNL>
- ESRI. 2019. “Herramienta base map para ArcGIS”. Disponible en el software ESRI.
- Falconí, Fander. 2017. *Solidaridad sostenible. La codicia es indeseable*. Quito: FLACSO Ecuador.
- Galindo Orrego, María Isabel. 2012. “Pérdida en el monte encantado: santos, infieles y tundas. Un camino entre los andes y el mar”. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia.
- Galindo Orrego, María Isabel. 2017. “Viviendo con el mar: inestabilidad litoral y territorios en movimiento en La Barra, Pacífico colombiano”. *Revista Colombiana de Antropología* 55 (1): 29-57. <https://bit.ly/3vqWQd4>
- Gallopín, Gilberto C. 2003. “Box 1. A systemic synthesis of the relations between vulnerability, hazard, exposure and impact, aimed at policy identification”. En *Economic Commission for Latin American and the Caribbean (ECLAC)*, 2-5. México: Handbook for Estimating the Socio-Economic and Environmental Effects of Disasters.
- Gallopín, Gilberto C. 2006. “Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity”. *Global Environmental Change* 16 (3): 293-303.
- Galvis Aponte, Luis Armando. 2017. *Estudios sociales del Pacífico colombiano*. Bogotá: Banco de la República. <https://bit.ly/3lUGlme>
- Grupo de Innovación Docente de Economía Aplicada. 2016. “Píldora 1. La medición del crecimiento”. <https://bit.ly/3jiUpnP>
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 1997. *Posibles efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno el niño en el periodo 1997-1998 en Colombia*. Bogotá. IDEAM. <https://bit.ly/3m2iYaF>

- IDEAM. 2019. *Pronóstico de pleamares y bajamares en la costa pacífica colombiana año 2020*. Bogotá. IDEAM. <https://bit.ly/3DTRTfK>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. “Cambio climático 2001: Mitigación. Resúmenes del Grupo de Trabajo III”. <https://bit.ly/3piVTSV>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2015. *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. Ginebra: IPCC. <https://bit.ly/3C1Ltuo>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2018. “Glosario”. <https://bit.ly/2Z4gZJI>
- Levy Orlik, Noemi. 2012. “Tasas de interés, demanda efectiva y crecimiento económico”. *Economía UNAM* 9 (25): 74-93. <https://bit.ly/3nalYkv>
- Mammone, Simon. 2019. “The Planning of Rural Afro-Colombian Resettlements: La Barra, Colombia”. Proyecto de Especialización en Urbanismo, Universidad de McGill.
- Morales Devis Andrea, Ingrid García Hansen, Igor Málikov y Nancy Liliana Villegas Bolaños. 2002. *Compilación oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana*. Colombia: Centro Control Contaminación del Pacífico.
- Orozco Cañas, Cecilia, Oscar Buitrago Bermúdez, Pedro Martín Martínez Toro, Elkin de Jesús Salcedo Hurtado. 2007. “Caracterización del riesgo por fenómenos naturales de la comunidad de La Plata (Bahía Málaga). Pacífico colombiano”. *Entorno Geográfico* 5: 133-160. <https://bit.ly/3E2QGmB>
- Osorio Garcés, Carlos Enrique. 2016. *La vivienda palafítica del Pacífico. Expresión y persistencia de una forma de ver el mundo*. Bogotá: Banco de la República. <https://bit.ly/3BXjegE>
- Pabón Caicedo, José Daniel. 2017. “Inclusión del cambio climático en la gestión del riesgo de desastre”. Ponencia presentada en el Primer *Congreso Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático*, junio. <https://bit.ly/3vPZmtj>
- Posada Posada Blanca Oliva, William Henao Pineda y G. Guzmán. 2009. “Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano”. *INVE-MAR*, serie Publicaciones Especiales No. 17. <https://bit.ly/3n4hRGC>
- Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, Stuart Chapin y Eric Lambin. 2009. “A safe operating space for humanity”. *Nature* 461 (24): 472-475. <https://bit.ly/3jdzP8z>
- Samaniego, Jose Luis. 2009. *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. <https://bit.ly/3piXwQx>
- Sánchez Caycedo, Andrés Norberto. 2014. “Morando el espacio colectivo La Barra, Pacífico Colombiano”. Tesis de maestría, Universidad de los Andes.
- Smit, Barry, y Johanna Wandel. 2006. “Adaptation, adaptive capacity and vulnerability”. *Global Environmental Change* 16 (3): 282-292. [doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008)
- Srinivasan, Thara, Susan Carey, Eric Hallstein, Paul Higgins, Amber Kerr y Laura Kooten. 2008. “The debt of nations and the distribution of ecological impacts from human activities”. *Proceedings of the National Academy of Science* 105 (5): 1768-1773. <https://bit.ly/3jgA9mS>


Tejada Vélez, Carlos Enrique, Luis Jesús Otero Díaz, Luz Ángela Castro Suárez, Fernando Afanador Franco, Andrea Devis Morales, Jorge Ernesto Solano. 2003. *Aportes al entendimiento de la bahía de Tumaco. Entorno oceanográfico, costero y de riesgos*. Colombia: DIMAR.


USGS. s.f. “Earthexplorer”, <https://earthexplorer.usgs.gov/>



## Ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos: estudio de caso en Temascalapa, México

### Political Ecology of Suffering from Radioactive Waste: Case Study in Temascalapa, Mexico

 Oscar Adán Castillo-Oropeza, Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo, División de Ciencias Sociales, México, oscaradan68@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3054-7993

 Edgar Delgado-Hernández, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Unidad Pacífico Sur, México, edgar.dh@outlook.com, orcid.org/0000-0002-9214-2705

Recibido: 18 de diciembre de 2020

Aceptado: 15 de abril de 2021

Publicado: 30 de septiembre de 2021

#### Resumen

En este artículo se analiza, desde la ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos, el caso del Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER) ubicado en el municipio de Temascalapa, estado de México, México. En un escenario de supuesta transición energética a escala global y local, las relaciones de poder político-económicas determinan la producción y disposición final de los desechos radiactivos en este lugar. Se analizan las experiencias de sufrimiento ambiental de los sujetos que habitan cerca del CADER, los cuales padecen la incertidumbre, la espera, el engaño y el abandono por parte del Estado, así como las acciones políticas que han realizado en defensa de su territorio y de la vida en general. El trabajo de campo en las comunidades contiguas al CADER tuvo una duración de cuatro meses. Se realizaron observaciones de campo, fotografías, entrevistas semiestructuradas a informantes clave, análisis de documentos y datos oficiales, notas de periódico y sistemas de información geográfica.

**Palabras clave:** desechos radiactivos; ecología política; México; sufrimiento; Temascalapa; transición energética

#### Abstract

This article analyzes, from the point of view of the political ecology of suffering from radioactive waste, the case of the Radioactive Waste Storage Center (CADER) located in the municipality of Temascalapa, State of Mexico, Mexico. In a scenario of supposed energy transition at a global and local level, the political-economic power relations determine the production and final disposal of radioactive waste in this place. The experiences of environmental suffering of the subjects who live near the CADER, who suffer from uncertainty, waiting, deception and abandonment by the State are analyzed, as well as the political actions they have taken to defend their territory and life in general. The fieldwork in the communities adjacent to CADER, with a duration of 4 months, included observations, photographs, semi-structured interviews with key informants, analysis of official documents and data, newspaper notes, and geographic information systems.

**Keywords:** energy transition; Mexico; political ecology; radioactive waste; suffering; Temascalapa

LetrasVerdes - Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales - N.º 30  
septiembre 2021-febrero 2022 • e-ISSN 1390-6631 • <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes>





## Introducción

En el mundo, la energía nuclear supuso un avance tecnológico y científico, debido sobre todo al desarrollo de armamento militar a finales de la Segunda Guerra Mundial. Su uso potencialmente negativo quedó demostrado con los ataques nucleares de Estados Unidos a Hiroshima y Nagasaki en 1945. A partir de entonces, otros eventos han ocurrido en el mundo, como la explosión del reactor nuclear de la unidad cuatro de Chernóbil, en 1986, y la explosión de la central nuclear de Fukushima, en 2011. En el caso de América Latina y el Caribe, uno de los incidentes más relevantes ocurrió en 1984 en Ciudad Juárez, México, cuando varias toneladas de varilla contaminada con cobalto 60 fueron distribuidas por todo el país (Piaz 2020).

Estos hechos provocaron el cuestionamiento de la opinión pública sobre los usos de la energía nuclear para cuestiones bélicas, la supuesta producción de energías limpias y los impactos sobre la naturaleza, los territorios y la salud de las poblaciones. Asimismo, el almacenamiento en diversos lugares de los materiales radiactivos, derivado del manejo de este tipo de energía en la ciencia y la industria, genera malestar e incertidumbre en los sujetos que habitan cerca de esos espacios, por el posible daño a su salud y entorno (Petryna 2004).

Los desechos radiactivos son materiales que pueden presentarse en un estado gaseoso, líquido o sólido. Resultan potencialmente tóxicos para cualquier forma de vida, debido a que se encuentran contaminados con radionucleidos, por el uso excesivo de energía nuclear. Hasta el momento, en ningún país del mundo se tiene contemplado un uso posterior, por eso los Estados optan por desecharlos y, en mayor medida, enterrarlos (OIEA 2018; Navarro-Reynoso 2009).

La producción mundial de residuos peligrosos es de 400 000 000 de toneladas al año. De ellas, 387 000 toneladas son desechos radiactivos de baja o media actividad y 13 000, de alta actividad y combustible gastado (OIEA 2018). En México, se estima que el 90 % de los desechos radiactivos proviene de las aplicaciones energéticas y el 10 %, del sector no energético, como el sector salud (Ortiz y Torres 2019; Paredes y Sánchez 2004).

En ese contexto, los Estados apuestan por una transición energética impulsada por el agotamiento de los combustibles fósiles y su sustitución por fuentes de energía limpia (González y Suárez 2017). La apertura al nuevo sistema energético trae consigo nuevos riesgos, oportunidades y conflictos ambientales (Howe, Boyer y Barrera 2015). No es homogénea, sino paulatina, desigual y dependiente entre países. En este proceso, los intereses particulares de actores políticos y económicos (clases gobernantes y empresarios) están sobre el beneficio social, el cuidado de la naturaleza y de los territorios (García Alcocer 2019).

Ahora bien, mientras unos Gobiernos insisten en invertir en energías fósiles y otros en energías renovables, las plantas nucleares, las industrias, los hospitales, entre

otros, generan desechos radiactivos que son vertidos en lugares poco óptimos para ello. En consecuencia, grupos de ambientalistas, movimientos sociales y las poblaciones inmediatamente afectadas cuestionan o no dichas acciones (Hernández Soc 2019).

En los estudios sociales sobre los desechos tóxicos, se analizan de manera recurrente la producción, la exposición y la percepción de los riesgos por parte de las poblaciones posiblemente afectadas. Desde la Antropología, la Sociología y la Geografía, se discuten los diferentes niveles de vulnerabilidad, cuáles son las repercusiones sobre el ambiente y los daños a la salud humana causados por el contacto o la exposición a este tipo de materiales (Beguiria y Zafra-Aparici 2019; Shapiro y Kirksey 2017).

Las investigaciones mencionadas explican las experiencias y las estrategias de las poblaciones vulnerables frente a distintos tipos de contaminantes, no necesariamente radiactivos (Auyero y Swistun 2008; Camacho 2017; De Freitas et al. 2012). De igual manera, se pone atención a las formas de organización y desmovilización social de los sujetos afectados, por medio de la intervención del Estado o de los empresarios (Hernandez 2019; Hernández Soc 2019; Renfrew 2017; Singer 2011). También se discuten los efectos negativos de los residuos tóxicos en el cuerpo de las personas y sus emociones (Sarlingo 2013; Sword-Daniels et al. 2018).

Sin embargo, el debate específico sobre los desechos radiactivos es relativamente reciente en las ciencias sociales. Varios son los aspectos que se problematizan. Por ejemplo, las ventajas y limitaciones en cuanto a su gestión pública, los riesgos socioambientales que provocan en la población (Cotton 2017; Kim y Kim 2014; Laverlochère y Thireau 2015) y la falta de presupuesto e infraestructura de los Gobiernos para controlar su producción, tratamiento y destino final (Ortiz-Oliveros y Torres-Carranza 2019).

Algunos autores recuperan el concepto de gobernanza para señalar la necesidad de establecer nuevos mecanismos de toma de decisiones, entre los Gobiernos, las empresas, la ciudadanía, los movimientos sociales y las asociaciones civiles, con la intención de proponer otro tipo de normativas que mejoren la administración de estos desechos (Brunnengraber 2019; Parotte 2018). Existen estudios de ecología política que problematizan las consecuencias socioambientales de las reglamentaciones del Estado en Francia, en relación con el almacenamiento de desechos radiactivos y las repercusiones agroalimentarias en Japón ocasionadas por el desastre nuclear en Fukushima (Dessus et al. 2014; Kimura 2015).

El presente artículo pretende contribuir a esas investigaciones a partir de lo que se define como ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos. Para ello, se analiza el caso del Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER) en Temascalapa, estado de México. En un primer momento, se establece la relación entre la perspectiva de la ecología política y el sufrimiento socioambiental, y su per-

tinencia analítica, a través de la lectura crítica de las propuestas de varios autores. Luego, se explican las relaciones de poder político-económicas que dieron origen al CADER y determinan tanto la producción como la disposición final de los residuos. Por último, se analizan las experiencias de sufrimiento de los sujetos que habitan cerca de allí, aquellos que padecen la incertidumbre, el engaño y el abandono del Estado, así como las acciones políticas que han realizado en defensa de su territorio y de la vida en general.

Se llevó a cabo un trabajo de campo con una duración de cuatro meses en las comunidades contiguas al CADER: San Juan Teacalco y Santa María Maquixco. Este incluyó observaciones de campo, fotografías y entrevistas semiestructuradas a informantes clave. Se analizaron documentos y datos oficiales, notas de periódico y sistemas de información geográfica, con el fin de aportar al debate sobre un tema que no ha sido abordado hasta ahora en los estudios de ecología política: el sufrimiento socioambiental en México y el resto de América Latina.

## Ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos

La ecología política (EP) es un campo inter y multidisciplinario que intenta desnaturalizar la relación sociedad-naturaleza y problematizarla políticamente (Leff 2003). Desde este enfoque se discuten las relaciones de poder políticas y económicas que impulsan las transformaciones en la naturaleza y el territorio. Así, se entiende que el Estado y el capital provocan diferentes desigualdades e injusticias socioambientales entre las poblaciones tanto del Sur como del Norte global (Harvey 1996; Smith 1984).

Ello se traduce en la distribución diferenciada de los costos y los beneficios derivados de las formas en que el capitalismo, en su fase neoliberal, se apropia, utiliza y destruye la naturaleza y el territorio, al mismo tiempo que degrada la calidad de vida de los sujetos menos favorecidos. Dentro de esto, resalta el problema de la disposición final de desechos peligrosos que alteran los ciclos naturales de los ecosistemas y contaminan los territorios, además de perjudicar la salud de los sujetos, por su exposición a materiales como el cobalto y el uranio.

Los estudios de EP en América Latina, y en México en particular, se han enfocado sobre todo en discutir los conflictos socioambientales que surgen por el manejo y la explotación de recursos naturales, la invasión y destrucción de áreas naturales protegidas en zonas rurales e indígenas, los desastres, la escasez hídrica, el metabolismo de las ciudades, así como los movimientos socioambientales y ecofeministas, entre otros (Alimonda 2011; Aquino Centeno 2019; Bastian Duarte 2014; Castillo, 2019; De Alba y Hernández 2017; Delgado-Ramos 2015; Hernández Soc 2019; McCulligh 2019; Solíz Torre 2015). De ahí que, si bien la EP en esta parte del mundo no es un campo de estudio reciente, aún carece de amplia diversidad. Se echan de

menos aquellos estudios que relacionan los cambios socioambientales y los procesos de salud-enfermedad.

En países anglófonos, en áreas como la antropología médica crítica y la geografía de la salud, se analiza cómo las relaciones de poder que transforman la naturaleza y el territorio producen determinadas condiciones de salud, perjudiciales para las poblaciones mayormente pobres, a partir de lo que algunos autores definen como ecología política de la salud (Baer 1996; Connolly, Panagiota y D'Alisa 2017; D'Alisa et al. 2017; King y Crews 2013; Singer 2014). Son varios los temas que se tratan en estas investigaciones: la producción y disposición final de distintos contaminantes en el suelo, el aire o el agua, el impacto diferencial del cambio climático, así como la emergencia y prevalencia de distintas enfermedades crónico-degenerativas como el cáncer, por la contaminación ambiental (Baer y Singer 2016; Barber 2010; Brisbois, Harris y Spiegel 2018; Harper 2004; Howse, Jeebhay y Neis 2012; Jackson y Neely 2014; King 2010; Lewis 2015; Miller 1973; Pathak 2019; Petney 2015).

Un aspecto no explorado es el sufrimiento socioambiental, el cual se refiere a cómo las personas afrontan los perjuicios a su salud y los sentimientos de aflicción relacionados con la explotación y la escasez de recursos naturales, en distintos tipos de desastres o en escenarios de contaminación ambiental (Auyero y Swistun 2008; Renfrew 2013; Singer 2011).

A partir de ello, aquí se propone una ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos, para analizar cómo las relaciones de poder entre actores estatales y no estatales coadyuvan en la generación/distribución de esos residuos. Esta última impacta de manera negativa sobre la vida de los humanos y no humanos (Latour 2007) y, por lo tanto, provoca una forma particular de sufrimiento, como un efecto del lugar (Bourdieu 1993; Castillo y Hernández 2020; Das 1995; Kleinman et al. 1997).

Asimismo, se pretende comprender cómo los sujetos padecen la incertidumbre (Castillo y Hernández 2020), los sentimientos de aflicción (como el miedo, la espera, la angustia y la resignación respecto a los daños a su salud), el engaño y el abandono por parte del Estado (Auyero y Swistun 2008), así como la formación o no de acciones políticas para visibilizar su condición de vulnerabilidad y sufrimiento a causa del CADER.

## Metodología

En los estudios sociales sobre desechos radiactivos destacan aquellas investigaciones de gabinete que utilizan datos estadísticos u otros documentos oficiales publicados por organismos internacionales o diversos actores gubernamentales. En las dos únicas investigaciones publicadas sobre este tema desde el enfoque de la EP, se prioriza la investigación documental de decretos, normatividades y acuerdos internacionales

sobre el almacenamiento de los residuos (Dessus et al. 2014). Mediante la investigación de archivo y otros documentos se realiza una reconstrucción histórica de los desastres con perspectiva de género, con la finalidad de explicar las relaciones de poder que ocultan estos procesos socioambientales, y los impactos hacia las mujeres y su actividad económica principal, como la agricultura (Kimura 2015).

En esta investigación, se construye una estrategia metodológica multidimensional preponderantemente cualitativa. Consta de observaciones de campo en el área geográfica de estudio, entrevistas semiestructuradas a informantes clave, así como revisión y recuperación de documentos y datos oficiales, notas de periódico, fotografías y sistemas de información geográfica. El objetivo es explicar de qué manera las relaciones de poder político-económicas dieron origen al CADER y cómo influyen en la producción y disposición final de desechos radiactivos en ese lugar. Asimismo, se recuperan las experiencias de sufrimiento y las acciones políticas de los sujetos que habitan en San Juan Teacalco y Santa María Maquixco, cerca del CADER (mapa 1).

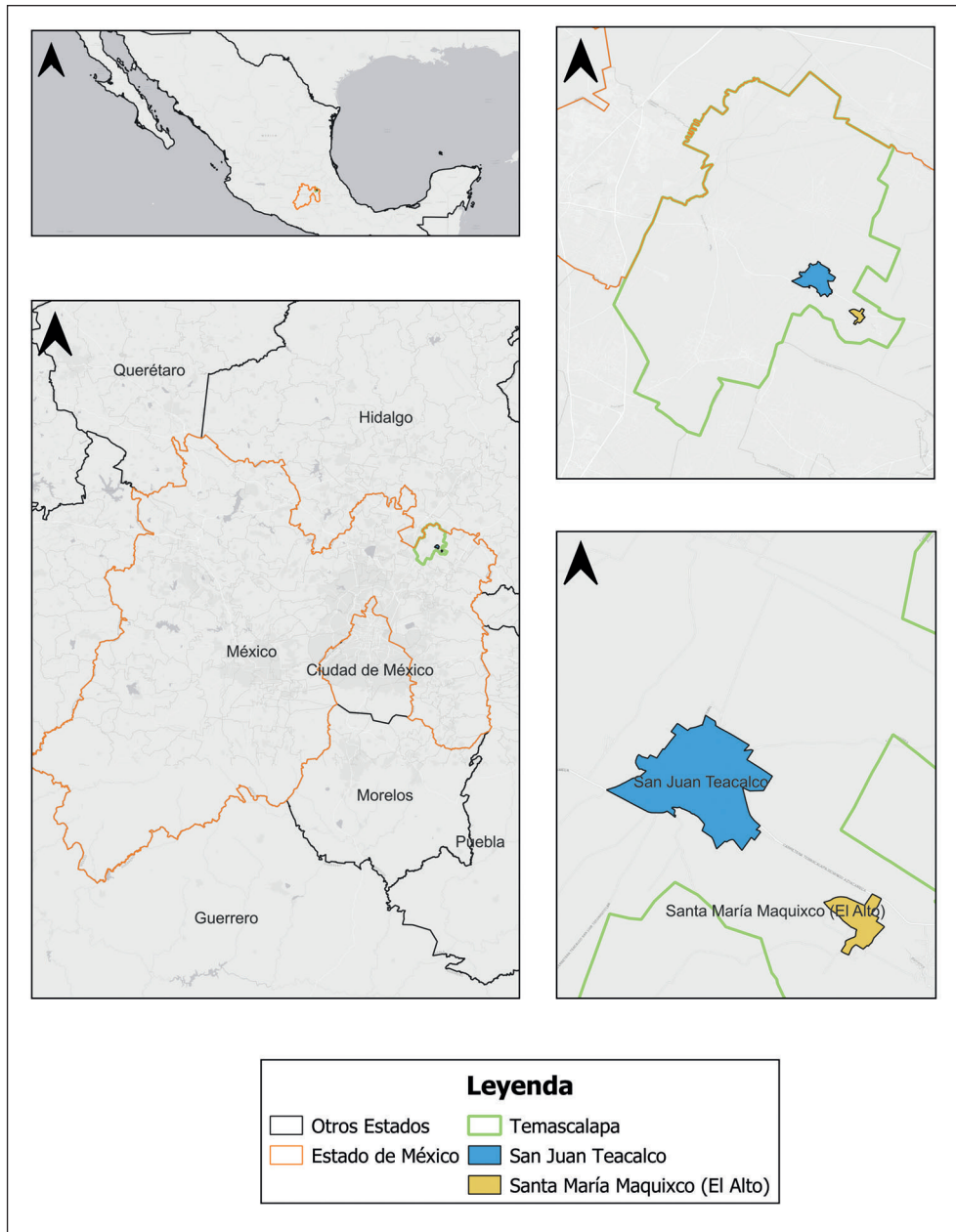
El trabajo etnográfico en las localidades duró cuatro meses, de septiembre a diciembre de 2020. A diario se hacían recorridos para conocer los territorios e interactuar con los habitantes. De forma espontánea, ocurrían conversaciones informales, en las que se mencionaba el CADER para ver las primeras reacciones de los sujetos. Esto permitió familiarizarnos con su situación en un corto tiempo. Cada detalle de lo observado se anotaba en un diario de campo y se hacía uso de la cámara fotográfica para registrar la realidad.

Entre tanto, se buscaron de forma sistemática fuentes secundarias, se revisaron distintos periódicos nacionales y locales, con el objetivo de reconstruir la narrativa sobre la instalación del CADER en Temascalapa y las diferentes acciones políticas de los habitantes en contra de su funcionamiento. Esto se complementó con el análisis de documentos oficiales para explicar las relaciones político-económicas que dieron origen al “panteón nuclear”, como lo definen los habitantes de San Juan Teacalco y Santa María Maquixco.

Posteriormente, se aplicaron 15 entrevistas a informantes clave en ambas localidades. Cada entrevista duró, en promedio, una hora y media. A cada entrevistado se le hizo llegar un consentimiento informado para la protección de datos personales. Todos los nombres que constan en los extractos de las entrevistas son seudónimos que protegen la identidad de los informantes.

La búsqueda de informantes se realizó con base en un muestreo en cadena, posible con la ayuda de los propios informantes, dado que, al término de cada entrevista, remitían a otros sujetos que, a su entender, conocían en profundidad el tema (Izcara Palacios 2007). Se entrevistó a tres autoridades municipales, dos dirigentes de asociaciones civiles que operan en las comunidades seleccionadas, cinco habitantes de Maquixco y cinco de Teacalco. Cada entrevista se grabó, transcribió y codificó.

Mapa 1. Ubicación del municipio de Temascalapa, San Juan Teacalco y Santa María Maquixco



Fuente: elaboración propia con información del marco geostadístico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.



## Transición energética y desechos radiactivos

En el capitalismo verde, la transición energética (TE) es un proceso político-económico a escala global y local, impulsado por el agotamiento de los combustibles fósiles, el uso de energías limpias y el aumento del calentamiento global (García Alcocer 2019; González y Suárez 2017). Entre los problemas de la TE, está la capacidad de los Estados de integrar de forma adecuada a la sociedad a la toma de decisiones.

Sin embargo, el cambio hacia las energías limpias no queda fuera de los intereses particulares de actores políticos y económicos concretos. Según Naciones Unidas, México es de los principales países en América Latina que invierte en energías renovables (ONU 2019). Sin embargo, las multinacionales que impulsan su desarrollo o las utilizan en sus procesos productivos explotan la naturaleza, destruyen los territorios y despojan a las comunidades de sus recursos (agua, aire, bosques, suelo, etc.). Por ejemplo, la transnacional Preneal produce energía eólica, pero destruye y despoja de sus territorios a comunidades indígenas de Oaxaca; la transnacional Coca Cola Company, que supuestamente usa energías verdes, explota el agua de comunidades indígenas en Chiapas.

A la situación se suma que, en el actual gobierno de Andrés Manuel López Obrador (2018-2024), se siguen utilizando fuentes de energía fósil para construir megaproyectos como el Tren Maya, el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles y la Refinería Dos Bocas. Con esto, aumentan los conflictos socioambientales en varias partes del país (Camacho 2019; De Miguel 2020).

México pone en práctica diversas estrategias nacionales e internacionales que promueven el desarrollo de energías limpias. Por ejemplo, la Ley de Transición Energética (2015-2024). Las controversias a causa de los accidentes nucleares suscitados alrededor del mundo no impidieron que entre 1970 y 1994 se construyera la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CLV) en Veracruz. Desde ese momento, se dio paso al uso de materiales radiactivos en el sector industrial, el campo médico y la investigación científica, lo cual trajo consigo la producción de diversos desechos radiactivos provenientes de instituciones públicas y privadas.

La construcción de instalaciones para su almacenamiento se ha vuelto indispensable y controversial, por los posibles impactos sobre la naturaleza y la salud de las poblaciones (Ortiz y Torres 2019). Eso implicó el desarrollo de diversos movimientos ambientales en contra de lo nuclear, como el movimiento de mujeres antinuclear de Veracruz (Hernández Soc 2019).

En un escenario de contradicciones, subyace el problema de la producción, el uso y el desecho de materiales radiactivos. Según los últimos datos oficiales, en 2015 el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) recibió aproximadamente 15 m<sup>3</sup> de restos sólidos, 200 fuentes selladas deterioradas de instituciones y empresas nacionales y 7080 kg procedentes de empresas privadas (SENER 2016; World Nuclear Association 2020).

La principal estrategia del Estado es almacenar los desechos en la Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos (PATRADER) ubicada en el Centro Nuclear “Nabor Carrillo Flores” y en el Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER) situado en Temascalapa, estado de México (SENER 2016). En este artículo se analizará el segundo caso.

## El Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER)

En 1970, la extinta Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), hoy Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), adquirió un predio de 14,7 hectáreas para construir el CADER. En 1993, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) compró 1,7 hectáreas adicionales para ampliarlo. Después anunció a la ciudadanía local que ese espacio sería provisional, pero no fue así (fotografía 1).

Fotografía 1. Fachada principal del CADER



Fuente: acervo personal.

El CADER opera bajo una licencia expedida por la CNSNS. Su construcción venía a cubrir la demanda de confinamiento de este tipo de material, ya que no fue suficiente el almacenamiento provisional con el que se contaba, ubicado en Tlane-pantla, en el estado de México (ININ 1998). Además, se designó este espacio para cubrir la entrada de material radiactivo producto del accidente de cobalto 60 en Ciudad Juárez, Chihuahua, en 1984 (CNSNS 1984).

El ININ controla el CADER. Ahí se confinan los desechos radiactivos de nivel bajo/medio de todo el país, provenientes del sector privado y público (hospitales, industrias que aplican técnicas nucleares e instituciones que hacen investigación) (ININ 1998). Actualmente, alberga 5690 fuentes gastadas de diversos radionúclidos, 102 toneladas de varilla con cobalto, 5386 bidones y 1173 recipientes con sólidos y líquidos contaminados (SENER 2016).

El CADER colinda con tres localidades: Santa María Maquixco, ubicada a un kilómetro de distancia (km), San Juan Teacalco, a 1,5 km y San Cristóbal Colhuacán, a 2,8 km. No existe un acuerdo legal que explique a esas poblaciones por qué se construyó y cómo opera. Al contrario, hay confusión y promesas falsas de las autoridades gubernamentales al respecto.

(...) a la ciudadanía no se nos dijo nada, ni los que vendieron sus tierras sabían que era esa cosa [el CADER]. Lo que se comentaba era que iba a ser una fábrica. Nunca supimos nada, todo se mantuvo oculto (Edwin Hernández, San Juan Teacalco, Temascalapa, 5 de septiembre de 2020).

El principal mecanismo de engaño y legitimación política del Estado hacia la ciudadanía, para que se construyera el CADER cerca de las localidades de Santa María Maquixco y San Juan Teacalco, fue la promesa de que se construiría una fábrica en la que se emplearía a la mayoría de la población de esos lugares; habría empleo, escuelas, parques, etc. No se cumplió.

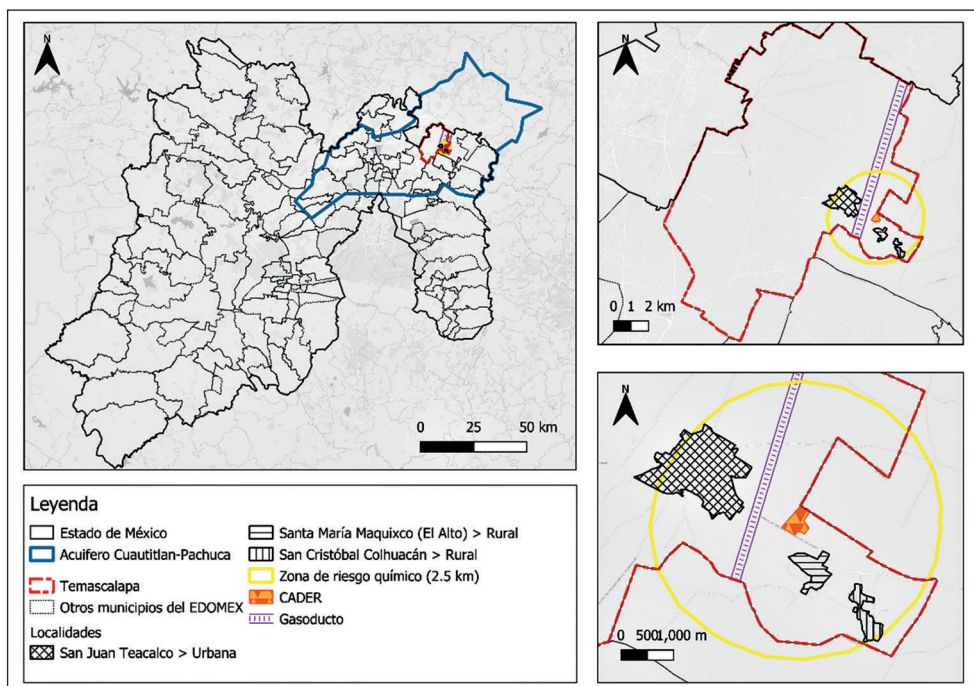
Pues yo tenía entendido que cuando vinieron los encargados del panteón nuclear a hablar con las comunidades cercanas como Maquixco y Teacalco, a las personas les prometieron que iban a poner escuelas para nuestros hijos, que iba a haber trabajo para nosotros, porque según [decían] esa cosa iba a ser una fuente de empleo y que solo iban a contratar a personas de los pueblos. Pero pues, ¿quién sabe para qué es? No se sabe qué hacen en un lugar. Pues he sabido que solo han contratado gente de fuera, de aquí no contratan a nadie y pues si los contratan solo de veladores. Es lo único que ha hecho la gente del panteón nuclear, casi nada (Luisa Gonzales, Santa María Maquixco, Temascalapa, 20 de noviembre de 2020).

La construcción del CADER tampoco se discutió con los posibles afectados. Fue una decisión política que se impuso ante las comunidades, como lo deja ver el comentario de Laura:

Cuando pusieron el CADER, no hubo algún consenso con las comunidades. Nos comentaban que ese lugar iba a ser una fábrica, nos hicieron muchísimas promesas: que iba a haber mucho trabajo... Fue mentira todo. Bajo esas promesas compraron las tierras y ahora estamos muy arrepentidos. La verdad, no creo que lo vayan a quitar. ¿Qué otro pueblo lo va a querer? (Laura, cronista municipal de Temascalapa, 18 de septiembre de 2020).

A esas irregularidades se suma el hecho de que estas localidades son parte de una zona de riesgo químico de 2,5 km de diámetro, a partir del CADER y del gasoducto subterráneo de Petróleos Mexicanos (PEMEX) que cruza el área (Seduym 2005). En la normativa federal se menciona que, donde está el CADER, “no debe de existir áreas con recursos naturales (...) y (...) zonas de agua subterránea” (SENER 1997, 4). Sin embargo, se encuentra encima del acuífero Cuautitlán-Pachuca, lo cual provoca riesgo de contaminación hídrica y la degradación de las tierras otrora cultivables, además del riesgo de explosión por gas natural (mapa 2).

Mapa 2. Localización del CADER



Fuente: elaboración propia con información del marco geoestadístico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Desde 1970, se desconoce cuándo va a concluir operaciones. Así lo demuestra de manera explícita la SENER, a través del portal INFOMEX, con fundamento en el artículo 138 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y



Gubernamental en la Fracción V del artículo 70 de su reglamento. Allí se establece que la información solicitada sobre la temporalidad de sus operaciones es inexistente (INFOMEX 2015).

Por otra parte, el ININ (1998, 23), a través de la SENER, menciona en la normativa NOM-022-1-NUCL-1996 que

los estudios de caracterización mostraron que el sitio no es idóneo para ser utilizado para el almacenamiento definitivo, así como que el desarrollo urbano alcanzará el sitio en el futuro y al incremento del uso agrícola de la región en los alrededores.

Castillo et al. (2010) mencionan que, en 2021, en el municipio de Temascalapa, el crecimiento de la mancha urbana llegará cerca del CADER, por lo que más población estará expuesta a dichos desechos.

En ese sentido, la construcción del CADER muestra cómo las relaciones de poder determinan el uso de fuentes radiactivas, que generan los desechos depositados en este lugar. Por un lado, el Estado, por medio del ININ y la Secretaría de Energía, otorga las licencias para dicho fin a diversos actores públicos. Por el otro, utiliza la mentira como estrategia para expropiar las tierras de los campesinos. Existe una gran incertidumbre por parte de las autoridades locales sobre ese lugar. Las autoridades municipales mencionaron que

la administración actualmente no posee ningún documento acerca del CADER. Han ido diversas personas, estudiantes, reporteros, investigadores de distintas instituciones a hacer trabajos acerca del CADER, vienen a solicitar los permisos y, a veces, apoyo económico. Hacen sus investigaciones y se van sin entregarnos nada a nosotros [a la administración o a la gente de las comunidades] que nos diga si hay o no hay daños a la salud de las personas. Nos quedamos con la misma incertidumbre de siempre. Pero lo que hemos notado es que en las comunidades de Maquixco y Teacalco hay muchos casos de daño renal y cáncer, pero como le menciono, no tenemos certeza de que sea por el CADER (Héctor Suarez, autoridad local de Temascalapa, 20 de noviembre de 2020).

La disposición final de desechos radiactivos en el CADER se sospecha que pone en riesgo a la población y deteriora el suelo y el agua. De acuerdo con el *Environmental Justice Atlas*, podría generar impactos negativos en los recursos naturales, el territorio y la salud de la población aledaña (EJAtlas 2021). Lamentablemente, no se cuenta aún con datos de acceso libre al respecto.

Con la llegada de la supuesta fábrica, se hizo creer a los pobladores de esas localidades que habría empleo y estabilidad socioeconómica para sus familias. Pero solo provocó sufrimiento, por el estado de incertidumbre, angustia y miedo en el que se encuentran, sobre todo los que viven cerca del lugar. Ellos han alzado la voz, pero siguen sin obtener respuesta.

Las acciones políticas de las localidades contiguas al CADER datan de la década de los ochenta, cuando ocurrió la entrada de varilla contaminada proveniente del accidente de cobalto 60 ocurrido en Ciudad Juárez (Blakeslee 1984). La entonces Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal designó que en el CADER se depositaran 70 toneladas de ese material (CNSNS 1984).

Los habitantes de ambas localidades se unieron y protestaron. En un acto de desafío, reclamaron a las autoridades gubernamentales y denunciaron su preocupación por las posibles afectaciones a la salud de los habitantes. En los periódicos no solo puede documentar la acción colectiva de los pobladores, sino una narrativa de la negación, estigmatización o culpabilidad de parte de los medios y del Estado hacia la población, a la cual se le responsabiliza de asumir su propio riesgo. Se afirma que son los únicos causantes de sus enfermedades, no el CADER o el ININ.

La desarticulación de la acción política en contra del CADER se basó en una espera condicionada por parte de los expertos encargados del ININ y de las autoridades de los diferentes Gobiernos. Les dijeron que en un tiempo determinado se llevarían el “panteón nuclear” a otro lugar. Así lo demuestra uno de los informantes que participó activamente en el movimiento contra el CADER.

La entrevista fue con un científico que se llamaba Yakaman, eso sí lo recuerdo mucho, era el que encabezaba el instituto de investigaciones y ciencias nucleares en su momento. Y se acercaron a las comunidades, incluso la prensa participó, porque creció el tema del panteón, hasta en las noticias salió. Y creció el tema en la población y se juntó más gente. Nos vinieron a hacer unas promesas que no se cumplieron, como la construcción de escuelas y fuentes de empleo para nuestras comunidades. Además, hicieron una pequeña reunión con las personas de las comunidades, donde se nos dijo que la vida útil de ese lugar iba ser aproximadamente de 12 a 13 años. Después de ahí se supone que lo iban a cambiar, con esa promesa se nos fue apaciguando, mataron el movimiento (Raúl Delgado, San Juan Teacalco, Temascalapa, 5 de agosto de 2020).

Las promesas incumplidas, y el discurso de los medios y de las autoridades gubernamentales sobre la “vida útil” del CADER han funcionado como el principal motor de silenciamiento y desmovilización política de las comunidades, junto con el usufructo político en cada periodo electoral. Las y los candidatos locales prometen a la población que reubicarán el CADER a cambio del voto.

El Gobierno de Temascalapa solo cambia de color, gobiernan los mismos. Como te digo, los partidos políticos se aprovechan de la situación para prometer cosas como que van a cerrar el panteón nuclear, pero pues, como siempre, nunca hacen nada (Raúl Delgado, San Juan Teacalco, Temascalapa, 5 de agosto de 2020).



En ese clima de apaciguamiento, engaño y clientelismo político, han ocurrido en los últimos años en la región de Temascalapa una serie de sucesos como el robo de material radiactivo que tiene como destino el CADER (Reuters 2013). De alguna manera, estos hechos han reactivado la movilización social en Santa María Maquixco y San Juan Teacalco, pero aún es incipiente. La Asamblea Nacional de Afectados Ambientales en México (Becerril 2019a) ha retomado el caso, pero no se llega a un encuentro con la población posiblemente afectada.

## Sufrimiento por desechos radiactivos

En la vida cotidiana de las localidades adyacentes al “panteón nuclear” se percibe una atmósfera de desasosiego. Los habitantes ignoran las actividades que se llevan a cabo en las instalaciones, como queda evidenciado en los siguientes testimonios.

Pues yo no sé cómo funciona lo de la radiactividad, pero acá he escuchado y he visto muchas personas con problemas renales y cáncer, supongo que es por la cercanía al panteón nuclear, también en Teacalco. Eso pues sí me preocupa y no quiero que pudiera salir afectado alguien de mi familia. Fíjate que una vez sacaron un reportaje en la tele, hay unas chamacas aquí que nacieron mal, no sé si fue por la poliomielitis. No sé, pero lo sacaron esa vez porque hay una chamaquita así, y ya es una señora y tiene como un metro de tamaño. Hay un chavo que no puede caminar, o sea, sus piernas están mal. Sí le achaca, pero no sabemos realmente si sea por eso, según es por el panteón (Luis Xotla, Santa María Maquixco, Temascalapa, 15 de octubre de 2020).

Sentimientos de aflicción como la tristeza y la resignación surgen de las personas que residen cerca del CADER. Ante la falta de información por parte de las autoridades locales hacia las personas sobre qué es ese lugar, se genera la duda. Se les pide que esperen hasta que el lugar cumpla su “vida útil”. Sin embargo, ese mecanismo ha sido usado con frecuencia para poder postergar una discusión pública y como desarticulador de acciones políticas (Auyero 2011; Hernandez 2019; Hernández Soc 2019; Renfrew 2017; Singer 2011).

Eso del panteón es muy triste. Aquí todos andamos bien preocupados por nuestros hijos, siempre hemos estado al pendiente de saber si estamos en peligro o si eso nos puede afectar a la salud. Pensamos que esa cosa algún día va a explotar, no sé, nadie nos ha dicho qué es. Cuando intentamos hablar con una autoridad local, nos dicen lo mismo siempre, que lo van a quitar, que lo van a clausurar, o que esperemos, pero ¿esperar qué? Nos toca pues resignarnos y pues seguir al pendiente nomás (Beatriz Hernández, San Juan Teacalco, Temascalapa, 17 de noviembre de 2020).

En principio, se percataron del peligro que enfrentan porque algunos vecinos fueron contratados por el Gobierno federal para excavar las zanjas donde sepultan los desechos radiactivos y, de alguna manera, comunicaban lo que hacían. Sostienen que la alerta en la población a causa del CADER surgió por

alguien de los mismos trabajadores del panteón nuclear, porque hay varias comunidades cerca de San Cristóbal Culhuacán. Más abajo está Santa María Maquixco y arriba está San Juan Teacalco. Prácticamente están a un lado del panteón nuclear, o sea, son los lugares más cercanos. Estas comunidades se alarmaron, se informaron, porque incluso alguno de ellos trabajaba allí y escuchaba lo que se platicaba en el panteón. Entonces nos empezaron, no a convocar, más bien manifestaron su preocupación porque ellos ya tenían cierta información de la gravedad de que hubiera ese material radiactivo (Saul Pérez, San Juan Teacalco, Temascalapa, 28 de septiembre de 2020).

De igual modo, la población se muestra angustiada por la incertidumbre que experimenta, sobre el modo en que la exposición a esos desechos radiactivos afecta su salud y el territorio donde han vivido con sus familias por generaciones. Ante el desconocimiento científico sobre las posibles consecuencias, con base en su experiencia, en el acercamiento con sus pares y en los rumores que se reproducen socialmente, relacionan con el CADER la presencia de malformaciones, casos de daños renales y cáncer.

Lo que más nos preocupa a los vecinos es no saber si el panteón nuclear nos afecta a nuestra salud, porque pues de repente escuchamos hablar entre los vecinos que había gente enferma de cáncer, de fallos renales... La verdad, como le digo, es un miedo recurrente, pero pues uno se va acostumbrando a pues la presencia del lugar. Ya solo queda resignarse y rezar porque en un futuro no nos pase nada, a nuestros hijos, a nuestra familia... En su momento, demandábamos que se hicieran estudios para saber si éramos afectados o no, porque aparecen malformaciones, una familia y otra, y nos preocupa (Raúl Delgado, San Juan Teacalco, Temascalapa, 5 de agosto de 2020).

El abandono institucional, la falta de estudios científicos y el usufructo político del sufrimiento de la población por parte de las autoridades locales han impulsado a los habitantes a buscar otras alternativas, como la formación de acciones políticas para denunciar las condiciones de vulnerabilidad en las que se encuentran (véase Becerril 2019b; Castillo y Hernández 2020; Santiago 2013).

En su momento, como te digo, fuimos hasta la Cámara de Diputados. Nos mencionaron que ese lugar solo iba a operar de manera temporal, que su vida era solo de 12 a 13 años, que solo teníamos que esperar para que se desmantelara. Pero pues ya pasaron casi 40 años y allí sigue, no va a desaparecer su peligrosidad porque se cambie de un Gobierno a otro (Gregorio Ortiz, San Juan Teacalco, Temascalapa, 23 de septiembre de 2020).

De alguna manera, queríamos levantar la voz. Fuimos a la Cámara de Diputados. Fuimos con las familias que decían que tenían enfermedades por la radiación del panteón, vi casos muy fuertes, gente con malformaciones, con cáncer y de allí nos dio más miedo, sentimos preocupación por los daños del panteón (Julia Méndez, Santa María Maquixco, Temascalapa, 21 de noviembre de 2020).

El sufrimiento por desechos radiactivos es una condición que se produce por las formas en que las relaciones de poder modifican el territorio y destruyen la naturaleza, pero también se refiere a las experiencias sociopolíticas de los habitantes frente a la incertidumbre sobre su estado de salud, el engaño, el olvido y la espera por el Estado. Es una condición real y subjetiva de las transformaciones socioambientales generadas por la disposición de desechos radiactivos. Es la consecuencia no planeada del uso de fuentes de energía nuclear que producen diversos desechos tóxicos y radiactivos generados por las aplicaciones en la ciencia y la industria.

Las experiencias de sufrimiento también se ven exacerbadas por las distintas fuentes de rumores. Por ejemplo, los diversos medios de comunicación y la escasa información que circula en las comunidades. En ese sentido, los rumores tienen el potencial de hacer experimentar diversos acontecimientos. Más allá de señalarlos como algo externo, los configuran durante el acto mismo de enunciación y exacerbaban los sentimientos de aflicción (véase Das 2006). Como se vio en los testimonios, los rumores surgen por la falta de información concreta sobre si existe o no un riesgo para la salud de la población, a causa de la exposición a desechos radiactivos, pero también por las formas en que los sujetos definen socioculturalmente el riesgo de vivir cerca del CADER.

## Conclusiones

En este artículo se discute cómo el CADER es la principal evidencia del camino contradictorio que ha seguido el Estado y el capital en relación con la supuesta transición energética. Se impulsan las energías renovables y fósiles, pero al mismo tiempo se generan residuos peligrosos, por el uso de fuentes radiactivas, que se desechan sin tomar en cuenta las consecuencias negativas para la salud de la población, el territorio y la naturaleza.

La investigación da cuenta de las relaciones de poder en la construcción del CADER y del sufrimiento que experimentan los habitantes de las localidades cercanas a él: la presencia de malformaciones, problemas renales y cáncer. Ante la falta de respuesta institucional, han optado por la protesta como un recurso político para hacer visible su condición de vulnerabilidad frente a ese lugar, su enojo y la exigencia de cerrarlo o reubicarlo definitivamente. No hay que soslayar las relaciones de poder

que habilitan las condiciones de espera que se aplican sobre la población, por parte de autoridades gubernamentales, para desarticular las protestas.

La ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos dista del abordaje del sufrimiento ambiental, en el que predomina un espacio privilegiado de las personas que sufren los embates de todo tipo de contaminación ambiental. En cambio, la propuesta aquí presentada adiciona el aparato teórico y metodológico de la ecología política, para identificar y analizar cómo las relaciones de poder políticas y económicas configuran escenarios socioambientales controversiales.

La ecología política del sufrimiento permite analizar cómo las relaciones de poder articulan cambios en la naturaleza e impactan sobre las condiciones de vida de las poblaciones. Se interesa por indagar cómo estos elementos configuran situaciones adversas que posiblemente afectan la salud de las personas, y se evidencian las experiencias encarnadas de aflicción, angustia, dolor, incertidumbre y abandono.

## Bibliografía

- Alimonda, Hector. 2011. "La colonialidad de la naturaleza. Una aproximación a la Ecología Política Latinoamericana". En *La naturaleza colonizada: ecología política y minería en América Latina*, editado por Hector Alimonda, 21-60. Buenos Aires: Ediciones CICCUS.
- Aquino Centeno, Salvador. 2019. "Metales pesados y otros fierros: las tensiones históricas por las transformaciones territoriales y ambientales en la Sierra Zapoteca de Oaxaca". En *Despojo, conflictos socioambientales y alternativas en México*, editado por Darcy Victor Tetreault, Cindy McCulligh y Carlos Lucio, 323-358. México: Universidad Autónoma de Zacatecas & Miguel Ángel Porrúa.
- Arellano Islas, Alberto Gordillo Martínez y Cesar A. González Ramírez. 2010. "Balance Hídrico en el Acuífero Cuautitlan-Pachuca, México: Proyecciones para 2021". *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* 10: 65-90.
- Auyero, Javier, y Debora Swistun. 2008. *Inflamable: estudio del sufrimiento ambiental*. Buenos Aires: Paidós.
- Auyero, Javier. 2011. "Patients of the state: an ethnographic account of poor people's waiting". *Latin American Research Review* 46: 5-29. doi.org/10.1353/lar.2011.0014
- Baer, Hans, y Merrill Singer. 2016. *Global warming and the political ecology of health: Emerging crises and systemic solutions*. Londres: Routledge. doi.org/10.4324/9781315428017
- Baer, Hans. 1996. "Toward a political ecology of health in medical anthropology". *Medical Anthropology* 15: 451-454. doi.org/10.1525/maq.1996.10.4.02a00020

- Barber, Marcus. 2010. "Global Warming and the Political Ecology of Health: Emerging Crises and Systemic Solutions". *The Australian Journal of Anthropology* 21: 390-391. doi.org/10.1111/j.1757-6547.2010.00090.x
- Bastian Duarte, Ángelica Ixkic. 2014. "Movilización y conocimiento: luchas ambientales en el Golfo de México". En *Conflictos, conflictividades y movilizaciones socioambientales en México: problemas comunes, lecturas diversas*, editado por Nicholas Risdell y María Fernanda Paz, 140-160. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
- Becerril, Andres. 2019a. "Panteón radiactivo, a 14 km de Santa Lucía: no lo incluyen en estudio de impacto ambiental". *Excelsior*, 10 de julio. <https://bit.ly/2Z04uim>
- Becerril, Andres. 2019b. "Piden indagar panteón radiactivo de Temascalapa". *Excelsior*, 15 de octubre. <https://bit.ly/3lZ470F>
- Beguiria, Arantza, y Eva Zafra Aparici. 2019. "Corporalidades permeables: Intersecciones entre medio ambiente y salud: Introducción al monográfico". *AIBR: Revista de Antropología Iberoamericana* 14: 11-27. doi.org/10.11156/aibr.140102
- Blakeslee, Sandre. 1984. "Nuclear spill at Juarez looms as one of worst". *The New York Times*, 1 de mayo. <https://nyti.ms/3b8EC6V>
- Bourdieu, Pierre. 1993. *The weight of the world: Social suffering in contemporary society*. Reino Unido: Alhoda UK.
- Brisbois, Ben Wesley, Leila Harris y Jerry M. Spiegel. 2018. "Political Ecologies of Global Health: Pesticide Exposure in Southwestern Ecuador's Banana Industry". *Antipode* 50: 61-81. doi.org/10.1111/anti.12340
- Brunnengraber, Achim. 2019. "The wicked problem of long-term radioactive waste governance". En *Conflicts, Participation and Acceptability in Nuclear Waste Governance*, editado por Achim Brunnengraber y Maria Rosaria Di Nucci, 335-355. Londres: Springer.
- Camacho Severín, Fernando. 2019. "Alertan vecinos del nuevo aeropuerto sobre el estrés hídrico en Santa Lucía". *La jornada*, 17 de marzo. <https://www.jornada.com.mx/2019/03/17/politica/008n3pol>
- Camacho, Juana. 2017. "Acumulación tóxica y despojo agroalimentario en La Mojana, Caribe Colombiano". *Revista Colombiana de Antropología* 53: 123-150 <https://revistas.icanh.gov.co/index.php/rca/article/view/5>
- Castillo, Oscar Adán. 2019. "Hacia una Ecología Política Latinoamericana del Desastre Urbano: Algunos apuntes para su discusión. Estudios Socioterritoriales". *Revista de Geografía* 25: 1-14. doi.org/10.37838/unicen/est.25-014
- Castillo, Eric Galindo, Elema M. Otazo Sanchez, Raymundo Reyes Gutiérrez, Santiago M. Castillo, Oscar Adán, y Jorge Antonio Hernández Gamboa. 2020. "Ecología política del sufrimiento hídrico: El caso del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles y el Frente de Pueblos Originarios por la Defensa del Agua". *Argumentos Estudios críticos de la sociedad* 93: 1-30.

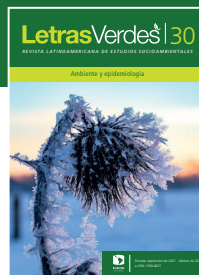
- CNSNS. 1984. “Accidente por contaminación con cobalto-60 México 1984”, <https://bit.ly/3ITPlrY>
- Connolly, Creighton, Kotsila Panagiota y Giacomo D’Alisa. 2017. “Tracing narrative-sand perceptions in the political ecologies of health and disease”. *Journal of Political Ecology* 24: 1-10. doi.org/10.2458/v24i1.20778
- Cotton, Matthew. 2017. *Nuclear Waste Politics: An Incrementalist Perspective*. Reino Unido: Taylor & Francis.
- D’Alisa, Giacomo, Anna Rita Germani, Pasquale Marcello Falcone y Piergiuseppe Morone. 2017. “Political ecology of health in the Land of Fires: a hotspot of environmental crimes in the south of Italy”. *Journal of Political Ecology* 24: 59-86.
- Das, Veena. 1995. *Critical Events: An Anthropological Perspective on Contemporary India*.
- Das, Veena. 2006. “In the Region of Rumor”. En *Life and Words: Violence and the Descent*.
- De Alba, Felipe, y Hugo Hernández Gamboa. 2017. “La ecología política del caso de Ecatepec, en la metrópolis de México ¿Existe un voto hídrico?”. *Reflexión política* 19: 42-59. doi.org/10.29375/01240781.2766
- De Freitas, Maria do Carmo Soares, De Souza Minayo, Maria Cecília, Lopes Pena, Paulo Gilvane, y Miranda dos Santos, Neuza Maria. 2012. “Un ambiente enfermo: significados de la contaminación industrial en Isla de Maré, Bahía, Brasil”. *Desacatos* 39: 73-88.
- De Miguel, Teresa. 2020. “La lucha indígena que busca ponerle freno al Tren Maya”. *El País*, 16 de diciembre. <https://bit.ly/3vrppXR>
- Delgado-Ramos, Gian Carlo. 2015. “Water and the political ecology of urban metabolism: the case of Mexico City”. *Journal of Political Ecology* 22: 98-114. doi.org/10.2458/v22i1.21080
- Dessus, Benjamin, André Guillemette, Bernard Laponche y Jean-Claude Zerbib. 2014. “Matières et déchets de la production d’électricité d’origine nucléaire”. *Ecologie politique* 2: 143-170. doi.org/10.2458/v24i1.20782
- EJAtlas. 2021. “Cementerio nuclear (CADER) en Temascalapa, México”, <https://bit.ly/3vul5af>
- García Alcocer, Guillermo Ignacio. 2019. “La transición energética hacia las tecnologías limpias: Un motor para el desarrollo de México”. En *Aportes sobre la configuración del derecho energético en México*, editado por Anglés Hernández y Palomino Guerrero, 101-118. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM.
- González, Miguel, y Águeda Suárez. 2017. “Vientos del capitalismo verde: globalización, desarrollo y transición energética en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca, México)”. *Ciência & Trópico* 41. <https://bit.ly/3G3qslx>
- Harper, Janice. 2004. “Breathless in Houston: a political ecology of health approach to understanding environmental health concerns”. *Med Anthropol* 23: 295-326. doi.org/10.1080/01459740490513521



- Harvey, David. 1996. *Justice, nature & the geography of difference*. Oxford: Blackwell.
- Hernández Soc, Alba Patricia. 2019. “El grupo antinuclear de Madres Veracruzanas: mujeres e historia oral”. En *Conflictos y resistencias: energía y conflictividad socioambiental en México*, editado por Vasundhara Jairath y Angela Ixkic Bastian Duarte, 305-332. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Hernández, Maricarmen. 2019. “Building a Home: Everyday Placemaking in a Toxic Neighborhood”. *Sociological Perspectives* 62: 709-727.  
doi.org/10.1177/0731121419866806
- Howe, Cymene, Dominic Boyer y Edith Barrera. 2015. “Los márgenes del Estado al viento: autonomía y desarrollo de energías renovables en el sur de México”. *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology* 20: 285-307.  
doi.org/10.1111/jlca.12149
- Howse, Dana, Mohamed F. Jeebhay y Barbara Neis. 2012. “The Changing Political Economy of Occupational Health and Safety in Fisheries: Lessons from Eastern Canada and South Africa”. *Journal of Agrarian Change* 12: 344-363.  
doi.org/10.1111/j.1471-0366.2011.00343.x
- INFOMEX. 2015. *Resolucion\_095\_sol\_25715*. México: Infomex.
- ININ. 1998. *El Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos*. México
- Izcara Palacios, Simón Pedro. 2007. *Introducción al muestreo*. México: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Jackson, Paul, y Abigail H. Neely. 2014. “Triangulating health: Toward a practice of political ecology of health”. *Progress in Human Geography* 39: 47-64.  
doi.org/10.1177/0309132513518832
- Kim, Tae-Hyun, y Hong-Kyu Kim. 2014. “The spatial politics of siting a radioactive waste facility in Korea: A mixed methods approach”. *Applied Geography* 47: 1-9.
- Kimura, Aya. 2015. “Understanding Fukushima: nuclear impacts, risk perceptions and organic farming in a feminist political ecology perspective”. En *The international handbook of political ecology*, editado por Raymond L. Bryant, 108-116. Reino Unido: Edward Elgar Publishing.
- King, Brian. 2010. “Political ecologies of health”. *Progress in Human Geography* 34: 38-55.
- King, Brian., y Kelly A. Crews. 2013. *Ecologies and politics of health*. USA/Canada: Routledge Taylor & Francis group.
- Kleinman, Arthur, Veena Das, Margaret Lock y Margaret M. Lock. 1997. *Social suffering*. Estados Unidos: Univ of California press.
- Latour, Bruno. 2007. *Nunca fuimos modernos*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Laverlochère, Carole, y Thireau, Veronique. 2015. “Le Risque politique à l'épreuve de la gestion des déchets radioactifs (Faible Activité Vie Longue (FAVL)”. Ponencia presentada en *Journée d'étude Définir, domestiquer et communiquer sur les risques industriels*, Foncsi et Sciences Po Lyon, julio, Lyon, Francia.


- Leff, Enrique. 2003. "La ecología política en América Latina: un campo en construcción". *Polis Revista Latinoamericana* 18: 17-40.  
doi.org/10.1590/S0102-69922003000100003
- Lewis, Nancy D. 2015. "Ecologies and Politics of Health". *The AAG Review of Books* 3: 68-70. doi.org/10.1080/2325548X.2015.1015915
- McCulligh, Cindy. 2019. "El lado gris del crecimiento verde: la contaminación industrial del río Santiago y la no regulación ambiental". En *Despojo, conflictos socioambientales y alternativas en México*, editado por Darcy Victor Tetreault, Cindy McCulligh y Carlos Lucio, 211-246. México: Universidad Autónoma de Zacatecas & Miguel Ángel Porrúa.
- Miller, Max J. 1973. "Industrialization, ecology and health in the tropics". *Canadian Journal of Public Health* 15: 11-16. <https://bit.ly/3DUDQGO>
- Navarro-Reynoso, Francisco. 2009. "Bioethics and toxic waste". *Revista Médica del Hospital General de México* 72: 160-163.
- OIEA. 2018. "Procesamiento de desechos nucleares", <https://bit.ly/3DXVtW8>
- ONU. 2019. *Global trends in renewable energy investment 2019*. Alemania: Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF.
- Ortiz Oliveros, Huemantzin Balan y Monica Alexia Torres Carranza. 2019. "Desechos radiactivos de vida media corta en hospitales públicos en México: estado actual". *CIENCIA ergo-sum* 26: 1-15. doi.org/10.30878/ces.v26n2a8
- Paredes, Lidia, y Severiano Sánchez. 2004. "Proyección al 2035 de los Desechos Radiactivos de Nivel Bajo e Intermedio en México". Ponencia presentada en *Annual Meeting and XXII SMSR Annual Meeting Cancún*, México, 14 de julio.  
<https://bit.ly/3G1PPUK>
- Parotte, Céline. 2018. *L'art de gouverner les déchets hautement radioactifs*. Francia: Collection Sciences et Technologies en Société
- Pathak, Gauri. 2019. "Polycystic ovary syndrome, medical semantics, and the political ecology of health in India". *Anthropol Med* 27: 49-63.  
doi.org/10.1080/13648470.2018.1544606
- Petney, Trevor. 2015. "Ecologies and Politics of Health. Routledge Studies in Human Geography". *Singapore Journal of Tropical Geography* 36: 270-272.  
doi.org/10.1111/sjtg.12104
- Petryna, Adriana. 2004. "Biological citizenship: the science and politics of Chernobyl-exposed populations". *Osiris* 19: 250-265. doi.org/10.1086/649405
- Piaz, Agustin Gabriel. 2020. "Controversias por la producción de nucleoelectricidad en México". *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad* 18. <https://bit.ly/3aV3qik>
- Renfrew, Daniel. 2013. "'We Are Not Marginals'. The Cultural Politics of Lead Poisoning in Montevideo, Uruguay". *Latin American Perspectives* 40: 202-217.  
doi.org/10.1177/0094582X12467764


- Renfrew, Daniel. 2017. "Spectral science: Tracing the conflict zones of Uruguayan lead poisoning". *Culture, Theory and Critique* 58: 375-390.
- Reuters. 2013. "Roban camión con material radioactivo "peligroso" en México: IAEA", <https://reut.rs/3DR4T5M>
- Santiago, Marcos. 2013. "Denuncian ante la CIDH cementerio nuclear en Temascalapa". *Quadratin*, 15 de octubre. <https://bit.ly/3ARkfW8>
- Sarlingo, Marcelo. 2013. "Corporalidad tóxica y sufrimiento ambiental. La experiencia de los habitantes de Colonia Hinojo, República Argentina". *Quaderns-e de l'Institut Català d'Antropologia* 18: 156-172.
- Seduym. 2005. "Plan municipal de desarrollo urbano de Temascalapa", <https://bit.ly/2Z3d803>
- SENER. 1997. "Norma Oficial Mexicana NOM-022/1-NUCL-1996. Requerimientos para una instalación para el almacenamiento definitivo de desechos radiactivos de nivel bajo cerca de la superficie", <https://bit.ly/3BWSlcl>
- SENER. 2016. "Seguridad radiológica y desechos radioactivos", <https://bit.ly/3AUkyzn>
- Shapiro, Nicholas, y Eben Kirksey. 2017. "Chemo-ethnography: An introduction". *Cultural Anthropology* 32: 481-493.
- Singer, Merrill. 2011. "Down cancer alley: the lived experience of health and environmental suffering in Louisiana's chemical corridor". *Med Anthropol Q* 25: 141-163. [doi/10.1111/j.1548-1387.2011.01154.x](https://doi.org/10.1111/j.1548-1387.2011.01154.x)
- Singer, Merrill. 2014. "Following the turkey tails: neoliberal globalization and the political ecology of health". *Journal of Political Ecology* 21: 437-451. [doi.org/10.2458/v21i1.21145](https://doi.org/10.2458/v21i1.21145)
- Smith, Neli. 1984. *Uneven Development: Nature, Capital, and the Production of Space*. Estados Unidos: Better World Books
- Solíz Torre, María Fernanda. 2015. "Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador". *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* 17: 4-28. [doi/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259](https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259)
- Sword-Daniels, Victoria, Christine Eriksen, Emma E. Hudson-Doyle, Ryan Alaniz, Carolina Adler, Todd Schenk y Suzanne Vallance. 2018. "Embodied uncertainty: living with complexity and natural hazards". *Journal of Risk Research* 21: 290-307.
- World Nuclear Association. 2020. "World nuclear performance report", <https://bit.ly/3DTFVmo>



## Imaginario urbano en áreas protegidas de la ciudad de Mar del Plata, Argentina

Urban Imaginaries in Mar del Plata's Protected Areas, Argentina

 María-Belén Loyza, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, mbelenloyza@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6188-2180

 Ignacio-Mariano Azcue-Vigil, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, ignacioazcue@hotmail.es, orcid.org/0000-0001-8958-1726

Recibido: 5 de enero de 2021  
Aceptado: 6 de junio de 2021  
Publicado: 30 de septiembre de 2021

### Resumen

Las reservas naturales dentro de las áreas urbanas brindan servicios ecosistémicos a la población y son de gran importancia para lograr la sostenibilidad urbana. El objetivo del presente artículo es analizar cómo estas áreas protegidas son comprendidas por los habitantes de la ciudad, tomando como caso de estudio la Reserva Natural Puerto Mar del Plata (RNPMdP) y la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos (BPR), ambas pertenecientes al partido de General Pueyrredon (Buenos Aires, Argentina). Con la finalidad de recuperar aquellos imaginarios urbanos que guían las prácticas de las personas, se recurre a fuentes de información primaria y secundaria, como entrevistas en profundidad y documentos oficiales, utilizando una metodología cualitativa de investigación. El miedo asociado a la naturaleza “salvaje”, la búsqueda de control y orden, la tranquilidad de alejarse de los centros urbanos y refugiarse en lugares del periurbano y las diferentes percepciones sobre la gestión en espacios públicos y privados de naturaleza urbana son algunos de los imaginarios abordados. Tomando en cuenta los problemas de conservación que enfrentan las áreas protegidas urbanas, estudiar cómo son comprendidas es necesario para una correcta gestión ambiental urbana.

**Palabras clave:** áreas protegidas; conservación; gestión ambiental; imaginarios urbanos; naturaleza urbana; problemas ambientales

### Abstract

Nature reserves within urban areas provide ecosystem services to the population. They have great importance to achieve urban sustainability. The objective of this article is to analyze how these protected areas are understood by the inhabitants of the city, taking as a case study two reserves located in general Pueyrredon, Buenos Aires, Argentina: “Reserva Natural Puerto Mar del Plata” and “Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos”. In order to recover the urban imaginaries that guide the practices of people, the research bases on a qualitative research methodology, employing primary and secondary information sources, such as in-depth interviews and official documents. The fear associated with the “wild” nature, the search for control and order, the tranquility of moving away from urban centers and taking refuge in peri-urban places and the different perceptions about urban nature management in public and private spaces are some of the imaginary addressed. Taking into consideration the conservation problems faced by urban protected areas, it is important to study how these spaces are understood, for proper urban environmental management.

**Keywords:** conservation; environmental management; environmental problems; protected areas; urban imaginaries; urban nature doi.org/10.17141/letrasverdes.30.2021.4795



## Introducción y estado de la cuestión

Tradicionalmente, la gestión de la naturaleza ha estado asociada a los espacios rurales o alejados de las áreas urbanas. Sin embargo, en los espacios urbanos, la conservación de la naturaleza ha adquirido mayor relevancia en los últimos años, debido a que gran parte de la población mundial (54 %) vive hoy en ciudades (Organización de las Naciones Unidas 2017). Los espacios naturales urbanos protegen la biodiversidad, permiten el contacto de los urbanitas con la naturaleza (Restrepo 2007) y proveen diversos beneficios para los habitantes de las ciudades. Dichos beneficios, desde una perspectiva socioecológica, se denominan servicios ecosistémicos (MEA 2003).

La ciudad de Mar del Plata se encuentra ubicada en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Es la cabecera del partido de General Pueyrredon y cuenta con alrededor de unos 656 000 habitantes permanentes, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC 2020). Una de sus principales actividades económicas es el turismo, lo cual aumenta significativamente la población en temporada estival. También son relevantes la industria textil y la pesca, dado que cuenta con un parque industrial y un puerto de gran envergadura. El crecimiento urbano en los últimos años ha experimentado un desarrollo notable hacia el periurbano, por lo que son escasos los espacios verdes (Mar del Plata Entre Todos 2018). No obstante, el partido de General Pueyrredon cuenta con áreas protegidas que conservan ecosistemas y especies, y brindan a sus habitantes diversos servicios ecosistémicos.

La Reserva Natural Puerto Mar del Plata y la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos son dos áreas protegidas localizadas en la zona sur de la ciudad, que se corresponden con ciertos objetivos de conservación. La primera constituye una reserva natural urbana (RNU), caracterizada por preservar porciones de ecosistemas autóctonos, además de grandes aulas de educación ambiental para los habitantes y visitantes de la ciudad. A escala mundial, desde las gestiones locales de grandes ciudades, se ha impulsado el desarrollo y la proliferación de estas reservas urbanas, acompañadas de espacios verdes (parques, plazas, jardines y balcones). Argentina cuenta con 80 RNU; la Reserva Natural Puerto Mar del Plata es la única de esta clasificación en el tejido urbano de la ciudad.

Por su parte, la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos constituye un bosque urbano. Estos pueden ser definidos como

redes o sistemas que comprenden todos los arbolados (rodales), grupos de árboles y árboles individuales ubicados en las áreas urbanas y periurbanas; por tanto, se incluyen bosques, árboles en las calles, árboles en los parques y jardines y árboles en las esquinas de las calles (Salbitano et al. 2017, 2).

En el partido de General Pueyrredon, se han establecido normativas para proteger los bosques urbanos y periurbanos. La primera de ellas es la Ordenanza N° 9717 del año 1994, que creó la figura de Reserva Forestal para proteger algunos barrios y espacios verdes de la ciudad de Mar del Plata. Hasta la fecha, la ordenanza ha sufrido algunas modificaciones e incorporado otras áreas como reservas forestales (17 en todo el partido).

Si bien cada una de las reservas posee determinadas particularidades, ambas comparten su característica de urbanidad y de espacio verde. Ello implica la convivencia entre las actividades propias de la ciudad y las necesidades de sus residentes como habitar, trabajar, recrearse, entre otras. Si bien existen estudios acerca de la gestión de áreas verdes (algunos de ellos son: Sörensen, Smit y Barzetti 1998; Flores-Xolocotzi 2012), es menos frecuente la literatura que hace referencia a los modos de significarlas por parte de los habitantes urbanos. Por ello, se pretende indagar acerca de las representaciones, las vivencias y las prácticas que las acompañan, lo que deja entrever configuraciones imaginarias sociales acerca de las áreas protegidas urbanas.

Los imaginarios “constituyen una entrada analítica potente para dilucidar las fuerzas profundas que atraviesan los grandes procesos urbanos actuales” (Lindón, Aguilar y Hiernaux 2006, 18). Para García Canclini (en Lindón 2007), el estudio de lo urbano pasó de ser algo mayormente basado en descripciones socioeconómicas del desarrollo de las ciudades a incorporar componentes culturales, que contemplan la heterogeneidad y lo simbólico. Así, puede afirmarse que los procesos urbanos no se entienden únicamente a través de variables económicas o políticas, sino que debe añadirse la subjetividad social (Lindón, Aguilar y Hiernaux 2006).

Si se entiende que un espacio es territorio en tanto determinado colectivo social se apropia de él y lo ordena a través de cierta forma de funcionamiento a lo largo del tiempo (Gallastegui Vega 2000), puede hablarse de una función simbólica e imaginaria de este. Según Silva (2006), los ciudadanos, a partir de las creaciones imaginarias, pueden establecer un vínculo con la ciudad, que la transforma en un espacio vivido, marcado y reconocido por cada uno de sus habitantes. En ese sentido, la urbe es depositaria de distintas connotaciones imaginarias que, dadas las características y representaciones de los diversos actores sociales, configuran ciertas prácticas que pueden entrar o no en conflicto entre ellas.

Por otra parte, los imaginarios juegan un papel destacado en la elaboración de políticas públicas. Leff (2010) advierte que pueden construir una nueva racionalidad ambiental, basada en el diálogo de saberes y en el reconocimiento de la otredad. Esto se vuelve relevante dada la hegemonía de un imaginario de desarrollo que toma a la innovación como brújula para la renovación urbana, basada sobre todo en la competitividad y el crecimiento económico (Vera 2017). Esa forma de pensar la ciudad cae en la trampa de generar políticas y planes disociados del contexto donde se insertan, sin tener en cuenta las representaciones simbólicas del conjunto de los actores



sociales (Gravano 2011). En el caso de la problemática ambiental, la exclusión de imaginarios alternos puede generar conflictos en torno a la utilización y apropiación del territorio (Girado 2014).

Asimismo, los imaginarios no son una representación exacta de lo observable, sino que en ellos se desenvuelve la capacidad de creación e inventiva de las personas, como una forma de comunicar sus insatisfacciones y deseos. Según Iparraguirre (2017, 251), están constituidos por elaboraciones mentales tales como “las representaciones, los símbolos, las ideologías, las utopías, los sueños, los planes de vida, los modos de trabajo”. Desde luego, es imposible afirmar que los imaginarios están presentes de igual forma en la sociedad. El filósofo Cornelius Castoriadis distingue entre las construcciones simbólicas “instituidas” e “instituyentes”. La primera, hace referencia a lo establecido a través de las instituciones que estructuran y ordenan las sociedades, y la segunda alude a creencias, proyectos y acciones que propugnan su transformación (Medina 2009, 9). En ese sentido, puede hablarse de imaginarios dominantes (visiones centrales en la reproducción socioespacial) y de resistencia (concepciones alternativas que promueven nuevos patrones urbanos) (Lindón y Hiernaux 2008).

En función de lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo analizar cómo dos espacios protegidos, la Reserva Natural Puerto Mar del Plata y la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos, son pensados y vividos por sus usuarios y residentes. Es decir, se busca comprender los imaginarios urbanos presentes en los diversos actores que se desempeñan en la configuración y transformación de las áreas protegidas estudiadas. Por otra parte, además de las representaciones ancladas a estos espacios, los imaginarios permiten dar cuenta de las diversas formas de entender, vivir y producir la ciudad, de manera más general. A continuación, se especifican los aspectos metodológicos que guían la presente investigación, para luego continuar con la descripción de las áreas protegidas y el análisis de los imaginarios correspondientes.

## Materiales y métodos

A fin de comprender las representaciones que poseen los habitantes de una ciudad respecto de las áreas protegidas urbanas, los imaginarios urbanos permiten aproximarse al abordaje simbólico de la producción de la ciudad. Según Lindón (2007), el estudio de los imaginarios requiere trabajar en las subjetividades sociales, a través de fuentes tales como discursos e imágenes. Por lo tanto, “es fundamental reconstruirlos a partir de los relatos y la observación de las prácticas inmediatas de las personas” (Hiernaux 2008, 32).

La presente investigación emplea una metodología cualitativa. Se analizaron fuentes de datos primarias y secundarias. En cuanto a las fuentes primarias, se reali-

zaron observaciones y entrevistas semiestructuradas a distintos actores involucrados con las áreas objeto de estudio. Las fuentes secundarias comprenden la normativa, los archivos periodísticos, las imágenes y otra documentación relacionada con los casos de estudio.

En el caso del Bosque Peralta Ramos, se realizaron 21 entrevistas a vecinos, comerciantes y fomentistas de la reserva, entre los meses de abril y diciembre de 2019. La mayoría de los contactos se realizaron a través de la técnica conocida como “bola de nieve”, en la que un entrevistado proporciona el contacto de la siguiente persona a entrevistar (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2014). Para los primeros entrevistados, el contacto se produjo a través de redes sociales y acercamientos particulares. Se formularon preguntas sobre aspectos tales como la elección de vivir en la reserva, el contacto con otros actores, la participación en proyectos o actividades barriales, la percepción acerca del estado del lugar y sus expectativas futuras.

Para indagar en los imaginarios alrededor de la Reserva Natural Puerto Mar del Plata, se realizaron entrevistas entre los meses de julio de 2017 y febrero de 2018 a dos grandes grupos de actores participantes del conflicto estudiado en dicha área protegida: los defensores de la Reserva y los hinchas del Club Atlético Aldosivi. En relación con los primeros, se recuperó la voz de cinco referentes de organizaciones centrales del conflicto, como la Asamblea de Vecinos, la Fundación de la Reserva y *Greenpeace*, contactados por una informante clave. Para el caso del Club se tomaron algunas voces de hinchas mediante dos entrevistas en profundidad y otras se recuperaron de comentarios de Internet. Con ello se llegó a la saturación teórica. Por su parte, las miradas de las autoridades del Club y del Consorcio Regional Portuario se tomaron de archivos periodísticos, dada la dificultad de acceder a los referentes. Se buscó indagar acerca de las vivencias y las maneras de relacionarse con el espacio, tomando en cuenta la temporalidad, es decir, sus experiencias pasadas, actuales y sus expectativas a futuro. Se profundizó sobre la forma en que entienden la naturaleza y los modelos de desarrollo en la ciudad. Cabe destacar que siempre se tuvo en cuenta que esas visiones parten del estudio del conflicto, es decir, considerando sus posturas durante este.

El análisis se basó en categorías como vínculo con la naturaleza, gestión de las áreas, sentimientos asociados a dichos espacios y relación con el resto de la ciudad. Vale resaltar que el establecimiento de los imaginarios precedentes se debe a la lectura y el análisis de las entrevistas realizadas, junto con las fuentes de datos secundarias. Así, se pudieron encontrar coincidencias respecto a las opiniones de los entrevistados. Esas coincidencias no refieren necesariamente a la voz de la mayoría de los participantes, sino más bien a los imaginarios que subyacen en cada una de las argumentaciones. Por ejemplo, cuando se habla de la naturaleza ordenada y salvaje, no se refleja una preferencia por una u otra de cierta cantidad de entrevistados. Lo que se afirma es la presencia de esa dicotomía como parte de los imaginarios de los actores; dependiendo del caso, se mostrará cuál posición predomina.

## Análisis y resultados

### La Reserva Natural Puerto Mar del Plata y la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos

La zona sur de la ciudad de Mar del Plata ha tenido gran dinamismo en las últimas décadas, con los procesos de expansión y consolidación urbana (Zulaica y Ferraro 2010). Además, presenta múltiples tensiones entre diversos intereses, actores y usos del espacio, entre los que se encuentra la búsqueda de la conservación de ciertos ecosistemas autóctonos o espacios verdes frente a proyectos inmobiliarios, productivos y económicos. Testigos de esos intereses contrapuestos son las áreas protegidas de la ciudad, como la Reserva Natural Puerto Mar del Plata y la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos (mapa 1).

Mapa 1. Localización de las reservas



Fuente: elaboración propia con base en Google Earth y Qgis.

La Reserva Natural Puerto Mar del Plata, a pesar de su pequeña extensión (40 hectáreas aproximadamente), cuenta con una gran biodiversidad y diversos ambientes como humedales, pastizales, médanos y playa.<sup>1</sup> Fue declarada Reserva Municipal en 1990 y Reserva Provincial de Objetivos Definidos Mixtos, Botánico, Faunístico y Educativo en 2014. Funciona como área de amortiguación de los usos disímiles del espacio: los residenciales del barrio de Punta Mogotes, los industriales de la zona portuaria y los turísticos del complejo Punta Mogotes. Esas actividades han generado tensiones que pusieron en peligro la conservación del área.

Una de ellas fue la disputa con el Club Atlético Aldosivi, que inició en 2010, cuando esa entidad, de fuerte identidad barrial en el puerto, obtuvo de la administración portuaria el terreno, por uso de 30 años, para construir allí su estadio. Con el comienzo de las obras, sin el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, no obtuvieron la aprobación de la Evaluación de Impacto Ambiental. La sociedad civil comenzó a organizarse en defensa del espacio, con la participación de la Fundación de la Reserva del Puerto, *Greenpeace* y la Asamblea de Vecinos Trabajando en Acciones por la Reserva (A.V.A.T.A.R.). Otros conflictos en esta reservatienn que

<sup>1</sup> Ver detalles en De Marco (2011).

ver con la contaminación producida por las industrias del puerto y con los impactos generados por obras en balnearios turísticos contiguos.

Por su parte, el Bosque Peralta Ramos tiene aproximadamente 350 hectáreas, donde predominan especies como eucaliptos, pinos, cipreses, acacias y aromos. Su particularidad es que, si bien está considerado como una reserva forestal, también es un barrio de viviendas residenciales, con equipamiento e infraestructura urbana. En la actualidad, se calcula que habitan en él 10 000 personas, lo que amerita diversas consideraciones en cuanto a su gestión.

La reserva forestal se encuentra bajo protección de normativas municipales. Una de ellas es la Ordenanza n° 9717/94, que declara reservas forestales a diversos espacios arbolados de la ciudad y dispone su conservación. Por su parte, la Ordenanza n° 9784/94 establece un Código de Preservación Forestal para todo el partido de General Pueyrredon. Además de las ordenanzas citadas, pueden destacarse algunos actores relevantes en la gestión de la reserva, como la Sociedad de Fomento del Bosque Peralta Ramos, el Departamento de Arbolado Urbano, dependiente del Ente Municipal de Servicios Urbanos (EMSUR), y la Asociación de Barrios Reservas Forestales.

Aunque la actividad de esos actores es relevante para gestionar la forestación, la inexistencia de un plan de manejo específico para el Bosque Peralta Ramos y la falta de cumplimiento de la normativa existente, en algunas oportunidades, han propiciado problemáticas. Una de ellas es la expansión urbana dentro de la reserva forestal, que se ha incrementado exponencialmente en los últimos 20 años. Ello provocó una pérdida significativa de árboles, ya que tampoco existieron controles de remoción y sustitución de estos, tal como estaba previsto en la legislación. Asimismo, es necesario considerar problemas relacionados con el arbolado, que muestra signos de envejecimiento en algunos ejemplares. Eso ha provocado múltiples caídas recientes, que suponen un riesgo permanente para los habitantes y visitantes del lugar.

### ¿Cómo se piensan las áreas protegidas urbanas? Análisis de los imaginarios

En los siguientes apartados se analizan algunos imaginarios asociados a la naturaleza urbana, como la distinción entre naturaleza salvaje y ordenada, las percepciones sobre la gestión pública o privada de esta, la búsqueda de escape y tranquilidad, en contraposición a la vida urbana y los miedos que conlleva. Se observa que los imaginarios son interdependientes entre sí, y cada uno de ellos posee implicancias en los restantes. Las relaciones entre soportes simbólicos implican prácticas que visibilizan la complejidad de los procesos urbanos (García Canclini en Lindón 2007; Silva 2006).

## *Naturaleza ordenada y salvaje*

Con el objetivo de describir las formas de entender los espacios de interés, se comienza por observar cómo se concibe a la naturaleza en términos generales. Si bien no es objetivo de este artículo detallar las múltiples formas de entenderla,<sup>2</sup> se considera una mirada que ha guiado el desarrollo social y productivo de muchas sociedades: la búsqueda de control, manipulación, orden y desarrollo humano (Gudynas 2011) frente a una naturaleza que aparece como exterior y salvaje.

La perspectiva dominante que toma a la naturaleza como fuente de recursos a utilizar o simple escenario para depositar las externalidades de la producción ha sido criticada con fuerza desde la década de 1970. La aparición en la escena pública de miradas ambientalistas impulsó el desarrollo de medidas en pos de la conservación (Foladori y Pierri 2005). Sin embargo, las prácticas conservacionistas persisten en ciertos imaginarios como ajenas a las áreas donde se vive, es decir, se refuerza una imagen de ciudad y naturaleza separadas (Restrepo 2007).

Aquello que se considera naturaleza está pensado en el exterior de las ciudades. Sin embargo, se puede afirmar que sí aparece un tipo particular de la primera dentro de las segundas: la plantada y manejada, que en este trabajo se denomina “naturaleza ordenada”. La naturaleza que aparece sin buscarla, como plantaciones en lotes baldíos, es vista como desarreglada y denota signos de negligencia en las miradas de muchos habitantes. Frente a ella se presentan procesos de “rehabilitación” en busca de “mejorar” el lugar, transformando la diversidad en paisajes uniformes (Hough 1995). Esa perspectiva da cuenta de una mirada preponderante sobre la temporalidad, donde “lo salvaje” es anterior y es necesario superarlo. Existe, de tal forma, una mirada lineal del tiempo (Iparraguirre 2017).

La Reserva Natural Puerto Mar del Plata no cumple con los parámetros del urbanismo clásico acerca de la naturaleza ordenada, ya que la flora y la fauna emergen en un espacio de manera no planificada y controlada.<sup>3</sup> Es por ello que algunos imaginarios representan ese espacio desde la extrañeza, la preocupación y el miedo (se profundiza en próximos apartados). Las obras que desarrolló el Club, como desmalezamiento, siembra de césped y palmeras y colocación de luminarias son vistas como mejoras de un espacio en estado de abandono (fotografías 1 y 2). Esto lo expresa la propia entidad deportiva en su informe de impacto ambiental. Afirman que la limpieza del predio mejoró el lugar que, según el documento, se encontraba en estado de abandono.

<sup>2</sup> Para más detalles, ver Gudynas (2011).

<sup>3</sup> A pesar de su surgimiento “espontáneo”, estas áreas verdes requieren planes de manejo, es decir, alguna forma de controlar lo que allí sucede.



Fotografía 1. Naturaleza "ordenada" del Club Aldosivi



Fuente: página web "Somos Aldosivi".

Fotografía 2. Naturaleza "salvaje" de la RNPMdP



Fuente: archivo personal.



La búsqueda del control y la limpieza de los espacios con naturaleza silvestre aparece también en referencia a la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos. Si bien se rescata un tipo de disposición de la naturaleza distinto al de los parques y plazas, los imaginarios de los habitantes dan cuenta de que, al momento de pensar los espacios públicos y el mantenimiento de sus terrenos, prima una lógica de manejo “ordenado” (fotografías 3 y 4). Así lo expresan algunos entrevistados.

Los ligustros que están en esta misma vereda hacia la entrada del bosque tienen tres metros hacia la avenida y nadie se ocupa. Ni el dueño, ni la Sociedad de Fomento, que digan “bueno, vamos a embellecer, cortemos ligustros y hagamos un cerco prolijo”, que quede una presentación de entrar al bosque, algo que te entusiasme” (Natalio, agente inmobiliario, abril de 2019).

Fotografía 3. Naturaleza salvaje en el BPR



Fuente: archivo personal.

Fotografía 4. Naturaleza ordenada en el BPR



Fuente: página web Sociedad de Fomento BPR.

El imaginario de la naturaleza ordenada conlleva una concepción pictórica y estética del paisaje, alejada de las diferentes visiones integrales científicas del concepto (Urquijo y Barrera 2008). De esa manera, la naturaleza es algo a ser visto, más que vivido. Algunos residentes se quejan de que nuevos vecinos del bosque desean ver los árboles desde sus propiedades, pero no están dispuestos a afrontar todo lo que conlleva la convivencia, pues retiran muchos árboles para construir su vivienda, sin reponerlos.

El imaginario preponderante del orden esperado para la naturaleza en las ciudades entra en tensión con el rescate de lo salvaje, no desde una connotación negativa, sino destacando los beneficios de la diversidad que se encuentran en lo silvestre. La segunda posición aparece en las personas que defendieron la Reserva del Puerto durante el conflicto con el club, y también en algunos habitantes del bosque. La relevancia de los servicios ecosistémicos es un aspecto preponderante en sus entrevistas. Destacan, por ejemplo, el aire puro, la absorción del agua, la diversidad de flora y fauna, la tranquilidad y recreación que proveen, entre otros aspectos positivos. La presencia de lo “natural no intervenido” es valorada como forma de entrar en contacto de manera directa, es decir, vivenciar la naturaleza en los espacios.

No obstante, es preciso destacar que la presencia de naturaleza silvestre en las ciudades, vista desde una perspectiva positiva, aparece confrontando una noción ampliamente arraigada: la naturaleza como algo ajeno, lejano, paisaje estético o controlada, dentro de la dicotomía ordenada/salvaje. Entre los actores, prevalece la idea del orden.

### *Naturaleza urbana en espacios públicos y privados*

La gestión de los espacios públicos y privados es un tema de constante debate y resignificación en el urbanismo y las políticas urbanas. Así, pueden identificarse normativas, planes de gestión estratégicos, códigos de ordenamiento territorial y otros instrumentos regulatorios que, con mayor o menor efectividad, intentan delimitar los usos y atributos del espacio urbano. Pero la valoración del suelo no se hace solo mediante la observación de parámetros físicos o socioeconómicos de la ciudad, sino que también se plasma en ella una base simbólica cargada de imaginarios heterogéneos (García Canclini en Lindón 2007).

El debate sobre la gestión de la naturaleza urbana se sustenta en los imaginarios de una apropiación pública o privada. Esas formas de percibir los espacios verdes de la ciudad es foco de constantes tensiones y discrepancias entre posturas divergentes. Cuando se piensa en la gestión privada de la naturaleza urbana, probablemente se hace referencia a jardines, campos y barrios residenciales privados, que delimitan y conforman inclusiones y exclusiones respecto a quien posee la propiedad de estos lugares. En cambio, la gestión pública de la naturaleza urbana interviene en aquellos espacios públicos verdes que pueden ser visitados y transitados por cualquier ciudadano, en su libre derecho de circular, aunque en algunos casos se interpongan barreras simbólicas que atenten implícitamente contra esa posibilidad. En tal sentido, es pertinente subrayarla importancia del tipo de gestión predominante en la naturaleza urbana, ya que de ella surgen distintas posiciones que sustentan determinadas apropiaciones por sobre otras. Las disputas sobre las formas de apropiación inciden en la construcción y gestión de la naturaleza urbana, conforme también se refuerzan o modifican los imaginarios que la sustentan.

En las áreas estudiadas, las percepciones acerca de prácticas de manejo público y privado del territorio entran en disputa permanente. De alguna forma, pareciera entenderse que tanto la Reserva del Puerto como el Bosque Peralta Ramos son áreas protegidas que pertenecen a “todas las personas”. El interrogante se plantea a la hora de identificar los responsables de la gestión. Estos señalamientos están dirigidos sobre todo a las autoridades públicas, por incumplir sus obligaciones. Mientras que en la Reserva del Puerto existen quejas por la falta del servicio de recolección de residuos, en el Bosque Peralta Ramos se reclama la ausencia del Estado en la gestión del arbolado.



De forma concomitante a esas discrepancias por la gestión del espacio público, se desarrollan prácticas con intereses privados en las áreas bajo estudio. Ello atenta contra la percepción simbólica de la naturaleza urbana como espacio público disponible para todos los habitantes, lo que promueve prácticas individuales que transforman el espacio. En el caso de la Reserva del Puerto, una parte del conflicto está dada por los intereses privados en torno al área protegida, tanto por el Club Atlético Aldosivi como por los balnearios cercanos. Mientras que el avance del capital privado representa una amenaza para la conservación de la Reserva del Puerto, en el Bosque Peralta Ramos se presenta la particularidad de que el espacio privado debe coexistir con el arbolado público. En este caso, la principal problemática se ubica en torno a la tala de árboles para construir inmuebles privados.

Ante la situación, se gestan distintas concepciones de la apropiación pública o privada de la naturaleza urbana. En la Reserva del Puerto, quienes defienden la apropiación privada del suelo para el Club Atlético Aldosivi apelan a una identidad barrial, mientras que los defensores de la Reserva del Puerto intentan defender el espacio público proyectando una noción inclusiva del mismo. Si en esa área protegida aparecen referencias colectivas, ya sea para su apropiación pública o privada, en el Bosque Peralta Ramos, la apropiación privada reviste un carácter más individualizado. Es decir, la visión predominante es la de aquel vecino que posee su lote y propiedad en el lugar, cuyo involucramiento con él es solo a través de esa forma de ocupar el espacio. En esa apropiación privada e individualista, los vínculos comunitarios para la defensa del espacio público se encuentran debilitados, contrariamente a lo que sucede en la Reserva del Puerto, donde existen agrupaciones en defensa del área protegida.

Puede observarse que los imaginarios ligados a la gestión pública o privada de la naturaleza urbana no solo tienen impactos territoriales, sino que conforman una determinada forma de involucrarse con los sitios analizados. De un lado, la preferencia por la gestión pública es valorada para el uso comunitario; del otro, quienes defienden la gestión privada tienden a concebir la naturaleza urbana desde posiciones centradas en posturas sectorizadas o individualistas.

En ese sentido, el imaginario en torno a la propiedad pública o privada de la naturaleza urbana puede observarse de dos formas distintas. En relación con los espacios públicos, considera a la naturaleza urbana como un bien para ser utilizado por todas las personas, lo que en algunos casos lleva a las acciones de defensa de esta, como se constató, por ejemplo, en los actores que se movilizaron en pos de la protección de la Reserva del Puerto. No obstante, surge una contradicción respecto del valor público de la naturaleza urbana: si bien se considera de acceso universal, no todos los actores están dispuestos a realizar tareas de cuidado de los espacios públicos, y se delega al Estado esa responsabilidad.

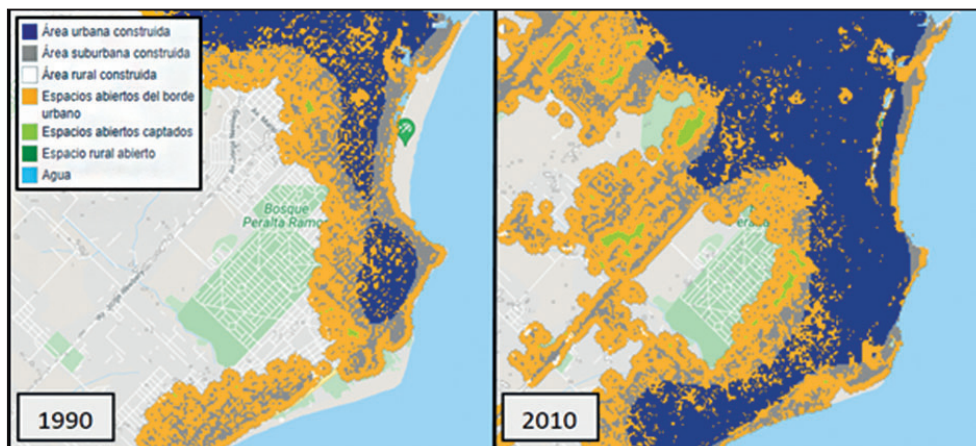
Por otro lado, el imaginario de la naturaleza urbana ligado a la gestión privada del espacio da cuenta de prácticas individuales que se oponen a una visión integral

de las áreas protegidas. En el caso de la Reserva del Puerto, los intereses privados del club deportivo se contraponen con la conservación de los valores ecológicos del lugar. Por su parte, en el Bosque Peralta Ramos, la construcción de viviendas por parte de propietarios privados constituye una amenaza para la reserva forestal. En ambos casos, los actores, si bien reconocen que existe normativa que regula la capacidad de acción sobre sus propiedades, esta no siempre es cumplida, ya que no se percibe la integración de la propiedad privada con el entorno circundante. De tal manera, el imaginario referido al espacio privado da cuenta de la naturaleza urbana de una manera aislada e impide pensar integralmente las áreas protegidas.

### *Naturaleza urbana como escape de la ciudad y como parte de recuperar un pasado*

Como se ha descrito con anterioridad, las reservas se encuentran localizadas en la zona sur de la ciudad de Mar del Plata, área de amplio crecimiento en las últimas décadas (mapa 2). Si bien los motivos de esa expansión y consolidación no son objeto de estudio del presente trabajo, se observa que existe un imaginario referido a la tranquilidad para las zonas de la ciudad más alejadas del centro urbano. Este incide en las decisiones de localización (Lindón 2008). Aparece la imagen del suburbio en contraposición a la idea construida del centro de la ciudad: mientras el centro es representado como caos, contacto con extraños y velocidad, alejarse de él se asocia con lo contrario. Si bien antes esto era encontrado en el campo, el suburbio<sup>4</sup> resume hoy en el imaginario ideal lo mejor de la ciudad y del campo, sin sus defectos.

Mapa 2. Crecimiento urbano de la zona sur de Mar del Plata (1990-2010)



Fuente: Atlas de Crecimiento Urbano, Universidad Torcuato di Tella.

<sup>4</sup> Suburbio y periferia se utilizan como sinónimos, pero se tiene en cuenta que ambos conceptos enfatizan diferentes procesos, como plantea Lindón (2006).

El desplazamiento hacia la periferia implica, desde los imaginarios, un estilo de vida diferente, con algunas características positivas, en contraposición a los centros urbanos. La Reserva del Puerto y la Reserva Forestal Bosque Peralta Ramos, al cumplir con esa distancia, son concebidas como refugios dentro de las ciudades. La diferencia entre esos lugares es que la segunda implica residir ahí, entonces no solo brinda una sensación positiva al visitarla, sino que perdura como entorno de vida cotidiana. Gran parte de los vecinos entrevistados del Bosque de Peralta Ramos eligieron vivir allí buscando la tranquilidad que no encontraban en otras partes de la ciudad.

A la idea de lejanía de los centros urbanos, asociada a la tranquilidad, se le suma en las reservas naturales la idea de la búsqueda de mayor contacto con la naturaleza. Aparece así el entorno “natural” como un valor diferencial con el que cuentan las propiedades en el periurbano (Irrázaval 2012).

Si bien se encuentra naturaleza ordenada en las ciudades, en parques y plazas, que también brindan servicios ecosistémicos, el contacto con áreas naturales con mayor delimitación y alejamiento del centro refuerza la idea de la naturaleza como refugio. El expresidente de la Asociación Vecinal de Fomento del Bosque de Peralta Ramos da cuenta de cómo esa separación es física y simbólica, y trae aparejada un imaginario sobre el estilo de vida “dentro”.

Yo cruzo el arco de Don Arturo [entrada del Bosque Peralta Ramos] y a mí me cambia el día. Yo me voy del bosque, hago cosas, voy a la Municipalidad, voy al centro, hago de todo. Pero volver al bosque para mí es... me cambia la vida. Estar dentro del bosque me cambia la vida (expresidente de la Sociedad de Fomento, abril de 2019).

Los rasgos distintivos de estas áreas protegidas fortalecen la idea de una “burbuja” dentro de la ciudad. Es menester aclarar aquí un aspecto que se desarrollará en el apartado siguiente: lo salvaje genera miedos. Por lo tanto, la idea de refugio y tranquilidad se da cuando ciertas acciones humanas intervienen los espacios, como control de árboles, cortes de césped, luminaria (Bosque Peralta Ramos), carteles y pasarelas (Reserva del Puerto).

Asimismo, se resaltan dos elementos. El primero es que estas “burbujas” buscan resguardar algunos aspectos del pasado. El segundo, que hay un imaginario de que ello se va perdiendo con el paso del tiempo. El pasado que se rescata es el de la naturaleza más prístina (ecosistemas autóctonos) y frondosa (mayor masa arbórea en el Bosque), y un estilo de vida que se añora de otros momentos o de otros lugares y ya no se encuentra en la vida citadina. Sin embargo, junto a las ideas de un pasado que se quieren rescatar, vienen ciertas preocupaciones y miedos a que estas se van a ir perdiendo en el futuro. Tanto las conflictividades ambientales que expresan la falta de controles por parte de autoridades estatales como las acciones individualizantes



en propiedades privadas, como se detalló en el anterior apartado, muestran cómo se ponen en peligro los valores de conservación de dichas áreas protegidas. Eso incide en el malestar sobre el futuro del espacio. Sin embargo, puede decirse que el rescate del pasado surge en mayor medida de los vecinos que viven hace mayor tiempo en la reserva forestal.

### *La naturaleza urbana: entre la búsqueda de seguridad y los miedos*

En las últimas décadas, el espacio urbano ha experimentado transformaciones fruto de lo que se puede denominar “imaginario del miedo”. La ciudad, vista como un lugar inseguro, da cuenta de percepciones y prácticas que tienden a alimentar ese imaginario (Silva 2006). Ello puede verificarse en hechos tales como la creciente cantidad de cámaras de vigilancia y el reconocimiento de ciertas zonas inseguras por los habitantes de una urbe. También pueden notarse cambios en los modos de apropiación del suelo, como las urbanizaciones cerradas en espacios periurbanos, cuya motivación principal es la búsqueda de seguridad (Gómez Dávila y de Aguiar Arantes 2015). En tal sentido, el miedo a la ciudad configura relaciones sociales que se debilitan en los espacios públicos y privilegian los lugares privados. La vivienda es el emblema de la búsqueda de seguridad (Lindón 2006).

La naturaleza urbana juega un rol destacado en la representación del imaginario del miedo, a través de dos formas. La primera, como se ha visto en el apartado anterior, como una fuente de tranquilidad y escape de la vida urbana, con la percepción de un aumento en la calidad de vida (Girola 2004). La segunda es la percepción de la naturaleza urbana como insegura. Los espacios verdes urbanos pueden ser percibidos como zonas en donde coexisten elementos potencialmente peligrosos, como los lugares poco iluminados o el sentimiento de estar siendo observados por otras personas que se encuentran ocultas. Desde luego, esas formas de entender la naturaleza urbana están ligadas a factores como el diseño particular de los espacios verdes, la función que desempeñan en el espacio urbano y la zona en donde se encuentren ubicados (Jansson et al. 2013).

Las afirmaciones realizadas se corresponden con los casos de estudio. En relación con la dicotomía entre naturaleza ordenada y salvaje, la percepción del miedo en torno a la Reserva Natural del Puerto como espacio salvaje, y el Bosque Peralta Ramos como espacio ordenado entraña particularidades. En el primer caso, los entrevistados destacan una sensación de peligro inherente al sitio, es decir, que es parte de la Reserva en tanto carece de un control antrópico: “Meterse a un lugar donde no está cortado el pasto ya debe ser peligroso” (referente A.V.A.T.A.R, diciembre de 2017). Esto coexiste con una sensación de peligro acerca de la “invasión” de la naturaleza salvaje en el medio urbano.

El imaginario del miedo, trasladado a la naturaleza salvaje en el espacio urbano, está relacionado con un peligro percibido dentro de la Reserva y como parte de ella. Esto puede contrastar con lo que sucede en el Bosque Peralta Ramos. Dada su característica de área residencial, el peligro parece venir desde las afueras de la ciudad hacia la reserva forestal, tanto por actos delictivos como por personas que visitan el lugar. En esos casos, el arbolado puede actuar como obstáculo para la seguridad. No obstante, los vecinos más antiguos del Bosque señalan que, en las épocas de mayor presencia de arbolado (debido a la menor cantidad de población), el lugar era más seguro. Así, se generan dos visiones opuestas de la seguridad en el mismo lugar.

En el caso de la Reserva del Puerto, frente al miedo percibido de la naturaleza “salvaje”, se defiende la presencia del Club Atlético Aldosivi como un actor que redujo la inseguridad. Así lo muestra la siguiente cita, aunque representa solo una de las posturas inherentes al conflicto (ya que, para el otro sector, la inseguridad está dada por la pérdida de espacios verdes públicos en manos de actores privados, como el Club).

Yo creo que lo que pasa en el Puerto, por lo que he hablado con mucha gente del Puerto que dice “bueno es una mugre, etc”. Es verdad, siempre es una mugre, peligroso, con gatos salvajes, con perros salvajes, etc. Las organizaciones estas no se preocupaban mucho antes de que salte la perdiz del tema Aldosivi. Había un abandono total (entrevista a hincha de Aldosivi, febrero de 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, puede decirse que tanto en la Reserva Natural del Puerto como en el Bosque Peralta Ramos se presenta un imaginario ligado al miedo en relación con la naturaleza. Si bien en el primer caso se relaciona con la naturaleza salvaje y en el segundo con la naturaleza ordenada, ambos comparten la sensación de peligro asociada a los espacios verdes. Concretamente, a la presencia de una otredad no deseada en ellos. Mientras que en la Reserva esa otredad es percibida como inherente a la peligrosidad del lugar, en el Bosque Peralta Ramos es sentida como un peligro exterior. Es importante reafirmar que estos imaginarios están presentes entre los actores, pero hay posiciones contrarias, como se dijo con anterioridad. Por ejemplo, la idea de que la Reserva del Puerto no es peligrosa en sí misma.

## Conclusiones

La existencia de imágenes, sensaciones y representaciones, es decir, todo aquello que compone los imaginarios urbanos ha permitido comprender ciertas relaciones entre los habitantes de las ciudades y las áreas verdes urbanas. La búsqueda del orden, el miedo asociado a la naturaleza salvaje, la tranquilidad de alejarse de los centros

urbanos para refugiarse en lugares del periurbano con presencia de naturaleza, y las distintas percepciones sobre cómo entender la naturaleza en espacios públicos y privados son algunos de los aspectos a resaltar. Estos imaginarios no son únicos, se relacionan entre sí y en muchos casos se tensionan.

Algunos imaginarios analizados identifican al Bosque Peralta Ramos y a la Reserva Natural Puerto Mar del Plata como espacios protegidos con un valor intrínseco. Ejemplo de ello es su reconocimiento como áreas naturales que proveen servicios ecosistémicos y valores estéticos para los habitantes de la ciudad de Mar del Plata. Sin embargo, estos espacios verdes son pensados como cualquier otro espacio urbano, lo cual evidencia que lo esperable dentro de la ciudad es la intervención humana. De esa manera, se conciben las áreas protegidas urbanas como espacios delimitados y diferenciados del resto de la ciudad, pero se espera que sigan los mismos patrones de orden demandados fuera de ellas.

Conocer cómo se perciben y se desarrollan imaginarios sociales en torno a las áreas protegidas urbanas no es solo un aporte para investigar la subjetividad social en torno al estudio de las ciudades, sino una posibilidad para su transformación. Así, es posible planificar la gestión integral de estos espacios, que incluya diversas variables: económica, social, ecológica, ética, política, cultural, educativa, entre otras. Dentro de cada una de ellas, se deben contemplar las construcciones imaginarias presentes en los actores sociales; tanto aquellas que coinciden con los objetivos de gestión como las que los obstaculizan. Desde luego, esto también abre la posibilidad de nuevas investigaciones, relativas a políticas públicas y gestión de áreas protegidas urbanas, desde la mirada de los actores sociales.

## Bibliografía

- De Marco, Silvia, Laura Vega y Patricio Bellagamba. 2011. *La reserva natural del Puerto Mar del Plata, un oasis urbano de vida silvestre*. Mar del Plata: Universidad Fasta.
- Flores-Xolocotzi, Ramiro. 2012. "Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas". *Frontera norte* 24 (48): 165-190. doi.org/10.17428/rfn.v24i48.806
- Foladori, Guillermo, y Naína Pierri. 2005. ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. México D.F.: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Gallastegui Vega, Joaquín. 2000. "Geografía e identidad territorial". *Notas históricas y geográficas* 11: 193-222.
- Girado, Agustina. 2014. "El despertar de un sueño': un abordaje etnográfico respecto a reclamos colectivos, derechos incumplidos y políticas estatales en la ciudad de Tandil". Ponencia presentada en el *XI Simposio de la Asociación Internacional de Planificación Urbana y Ambiente*, Universidad de La Plata, 16 al 19 de septiembre.

- Girola, María Florencia. 2004. "Imaginarios urbanos en zonas verdes y zonas rojas de la Región Metropolitana de Buenos Aires". *Cuadernos de antropología social* 20: 93-111.
- Gómez Dávila, Javier, y Rafael de Aguiar Arantes. 2015. "El imaginario urbano del miedo en Latinoamérica: evidencias de estudios en Salvador de Bahía, Brasil, y Monterrey, México". *Temas Sociológicos* 19: 41-69.
- Gravano, Ariel. 2011. "Imaginarios urbanos y facilitación organizacional: estudio comparativo de casos". *Publicar en Antropología y Ciencias Sociales* (11): 11-31.
- Gudynas, Eduardo. 2011. "Imágenes, ideas y conceptos sobre la naturaleza en América Latina". En *Cultura y Naturaleza. Aproximaciones a propósito del bicentenario de la independencia de Colombia*, editado por L. Montenegro, 267-292. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá.
- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio. 2014. *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hiernaux, Daniel. 2008. "De los imaginarios a las prácticas urbanas: construyendo la ciudad de mañana". *Iztapalapa, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* 65: 17-38.
- Hough, Michael. 1995. *Cities and Natural Process*. Londres: Routledge.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2020. "Población. Proyecciones y estimaciones", <https://bit.ly/3C3bd9N>
- Iparraguirre, Gonzalo. 2017. *Imaginarios del desarrollo. Gestión política y científica de la cultura*. Buenos Aires: Biblos Culturalia.
- Irrázaval, Felipe. 2012. "El imaginario 'verde' y el verde urbano como instrumento de consumo inmobiliario: configurando las condiciones ambientales del área metropolitana de Santiago". *INVI* 27 (75): 73-103. doi.org/10.4067/S0718-83582012000200003
- Jansson, Märít, Hanna Fors, Therese Lidgren y Björn Wiström. 2013. "Perceived personal safety in relation to urban woodland vegetation-A review". *Urban Forestry & Urban Greening* 12 (2): 127-133. doi.org/10.1016/j.ufug.2013.01.005
- Leff, Enrique. 2010. "Imaginarios sociales y sustentabilidad". *Cultura y representaciones sociales* 5 (9): 42-121.
- Lindón, Alicia. 2008. "Violencia/miedo, espacialidades y ciudades". *Casa del Tiempo* 4: 8-15.
- Lindón, Alicia. 2007. "Diálogo con Néstor García Canclini. ¿Qué son los imaginarios y cómo actúan en la ciudad?". *Eure* 33 (99): 89-99.
- Lindón, Alicia. 2006. "La casa búnker y la deconstrucción de la ciudad". *Liminar* 4(2): 18-35. doi.org/10.29043/liminar.v4i2.208
- Lindón, Alicia, y Daniel Hiernaux. 2008. "Los imaginarios urbanos de la dominación y la resistencia". *Iztapalapa, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* 65: 7-14.
- Lindón, Alicia, Miguel Aguilar y Daniel Hiernaux. 2006. *Lugares e imaginarios en las metrópolis*. México D.F.: Anthropos Editorial.
- Mar del Plata Entre Todos. 2018. *Segundo Informe de Monitoreo Ciudadano*. Mar del Plata: Mar del Plata Entre Todos. <https://bit.ly/3miQQQE>
- Medina, Daniel. 2009. *Mar del Plata, desarrollo urbano e imaginarios vinculados*. Mar del Plata: Gráfica Armedenho.

- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and human well-being. A framework for assessment*. Washington: Island Press.
- Organización de las Naciones Unidas. 2017. *World Cities Report 2016. Urbanization and Development: Emerging Futures*. Nairobi: UN-Habitat.
- Restrepo, Luis Aníbal. 2007. “La conservación de la naturaleza urbana. Un nuevo reto en la gestión ambiental de las ciudades, para el siglo XXI”. *Bitácora Urbano Territorial* 11 (1): 20-27.
- Salbitano, Fabio, Simone Borelli, Michela Conigliaro y Yujuan Chen. 2017. *Directrices para la silvicultura urbana y periurbana*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Silva, Armando. 2006. *Imaginario Urbanos*. Bogotá: Arango.
- Sörensen, Mark, Jac Smit y Valerie Barzetti. 1998. *Good Practices for Urban Greening*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Urquijo Torres, Pedro, y Narciso Barrera Bassols. 2008. “Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista”. *Andamios* 5 (10): 227-252.  
doi.org/10.29092/uacm.v5i10.175
- Vera, Paula. 2017. “Procesos de recualificación urbana e imaginarios de la innovación: El caso Rosario, Argentina”. *EURE* 43 (129): 209-234.
- Zulaica, Laura, y Rosana Ferraro. 2010. “Crecimiento urbano y transformaciones territoriales en el sector sur del periurbano marplatense”. *Huellas* 14: 53-77.

## Política editorial

### Presentación

“Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales” es una publicación de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales FLACSO Ecuador, que se edita desde el año 2008 de forma ininterrumpida, con una periodicidad semestral.

La revista cuenta con un importante número de colaboradores, articulistas y lectores pares, que le han permitido consolidarse como un espacio de referencia académica en la temática socioambiental.

Es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de revisión externa por expertos (peer-review), lo que garantiza la calidad y originalidad científica de los trabajos que se presentan.

Letras Verdes está indexada en el Directory of Open Access Journals (DOAJ), Latindex y aparece en bases de datos, catálogos, buscadores y repertorios internacionales de todo el mundo.

La revista se edita en formato electrónico (e-ISSN: 1390-6631) y cada trabajo se identifica con un DOI (Digital Object Identifier System).

### Temática y secciones

La revista se concentra en la investigación socioambiental que aporte a la reflexión crítica y rigurosa, en torno a las relaciones entre humanos y naturaleza. Los temas que se abordan incluyen: ecología política, economía ecológica, ecología urbana, política y gestión ambiental, biodiversidad y conservación en relación con poblaciones humanas, soberanía alimentaria, indicadores de sostenibilidad, agroecología, conflictos socioambientales en torno al agua, residuos sólidos, turismo, etc., cambio climático, justicia ambiental, energía y ambiente, minería y petróleo, riesgos y desastres naturales, educación ambiental, cultura y naturaleza, movimientos y participación social.

La revista presenta avances y resultados de investigación, así como reflexiones teóricas y metodológicas en el ámbito socioambiental, desarrollada por la comunidad académica y científica interesada en aportar al debate a nivel local, regional y global.

Los artículos deben ser originales, inéditos y no estar aprobados o haber sido enviados simultáneamente a otra revista para su publicación. Se reciben artículos en español e inglés.



Las contribuciones podrán ser:

- **Artículos de investigación** con sustento teórico que posibiliten un avance en la comprensión de un fenómeno en estudio (5.000 a 7.000 palabras). Estos trabajos pueden recoger tantos estudios empíricos de investigación, como diagnóstico o de evaluación socioambiental, sistematización de experiencias o intervenciones socioambientales.
- **Revisiones o estados del arte:** estados de conocimiento sobre un tema socioambiental (6.000 a 8.000 palabras).

La revista cuenta con 2 secciones:

- **Dossier Monográfico:** Es una sección, planificada con anticipación, aborda un tema a partir de los “calls for papers”, que coordinan editores temáticos.
- **Miscelánea (artículos variados):** Aportaciones dentro de la temática socioambiental general de la revista.

Los autores podrán remitir manuscritos para su evaluación sin fecha predeterminada y para cualquiera de las secciones.

## Frecuencia de publicación

Letras Verdes convoca cada seis meses a la presentación de artículos relacionados con un tema específico del *Dossier*, los cuales pueden ser resultado de investigaciones, experiencias o intervenciones, estudios o revisiones sobre el estado del conocimiento socioambiental. Se publican dos números al año, en el mes de marzo (período marzo-agosto) y en septiembre (período septiembre-febrero).

## Presentación y estructura de originales

Los manuscritos deben ser enviados exclusivamente a través de la plataforma de la revista: <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/user/register>

Todos los autores deben registrarse, con sus créditos, en la plataforma OJS, si bien uno solo será el responsable de correspondencia. Ningún autor podrá enviar ni tener en revisión dos manuscritos de forma simultánea. Si se identifica que hubo una presentación simultánea, el autor no podrá presentar propuestas para publicación en cuatro números consecutivos.

Las normas editoriales completas y los formatos de presentación de los artículos y forma de citación los puede encontrar en:

<https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/information/authors>

## DOSSIER

---

Las características del espacio urbano como factores de exposición al COVID-19 en Ciudad de México  
*Francisco de Aguinaga-Padilla, Héctor-Emanuel León-Rojas y Andrés-Emiliano Sierra-Martínez*

La aplicación de la biotecnología en el diagnóstico de enfermedades de importancia en salud pública en México  
*Sonia-Mirén Martínez-González y María-Concepción Martínez-Rodríguez*

El Atlántico, los inmigrantes y la transnacionalización de la enfermedad. Una nueva mirada sobre la epidemia de fiebre amarilla en Buenos Aires (1870-1871)  
*Nicolás-Fernán Rey*

## MISCELANEA

---

Potencial social y ambiental de la industria eólica para una transición energética en América Latina  
*Rubén-Manuel Zepeda-Cancino y Verónica Vázquez-García*

Las potencialidades bioenergéticas del *Arundo donax L.* en Argentina  
*Ada Graciela Nogar, Luis Damián Rodríguez, Carlos-Vicente Bongiorno y Estela-Mercedes Santalla*

Regulaciones, políticas y conflictos por agroquímicos en Salta, Argentina  
*Mariana-Andrea Schmidt*

Cabo Pulmo y el Uróboro: un caso multiescalar de perspectivas socioambientales  
*Sebastián Torres-Alvarez*

Condiciones de exposición y sensibilidad de la comunidad La Barra frente a los fenómenos meteorológicos extremos  
*Luz-Carina Durán-Solarte y Ángel-Andrés Aguilar-González*

Ecología política del sufrimiento por desechos radiactivos: estudio de caso en Temascalapa, México  
*Oscar Adán Castillo-Oropeza y Edgar Delgado-Hernández*

Imaginario urbanos en áreas protegidas de la ciudad de Mar del Plata, Argentina  
*María-Belén Loyza y Ignacio-Mariano Azcue-Vigil*



**FLACSO**  
ECUADOR