

Análisis de métodos y prevalencias de encuestas epidemiológicas internacionales sobre consumo de drogas: una revisión sistemática de la literatura

Miguel Ángel Mendoza-Meléndez, Mateo López-Macario, Fany Pineda-Miranda, Iván Flores-Martínez, Rodrigo Córdova-Ponce, Roberto Maldonado-Montesinos y Guus Zwitter

Gases efecto invernadero como elementos explicativos de los casos de cáncer en el estado de Hidalgo en el 2015

Juan Bacilio Guerrero Escamilla y Sócrates López Pérez

Un sistema integral de indicadores de vivienda para México

Francisco José Zamudio Sánchez, Marco Antonio Andrade Barrera y Giovanni Becerril González

Espacio urbano y recomposición del sistema educativo en el área metropolitana de Asunción

Luis Ortiz, Kevin Goetz y Colin Gache

Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales de insumo-producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales

Normand Eduardo Asuad Sanén

Empleo y tráfico aéreo de pasajeros en ciudades mexicanas, 2005-2017

Ignacio Javier Cruz Rodríguez y José Feliciano Rodríguez Flores

Disponibilidad de estadísticas ambientales en nueve países latinoamericanos

Alejandro Eduardo Guevara Sanginés, Alfonso Mercado García y José Alberto Lara Pulido

Propuesta para crear un comité de fechado de los ciclos económicos en México: una reseña

Jonathan Heath

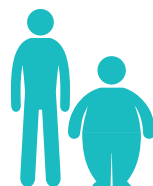
Discriminación en México

En el país, **20.2%** de las personas de 18 años y más de edad declaró haber sido discriminada.*

Motivos más frecuentes de discriminación:**



30%
forma de vestir
o arreglo personal



29.1%
peso o estatura

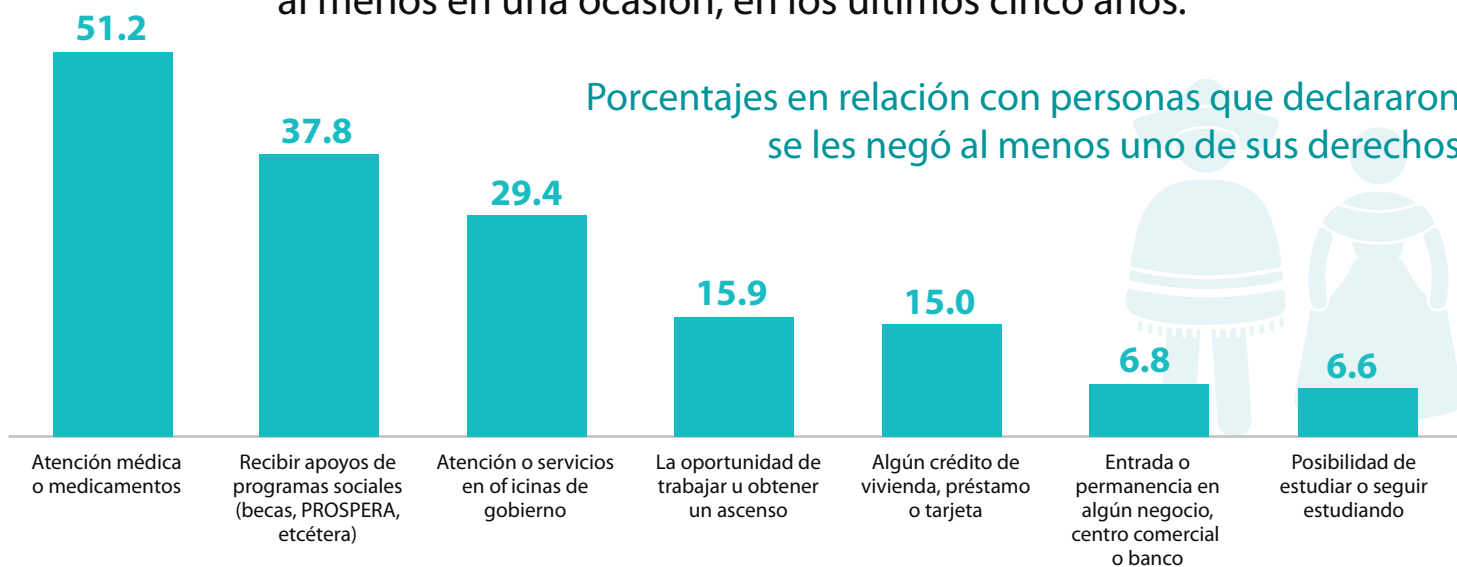


28.7%
creencias religiosas

* La información corresponde a los últimos 12 meses a la fecha del levantamiento de la encuesta.

** Porcentajes en relación con las personas que declararon haber sido discriminadas.

En cuanto a la **población indígena** de 12 años y más de edad, **29 de cada 100** afirmaron que les fueron **negados sus derechos** al menos en una ocasión, en los últimos cinco años.



Nota: la suma de los porcentajes por motivo de discriminación excede 100% debido a que una persona pudo haber declarado más de un derecho negado.

Conociendo México

800 111 46 34

www.inegi.org.mx

atencion.usuarios@inegi.org.mx

 **INEGI Informa**



Fuente: INEGI. *Encuesta Nacional sobre Discriminación (ENADIS) 2017.*

Contenido

Análisis de métodos y prevalencias de encuestas epidemiológicas internacionales sobre consumo de drogas: una revisión sistemática de la literatura	4
<i>Analysis of Methods and Prevalences of International Epidemiological Surveys on Drug Use: a Systematic Review of the Literature</i>	
Miguel Ángel Mendoza-Meléndez, Mateo López-Macario, Fany Pineda-Miranda, Iván Flores-Martínez, Rodrigo Córdova-Ponce, Roberto Maldonado-Montesinos y Guus Zwitser	
Gases efecto invernadero como elementos explicativos de los casos de cáncer en el estado de Hidalgo en el 2015	22
<i>Greenhouse Gases as Explanatory Elements of Cancer Cases in the State of Hidalgo in 2015</i>	
Juan Bacilio Guerrero Escamilla y Sócrates López Pérez	
Un sistema integral de indicadores de vivienda para México	36
<i>A Comprehensive System of Housing Indicators for Mexico</i>	
Francisco José Zamudio Sánchez, Marco Antonio Andrade Barrera y Geovanni Becerril González	
Espacio urbano y recomposición del sistema educativo en el área metropolitana de Asunción	52
<i>Urban Space and Recomposition of the Education System in the Metropolitan Area of Asunción</i>	
Luis Ortiz, Kevin Goetz y Colin Gache	
Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales de insumo-producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales	74
<i>Methodology and Results of the Construction of State Input-Output Matrices from the Bottom-Up by Developing State Supply and Use Tables</i>	
Normand Eduardo Asuad Sanén	
Empleo y tráfico aéreo de pasajeros en ciudades mexicanas, 2005-2017	90
<i>Employment and Air Passenger Traffic in Mexican Cities, 2005-2017</i>	
Ignacio Javier Cruz Rodríguez y José Feliciano Rodríguez Flores	
Disponibilidad de estadísticas ambientales en nueve países latinoamericanos	100
<i>An Assessment of the Availability of Environmental Statistics in Nine Latin American Countries</i>	
Alejandro Eduardo Guevara Sanginés, Alfonso Mercado García y José Alberto Lara Pulido	
Propuesta para crear un comité de fechado de los ciclos económicos en México: una reseña	118
<i>Proposal to create a dating committee for business cycles in Mexico: an overview</i>	
Jonathan Heath	
Colaboran en este número	123

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Presidente del Instituto

Julio Alfonso Santaella Castell

Vicepresidentes

Enrique de Alba Guerra

Paloma Merodio Gómez

Enrique Jesús Ordaz López

Adrián Franco Barrios

Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas

Edgar Vielma Orozco

Dirección General de Estadísticas de Gobierno, Seguridad Pública y Justicia

Óscar Jaimes Bello

Dirección General de Estadísticas Económicas

José Arturo Blancas Espejo

Dirección General de Geografía y Medio Ambiente

María del Carmen Reyes Guerrero

Dirección General de Integración, Análisis e Investigación

Sergio Carrera Riva Palacio

Dirección General de Coordinación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica

María Isabel Monterrubio Gómez

Dirección General de Comunicación, Servicio Público de Información y Relaciones Institucionales

Eduardo Javier Gracida Campos

Dirección General de Administración

Luis María Zapata Ferrer

Contraloría Interna

Manuel Rodríguez Murillo

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Editor responsable

Sergio Carrera Riva Palacio

Editor técnico

Gerardo Leyva Parra

Coordinación editorial

Virginia Abrin Batule y Mercedes Pedrosa Islas

Corrección de estilo

José Pablo Covarrubias Ordiales y Laura Elena López Ortiz

Corrección de textos en inglés

Gerardo Piña

Diseño y formación edición impresa

Juan Carlos Martínez Méndez y Eduardo Javier Ramírez Espino

Indizada en: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal *Latindex Catálogo*; Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades (*CLASE*) y en la Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento (REDIB).

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, Vol. 11, Núm. 2, mayo-agosto, 2020, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276, Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México. Teléfono 55 52781069. Toda correspondencia deberá dirigirse al correo: rde@inegi.org.mx

Editor responsable: Sergio Carrera Riva Palacio. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2012-121909394300-102, ISSN Núm. 2007-2961, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido Núm. 15099, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación, imprenta y distribución: Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276, Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México.

El contenido de los artículos, así como sus títulos y, en su caso, fotografías y gráficos utilizados son responsabilidad del autor, lo cual no refleja necesariamente el criterio editorial institucional. Asimismo, la Revista se reserva el derecho de modificar los títulos de los artículos, previo acuerdo con los autores. La mención de empresas o productos específicos en las páginas de la Revista no implica el respaldo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Se permite la reproducción total o parcial del material incluido en la Revista, sujeto a citar la fuente. Esta publicación consta de 400 ejemplares y se terminó de imprimir en julio del 2020.

Versión electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>

ISSN 2395-8537



Offline Work

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

CONSEJO EDITORIAL

Enrique de Alba Guerra

Presidente del Consejo

Fernando Cortés Cáceres

Profesor Emérito de FLACSO

PUED de la UNAM

México

Gerardo Bocco Verdinelli

Universidad Nacional Autónoma de México

México

Juan Carlos Chávez Martín del Campo

Banco de México

México

Lidia Bratanova

UNECE Statistical Division

Switzerland

Tonatiuh Guillén López

El Colegio de la Frontera Norte

México

Víctor Manuel Guerrero Guzmán

Instituto Tecnológico Autónomo de México

México

Editorial

Análisis de métodos y prevalencias de encuestas epidemiológicas internacionales sobre consumo de drogas: una revisión sistemática de la literatura (Analysis of Methods and Prevalences of International Epidemiological Surveys on Drug Use: a Systematic Review of the Literature) es un artículo que tiene como objetivo hacer un estudio descriptivo de los mecanismos de recolección de información utilizados en el diseño de este tipo de levantamientos estadísticos en diferentes países.

El siguiente trabajo, *Gases efecto invernadero como elementos explicativos de los casos de cáncer en el estado de Hidalgo en el 2015 (Greenhouse Gases as Explanatory Elements of Cancer Cases in the State of Hidalgo in 2015)*, estima las repercusiones de esta clase de emisiones sobre la salud pública de la población hidalguense a partir del diseño de un modelo que tomó como referencia el valor esperado de incidentes de esta enfermedad en cada uno de los municipios de la entidad en el 2015.

Un sistema integral de indicadores de vivienda para México (A Comprehensive System of Housing Indicators for Mexico) es una propuesta para estudiar la disponibilidad, ventas, precios de venta y renta de la vivienda a nivel nacional, basada en un estudio de las prácticas internacionales y en la información disponible en el país, seleccionando nueve indicadores iniciales ya existentes y ocho adicionales que fueron calculados durante la investigación.

A continuación, *Espacio urbano y recomposición del sistema educativo en el área metropolitana de Asunción (Urban Space and Recomposition of the Education System in the Metropolitan Area of Asuncion)* expone el proceso de cambio social que se halla en la base del dispositivo educativo como proceso que involucra mecanismos sociales e institucionales. Se plantea una interpretación del funcionamiento de este sistema, sus características, debilidades y fortalezas estructurales con el hallazgo principal de que el dispositivo se desenvuelve bajo una lógica marcada por la segregación escolar que desemboca en el refuerzo de las desigualdades sociales en el territorio.

En el artículo *Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales de insumo-producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales (Methodology and Results of the Construction of State Input-Output Matrices from the Bottom-Up by Developing State Supply and Use Tables)* se presentan los antecedentes, enfoque, metodología y resultados por entidad federativa para México en el 2008.

Los resultados del trabajo *Empleo y tráfico aéreo de pasajeros en ciudades mexicanas, 2005-2017 (Employment and Air Passenger Traffic in Mexican Cities, 2005-2017)* indican una relación de equilibrio a largo plazo entre estas variables; además, si se busca impactar el empleo, una opción sería tratar de aumentar el flujo de pasajeros nacionales e internacionales, por ejemplo, mediante la construcción de infraestructuras de transporte.

Disponibilidad de estadísticas ambientales en nueve países latinoamericanos (An Assessment of the Availability of Environmental Statistics in Nine Latin American Countries) tiene como objetivo revisar el progreso de estas, evaluar el impacto en la satisfacción de su uso por los responsables de las políticas, así como identificar los factores explicativos del desarrollo.

Para finalizar, *Propuesta para crear un comité de fecho de los ciclos económicos en México: una reseña (Proposal to create a dating committee for business cycles in Mexico: an overview)* documenta la iniciativa del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y el Centro de Investigación y Docencia Económicas de convocar a un grupo de expertos para estudiar la viabilidad de formar ese comité para determinar las fechas de inicio y término de las recesiones en nuestra nación de forma lo más cercana posible a la de un árbitro oficial.

<http://rde.inegi.org.mx>

Análisis de métodos y prevalencias de encuestas epidemiológicas internacionales sobre consumo de drogas: una revisión sistemática de la literatura

Analysis of Methods and Prevalences of International Epidemiological Surveys on Drug Use: a Systematic Review of the Literature

Miguel Ángel Mendoza-Meléndez,* Mateo López-Macario,* Fany Pineda-Miranda,** Iván Flores-Martínez,*** Rodrigo Córdova-Ponce,*** Roberto Maldonado-Montesinos* y Guus Zwitser***

Las encuestas epidemiológicas sobre consumo de drogas son herramientas de medición utilizadas en investigación de salud pública, indispensables para poder planificar y desarrollar estrategias de salud a través de la construcción de políticas públicas basadas en evidencia científica. El objetivo de este trabajo fue hacer un análisis descriptivo de los métodos de recolección de información utilizados en el diseño de este tipo de encuestas en diferentes países. Se usó un diseño de revisión sistemática para analizar informes internacionales oficiales de acceso libre obtenidos de sitios web gubernamentales de 50 naciones publicados entre el 2004 y 2016. Para el análisis de datos, se identificaron las siguientes variables: método de recolección de información en el diseño de la encuesta, así como tasas de respuesta y prevalencia de consumo por sustancia alguna vez en la vida (alcohol, tabaco, marihuana y

Epidemiological surveys on drug use are measurement tools used in public health research, indispensable for planning and developing health strategies through the construction of public policies based on scientific evidence. The aim of this study is to make a descriptive analysis of the data-collection methods used in the design of this type of survey in different countries. A systematic review design was used to analyze official international open-access reports obtained from government websites of 50 nations published between 2004 and 2016. For the data analysis, the following variables were identified: method of information collection in the survey design, as well as response rates and prevalence of lifetime use by substance (alcohol, tobacco, marijuana, and cocaine). Ten different information collection methods were found in the design of these studies from country

* Program on Science, Technology and Society, CINVESTAV-IPN & Transdisciplinary Research Institute, Division of Social Cognitive Neuroscience, mmendozam@cinvestav.mx y miguelangelmag@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7522-5237>

** ReverdeSer Colectivo, AC.

*** Centro de Investigación y Docencia Económicas, AC. Programa de Política de Drogas, guuszwitser@gmail.com, guus.zwitser@cide.edu y g.zwitser@mucd.org.mx.

Notas: • Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. El financiador del estudio no participó en ningún rol en el diseño, recopilación, gestión, análisis, interpretación y preparación en este manuscrito.

• Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el Fondo Sectorial CONACYT-INEGI. Esta investigación recibió la subvención específica FSCI.CAR/029/2016 del Fondo para el proyecto número 251178.

cocaína). Se encontraron 10 métodos de recolección de información distintos en el diseño de estos estudios de un país a otro; los reportes no cumplen, en su gran mayoría, con los criterios básicos metodológicos para la presentación de informes finales y, aun cuando hay naciones que usan más las herramientas de tecnologías de la información y miden con mayor frecuencia la prevalencia del consumo de drogas en sus poblaciones, no necesariamente tienen mejores tasas de respuesta.

Palabras clave: encuestas internacionales de consumo de drogas; revisión sistemática de la literatura; diseño y métodos de encuestas; políticas públicas de drogas; epidemiología y salud pública.

Recibido: 15 de julio de 2019.
Aceptado: 5 de agosto de 2019.

to country; the reports do not, for the most part, meet the basic methodological criteria for final reporting and, although there are nations that use information technology tools more often and measure the prevalence of drug use in their populations, they do not necessarily have better response rates.

Key words: international surveys of drug consumption; systematic review of literature; survey design and methods; public drug policy; epidemiology and public health.

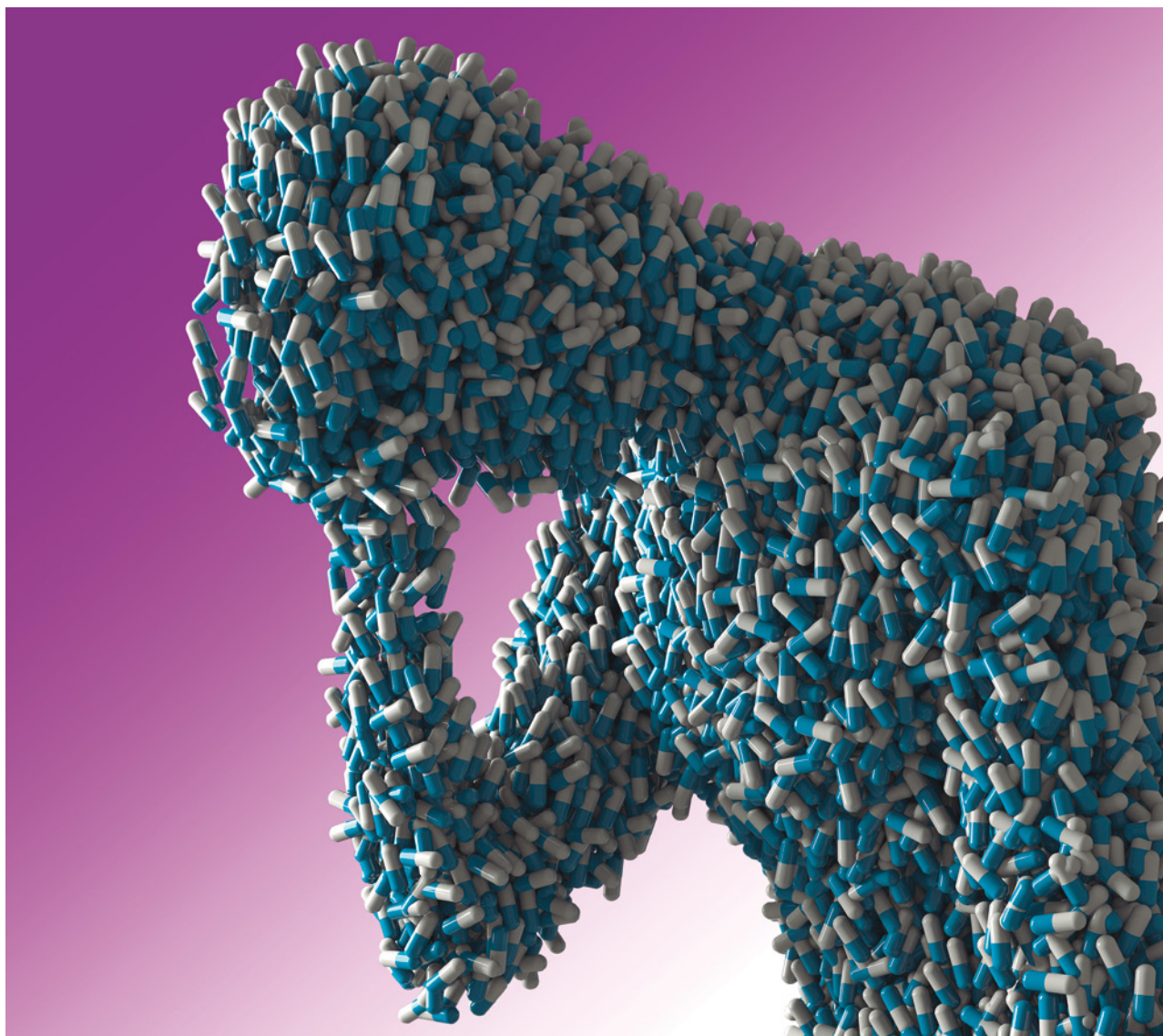


Figure made from pills, illustration/Tim Vernon/Getty images

Introducción

Los estudios epidemiológicos son indispensables para poder identificar aspectos de salud en la población (Hernández-Ávila *et al.*, 2000); estos pretenden explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características específicas sobre este tema en la comunidad (Babbie, 1973). Las encuestas, como técnica de investigación epidemiológica, son ampliamente utilizadas como procedimiento para obtener datos de modo rápido y eficaz en el ámbito de la salud pública (Casas *et al.*, 2003), además de que permiten planificar, desarrollar y evaluar estrategias de atención a través de la construcción de políticas públicas basadas en evidencia científica (Merino, 2013).

Una de las principales estrategias utilizadas para medir el impacto de las adicciones en el mundo son los estudios epidemiológicos tipo encuesta; estos son instrumentos estandarizados para determinar el consumo de drogas (legalizadas o no), aspectos de salud mental y factores sociodemográficos, cuyos resultados buscan ser comparativos a nivel internacional (OPS, 2009; WHO, 2000; de Leeuw *et al.*, 2008). En México se empezaron a utilizar en población general a partir de 1970 (Medina-Mora *et al.*, 2003), y son indispensables para poder desarrollar políticas nacionales y estrategias relacionadas con el consumo de sustancias y su impacto en la salud de las personas (Götz, 2009; Ramsay, 2002).

La elección de un estudio epidemiológico, su diseño y el método de implementación dependen de una serie de factores, como son los fondos económicos disponibles, rapidez para tener resultados, contexto político y condiciones sociales de un país, entre otros (Molitor *et al.*, 2001), así como la temporalidad (transversal o longitudinal) del fenómeno a investigar (Sáez, 2001).

Las principales ventajas de estas investigaciones son la recolección de datos en grandes poblaciones, así como los resultados generalizados y comparables para establecer relaciones entre variables de interés (Alderman & Salem, 2010); los estudios más utilizados son los de tipo observacional (principal-

mente los de alcance descriptivo), los cuales tienen como objetivo el análisis de la prevalencia, frecuencia y distribución de eventos de salud y enfermedad (Hernández & Velasco-Mondragón, 2007).

Entre las características generales en su diseño se encuentra el muestreo, mediante una adecuada estimación (diseño y tamaño) se puede describir el comportamiento de una población a través de la observación indirecta sobre hechos de salud y temas específicos, como el consumo de alcohol, tabaco y otras drogas (Babbie, 1973). Una encuesta no obtiene toda la información deseada, sino solo de un grupo de interés en particular (muestra), siendo el muestreo probabilístico la mejor elección para medir variables específicas previamente definidas y, así, al final, generalizar los resultados (Hernández-Ávila *et al.*, 2000).

Elementos importantes a considerar en su construcción son: la unidad básica de observación (individuos, familias, hogares o escuelas) de la cual se obtendrá la información (Hernández & Velasco-Mondragón, 2007); los instrumentos (cuestionarios) de recolección de datos con validez, confiabilidad y estandarización rigurosa que reflejen los constructos teóricos que se pretenden medir (Casas *et al.*, 2003); y su relación con el objetivo de la investigación y coherencia con la realidad establecida entre la teoría e hipótesis planteadas (Alderman & Salem, 2010). Otros aspectos relevantes de los cuales dependen la representatividad y generalización de los resultados son la tasa de respuesta (Díaz de Rada & Palacios, 2013) y la modalidad de aplicación (autoaplicación o aplicación por un entrevistador) de los cuestionarios (Borrell & Rodríguez-Sanz, 2008).

En la actualidad, y gracias a las nuevas tecnologías de información (TI), se han logrado obtener datos mediante otras modalidades de recolección, como: la correspondencia, la vía telefónica (Borrell & Rodríguez-Sanz, 2008), el correo electrónico, las redes sociales (Fan & Zhang, 2017; Zaid *et al.*, 2014; Meng *et al.*, 2017) y los sistemas de encuestas por internet (*web-based surveys*) (Cameron *et al.*, 2013; Gelder *et al.*, 2010; Bälter & Bälter, 2005; Safdar *et*

al., 2016). También, pueden seguir siendo administradas de manera tradicional por un entrevistador (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2002) con el uso de cuestionarios lápiz-papel, computadoras o dispositivos móviles electrónicos (Nieuwenhuijsen, 2005).

La tasa de respuesta juega un papel importante en estas investigaciones (Díaz de Rada & Palacios, 2013); sin embargo, los factores sociales, políticos, geográficos, lingüísticos y étnicos, así como de criminalidad y falta de seguridad pública, dificultan la participación de la población; lo ideal es obtener una tasa lo más alta posible; pero, también, sabemos que es difícil medir el uso de sustancias mediante encuestas dirigidas a usuarios de drogas (Zamudio, 2012), porque el proceso de obtener información es sensible para las personas que viven en países donde consumir drogas se asocia a una narrativa cultural de comisión de un acto ilícito, con el estigma y la desaprobación social correspondiente; todo esto puede subestimar el consumo real de drogas y tener tasas bajas de respuesta (Pudney, 2010).

También, en los casos de grupos poblacionales específicos no considerados en las encuestas sobre consumo de drogas en población general se presentan diversos retos y dificultades adicionales a las mencionadas hasta el momento, como por ejemplo en adultos mayores (Mendoza-Meléndez *et al.*, 2013; Guilherme *et al.*, 2014; Mendoza-Meléndez *et al.*, 2015), personas con discapacidad (Marín, 2015), etnias (Vega *et al.*, 2015), comunidad LGBTTI (INSADE, 2015) y población en reclusión (Bustos *et al.*, 2013). El riesgo latente de obtener una tasa baja de respuesta es un aspecto que debe tomarse en cuenta integrando alternativas metodológicas en el diseño de la investigación (de Leeuw *et al.*, 2008).

Hoy en día, es muy común el uso de encuestas para la evaluación del consumo de drogas en países de todo el mundo (UNODC, 2014), cuyas funciones principales incluyen: 1) monitorear tendencias y seguir cambios nacionales en la prevalencia del consumo de drogas, 2) mapear conductas de salud y patrones en el consumo de drogas, 3) hacer com-

paraciones internacionales, 4) evaluar creencias y actitudes hacia drogas y consumidores y 5) evaluar la eficacia de políticas de drogas (Decorte *et al.*, 2009; Ramsay, 2002).

Además de estos elementos mencionados, el Health Officers Council of British Columbia sugiere considerar una nueva conceptualización sobre el uso de drogas como un *continuum*, ya que existen otros tipos de consumo, y no solo limitarse a medir las prevalencias sino, también, el uso casual no problemático, el benéfico y el problemático (Reist *et al.*, 2004; Rödner *et al.*, 2008) e incluir frecuencia, cantidad, riesgo específico y policonsumo de drogas mediante el empleo de la clasificación de la peligrosidad relativa (Hammersley *et al.*, 1999; Mammone *et al.*, 2014; Nutt *et al.*, 2010; Van Amsterdam *et al.*, 2010).

Estas propuestas parten de una perspectiva diferente a la visión tradicional prohibicionista de las drogas, evidentemente desde marcos teóricos de referencia novedosos; sin embargo, para utilizar un número más amplio de perfiles, implicaría introducir en el diseño de encuesta nuevas categorías, pero con el uso de nuevas tecnologías *online* (*web-based questionnaires*) se podrían incluir (Gelder *et al.*, 2010). Se debe tomar en cuenta que la recolección de datos a partir de nuevos constructos teóricos mediante TI por internet requerirá de modelos de evaluación y consideraciones éticas específicas (Markham & Buchanan, 2012).

Existen propuestas para elaborar informes finales oficiales sobre consumo de drogas, como las recomendaciones hechas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su publicación *Guide to Drug Abuse Epidemiology* (WHO, 2000) o las que buscan más detalles en el análisis y no solo datos descriptivos sugeridas por Lang & Secic (2006), quienes proponen incluir comparaciones bivariadas y reportar los análisis de regresión, además de las de Kelley *et al.* (2003), las cuales son similares a la lista *STROBE* (von Elm *et al.*, 2008; Fernández, 2005).

Por lo que respecta a la comparación de metodologías para evaluar el consumo de drogas, hay es-

fuerzas importantes, como el *Drug use: An overview of general population surveys in Europe* (Decorte et al., 2009) o el *Informe del uso de drogas en Las Américas 2011* de la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), que pertenece a la Organización de los Estados Americanos (OEA), el cual se basa en datos obtenidos, principalmente, a través de encuestas nacionales que utilizan el Sistema Interamericano de Datos Uniformes sobre Consumo de Drogas (SIDUC) desarrollado por la Secretaría Ejecutiva de la CICAD; sin embargo, aún no existe un análisis comparativo de datos y metodologías sólido a nivel internacional (OID, 2011; OPS, 2009).

Este trabajo tuvo como primer objetivo hacer un análisis descriptivo de los métodos de recolección de información utilizados en el diseño de encuestas internacionales sobre consumo de drogas y, en segundo término, comparar las tasas de prevalencia y de respuesta, así como la frecuencia de las encuestas de cada país, todo basado a partir de datos extraídos de informes internacionales oficiales.

Método

Para la presente revisión sistemática, se realizó una búsqueda de informes de resultados finales oficiales (literatura gris) de encuestas epidemiológicas internacionales sobre consumo de drogas en población general; el rastreo de los documentos se hizo en un periodo comprendido entre el 16 de noviembre de 2016 al 15 de diciembre de 2017 mediante la consulta en sitios web gubernamentales de instituciones encargadas del tema de las adicciones en 150 países.

Considerando que nuestras fuentes primarias de información —por su naturaleza evidente al ser informes de gobiernos— no fueron obtenidas de buscadores especializados (como *PubMed*) sino en motores de búsqueda abiertos debido al interés en las mismas; y con el propósito de sistematizar nuestra indagatoria para obtener mejores resultados y mayor evidencia científica al final

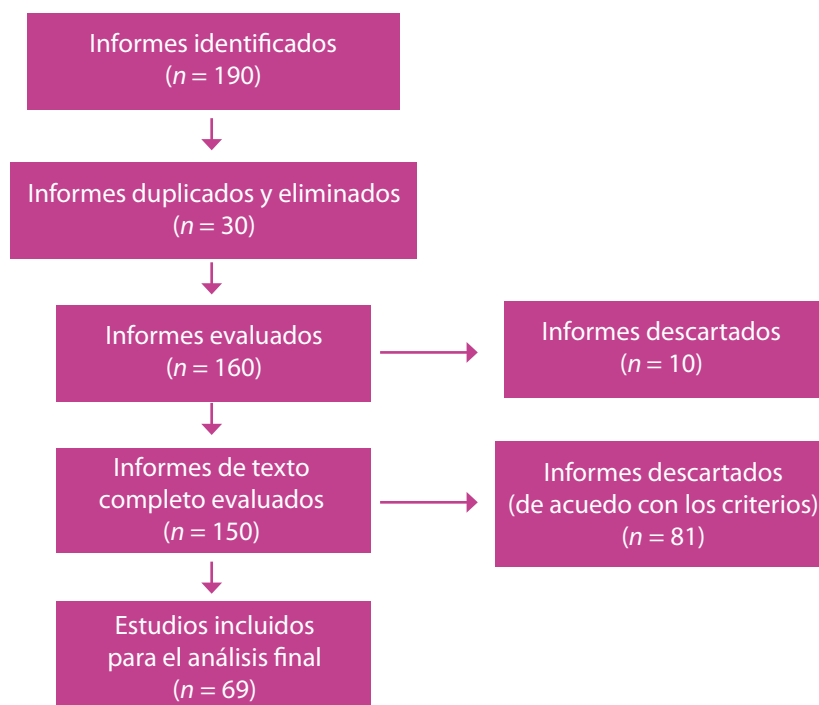
de nuestro estudio en torno al tema en cuestión, nuestra indagatoria se llevó a cabo con base en los criterios *PRISMA* (Moher et al., 2009), usando los siguientes términos: *National Drug Survey*, *National Addiction Survey*, *Addiction Survey*, *Drug Survey*, *Encuesta Nacional de Adicciones*, *Encuesta Nacional de Drogas*, *Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias*, *Encuesta de Adicciones*, *Encuesta de Drogas*, seguidos por el nombre del país.

Los informes se recuperaron solo si eran documentos oficiales y de acceso libre; se obtuvieron 190 reportes sobre encuestas de consumo de drogas de 150 países (ver diagrama). Para la integración de las fuentes de información, se creó una base de datos, y fueron seleccionadas según los siguientes criterios de inclusión: documentos de texto completo publicados entre el 2004 y 2016 (donde el idioma principal estuviese escrito en español, inglés, alemán u holandés) y cumplirían con los criterios de estándares internacionales *STROBE* para estudios observacionales (von Elm et al., 2008). Para el análisis final, era necesario identificar claramente las siguientes variables principales de interés como puntos mínimos (WHO, 2000): nombre del estudio, país, año de levantamiento, método de recolección de información en el diseño de la encuesta, así como tasas de respuesta y de prevalencia del consumo alguna vez en la vida por sustancia (alcohol, tabaco, marihuana y cocaína).

Se procedió a llevar a cabo un análisis estadístico descriptivo de las variables de interés, obteniendo los promedios de las tasas de prevalencia y de respuesta, así como el del número de encuestas realizadas por país. A través de gráficos de burbujas, se categorizaron las variables de la siguiente forma: si la encuesta se hizo mediante un método directo de entrevista cara a cara y el encuestador conocía las respuestas, se estableció el color rojo; si fue aplicada por un método indirecto (no hay interacción directa con el participante), azul; y si se utilizó algún método mixto para la recopilación de la información, gris.

El tamaño de la burbuja indica la frecuencia del número de encuestas levantadas por país (a mayor

Flujo para la identificación e inclusión de estudios en la presente revisión



tamaño, más estudios fueron realizados). Además, aquí cabe destacar que no todos los países reportan de la misma forma las prevalencias del consumo de alcohol, tabaco, marihuana y cocaína en sus informes finales de gobierno (depende de la definición operacional y conceptual de las variables); por lo tanto, no todos aparecen en todas las gráficas o con el mismo tamaño de la burbuja.

Por último, se realizó un análisis estadístico de correlación para explorar la posible relación entre la tasa de prevalencia de consumo de drogas y las tasas de respuesta por nación.

Resultados

Están formados por una muestra final de 69 informes de 21 países (ver cuadro 1), en los cuales identificamos 10 métodos de recolección de información distintos en el diseño de las encuestas, siendo en las naciones de Europa, Canadá y Estados Unidos de América (EE. UU.) donde usan

más variedad de estos en la elaboración de sus estudios y llevan a cabo con mayor frecuencia la medición sobre el consumo de drogas en sus poblaciones, y es de resaltar el empleo de herramientas de TI (como dispositivos móviles, uso de internet, entrevistas automatizadas vía telefónica y la combinación de estas tecnologías), contrario a lo observado en los países de Latinoamérica, en los que suelen utilizar con más frecuencia encuestas aplicadas mediante entrevistas cara a cara, en hogares y/o en escuelas con la herramienta lápiz-papel y donde es menos frecuente la implementación y uso de menos variedad de metodologías en el diseño de estas investigaciones (ver cuadro 2).

Podemos observar que, en general, las naciones donde se utiliza mayor variedad de diseños metodológicos y TI en sus encuestas miden con más frecuencia las prevalencias del consumo de drogas y con mayor precisión en los resultados (ver cuadro 2), pero no necesariamente obtienen tasas de respuesta más altas (ver gráficas 1, 2, 3 y 4).

Muestra final de encuestas incluidas para el análisis

Nombre de la encuesta	Organización o instituto que realizó la encuesta	País	Año/Método de aplicación
Epidemiologischer Suchtsurvey "Leben und Gesundheit"	Institut für Therapieforchung, INFAS Institut für Angewandte Sozialwissenschaft GmbH	Alemania	2006, 2009, 2012, 2015/escrito, CATI, CAWI
Estudio Nacional sobre Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población de 12 a 65 años	Observatorio Argentino de Drogas	Argentina	2006, 2008, 2010/cara a cara
Encuesta Nacional sobre Prevalencias de Consumo de Sustancias Psicoactivas	Ministerio de Salud	Argentina	2011/cara a cara
Estudio comparativo sobre consumo de drogas en la población general en seis países sudamericanos	Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, por sus siglas en inglés), Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD/OEA)	Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú, Uruguay	2006-2007/cara a cara y PASI
National Drug Strategy Household Survey	Australian Institute of Health and Welfare	Australia	2007, 2010, 2013/drop and collect y CATI
Österreichweite Repräsentativerhebung zu Substanzgebrauch	Bundesministerium für Gesundheit	Austria	2008, 2015/cara a cara y CAWI
Belgische Gezondheidsenquête	Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid	Bélgica	2008, 2013/PASI
II Estudio Nacional de Prevalencia y Consumo de Drogas en Bolivia	Secretaría de Coordinación del Consejo Nacional de Lucha contra el Tráfico Ilegal de Drogas	Bolivia	2014/cara a cara
Canadian Addiction Survey (CAS)	Canadian Centre on Substance Abuse	Canadá	2004/CATI
Canadian Alcohol and Drug Use Monitoring Survey (CADUMS)	Health Canada	Canadá	2008, 2009, 2010, 2011, 2012/CATI
Canadian Tobacco, Alcohol and Drugs Survey (CTADS)	Health Canada	Canadá	2013, 2015/CATI
Estudio Nacional de Drogas en Población General de Chile	Consejo Nacional para el Control de Estupefacientes (CONACE), Observatorio Chileno de Drogas y Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol (SENDA)	Chile	2006, 2008, 2010, 2012, 2014/cara a cara
Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia	Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE), Ministerio de Justicia y del Derecho, Observatorio de Drogas de Colombia y Ministerio de Salud y Protección Social	Colombia	2008, 2013/cara a cara

Muestra final de encuestas incluidas para el análisis

Nombre de la encuesta	Organización o instituto que realizó la encuesta	País	Año/Método de aplicación
Estudio de consumo de sustancias psicoactivas en Bogotá D.C.	Alcaldía de Bogotá-Secretaría Distrital de Salud	Colombia	2009/cara a cara
Consumo de Drogas en Costa Rica: Encuesta Nacional 2006	Instituto sobre Alcoholismo y Farmacodependencia	Costa Rica	2006, 2010/cara a cara
Encuesta Nacional sobre Consumo de Drogas en Población General	Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas (CONSEP), Dirección Nacional del Observatorio de Drogas y Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas	Ecuador	2007, 2013/cara a cara y CASI
Estudio Nacional sobre Consumo de Drogas en Población de El Salvador	Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional Antidrogas (CNA)	El Salvador	2014/cara a cara
Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES)	Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas (DGPNSD)	España	2005, 2007, 2009, 2011, 2013/PASI
National Survey on Drug Use and Health (NSDUH)	Substance Abuse and Mental Health Services Administration and Center for Behavioral Health Statistics and Quality	EE. UU.	2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015/ACASI
Guyana National Household Drug Prevalence Survey	Ministry of Public Security	Guyana	2016/cara a cara
National Drug Use Survey Maldives 2011/2012	UNODC	Maldivas	2011/2012/cara a cara
Encuesta Nacional de Adicciones (ENA)	Secretaría de Salud, Consejo Nacional contra las Adicciones, Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente, Instituto Nacional de Salud Pública	México	2008/2011/2016/cara a cara y ACASI
Encuesta Global de Tabaquismo en Adultos (GATS), México	Instituto Nacional de Salud Pública y Organización Panamericana de la salud	México	2009/cara a cara
Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT)	Instituto Nacional de Salud Pública	México	2012/cara a cara
National Prevalentie Onderzoek Middelengebruik	Nationaal Prevalentie Onderzoek Middelengebruik	Países Bajos	2005, 2009/cara a cara, CAWI y CASI
Encuesta Nacional de Drogas en la Población General del Perú	Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas	Perú	2006, 2010/cara a cara
Suriname National Household Drug Prevalence Survey	Stroo, Eva; OAS; CICAD	Surinam	2013/cara a cara
Encuesta Nacional en Hogares sobre Consumo de Drogas	Observatorio Uruguayo de Drogas, Junta Nacional de Drogas	Uruguay	2007, 2012, 2014/cara a cara

Cuadro 2

Métodos de recolección de información identificados en la muestra final de estudios seleccionados para el análisis

	Acrónimo	Nombre	Descripción
1	PAPI CAPI	Entrevista personal cara a cara: a. <i>Face-to-Face Paper and Pencil Interviewing</i> (entrevista personal cara a cara papel-lápiz). b. <i>Face-to-Face Computer Assisted Personal Interviewing</i> (entrevista personal cara a cara asistida por computadora).	a. El entrevistador lee las preguntas y anota las respuestas del entrevistado en un cuestionario papel-lápiz o en un dispositivo móvil. b. El entrevistador lee las preguntas de un dispositivo y anota las respuestas del entrevistado en la computadora.
2	CATI	<i>Computer Assisted Telephone Interviewing</i> (entrevista telefónica asistida por computadora).	El entrevistador lee las preguntas por vía telefónica.
3	ACASI/CASI	<i>Audio Computer-Assisted Self Interviewing/ Computer-Assisted Self Interviewing</i> (audio autoentrevista asistida por computadora/ autoentrevista asistida por computadora).	El encuestado escucha/lee mediante una computadora (audífonos) las preguntas y él mismo anota las respuestas en un dispositivo móvil o computadora mediante el uso de un teclado.
4	PASI	<i>Paper-Assisted Self Interviewing</i> (autoentrevista asistida por papel).	El encuestado lee las preguntas de un papel directamente (papel-lápiz) y él mismo anota las respuestas en el cuestionario.
5	CAWI/WS	<i>Computer-Assisted Web Interviewing</i> (entrevista web asistida por computadora)/ web surveys (encuestas web).	Se envía al encuestado vía <i>e mail</i> invitación para acceder al sitio web donde deberá ingresar para responder el cuestionario.
6	<i>D and C</i>	<i>Drop and Collect</i>	El encuestador deja el cuestionario con el encuestado y regresa en otro momento por el documento.
7	Mixto: escrito y CATI	Multimétodo	Se usa uno o más de los métodos anteriores en combinación.
8	Mixto: por escrito, CATI y CAWI	Multimétodo	Se usa uno o más de los métodos anteriores en combinación.
9	Mixto: <i>drop and collect</i> y CATI	Multimétodo	Se usa uno o más de los métodos anteriores en combinación.
10	Mixto: cara a cara y PASI	Multimétodo	Se usa uno o más de los métodos anteriores en combinación.

Alcohol

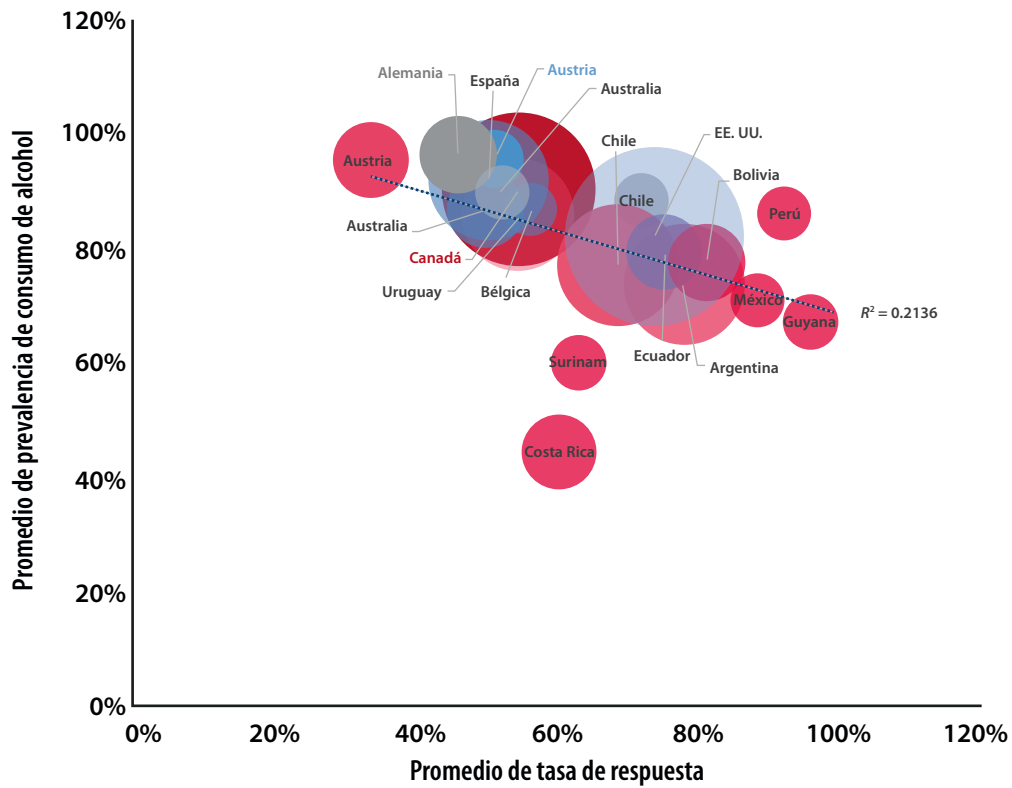
En la gráfica 1 observamos tasas de prevalencia de consumo de alcohol más altas en España, Alemania, Austria, Canadá y Estados Unidos de América. Podemos ver, también, que en estos países se llevan a cabo con mayor frecuencia la medición sobre su consumo en sus poblaciones y utilizan más variedad de métodos para medir la prevalencia de este. Finalmente, encontramos una correlación negativa entre la tasa de respuesta y la prevalencia ($R^2 = 0.2286$)

Tabaco

En la gráfica 2 apreciamos tasas de prevalencia de consumo de tabaco más altas en países europeos como España, Alemania y Austria; en América es más elevado en EE. UU., Chile y Uruguay. Podemos ver, también, que en las naciones de Europa, Canadá y Estados Unidos de América usan más variedad de métodos para medir la prevalencia de su consumo y llevan a cabo con mayor frecuencia la medición en sus poblaciones, contrario a lo observado en las de

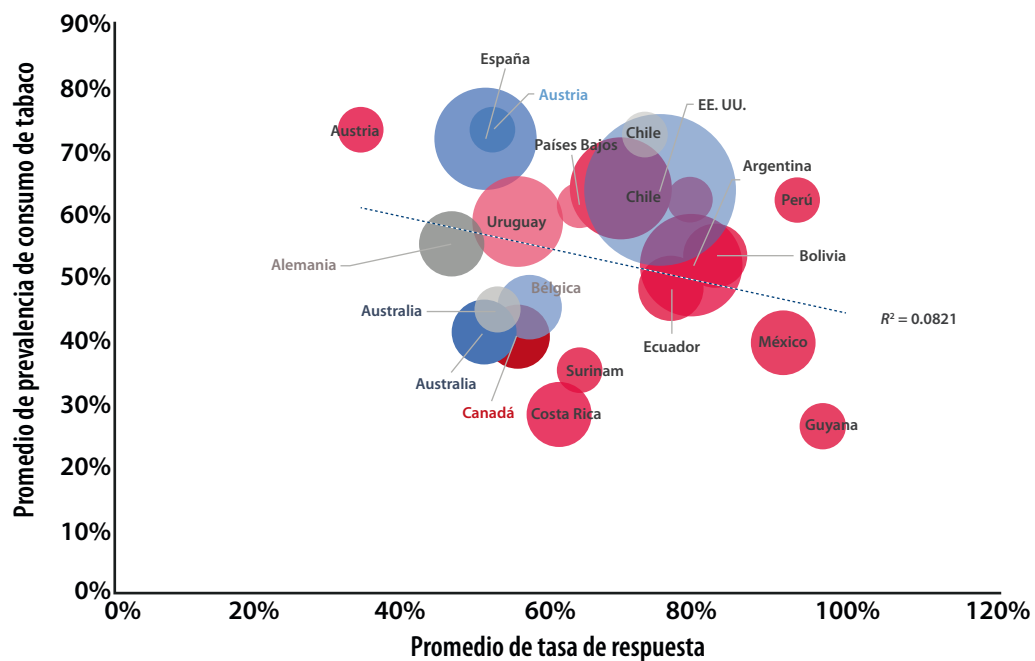
Gráfica 1

Consumo de alcohol alguna vez en la vida: prevalencia de consumo, tasa de respuesta y frecuencia por número de encuestas realizadas por país



Gráfica 2

Consumo de tabaco alguna vez en la vida: prevalencia de consumo, tasa de respuesta y frecuencia por número de encuestas realizadas por país



Latinoamérica, excepto en Argentina, Chile y Uruguay. Por último, encontramos una correlación negativa entre la tasa de respuesta y la prevalencia ($R^2 = .0854$).

Marihuana

En la gráfica 3 observamos las prevalencias más altas para consumo de marihuana en EE. UU. y Canadá, seguidas por Países Bajos, España, Australia, Alemania, Austria, Chile y Uruguay, en ese orden. Podemos apreciar que en los países de Europa, Canadá y Estados Unidos de América llevan a cabo con mayor frecuencia encuestas para medirlo, contrario a lo que sucede en los de Latinoamérica, excepto en Argentina, Chile y Uruguay. Finalmente, se mantiene la constante de que en EE. UU., Canadá y Europa usan más variedad de métodos para medir esta prevalencia y

la correlación explorada entre la tasa de respuesta y la prevalencia ($R^2 = 0.2633$).

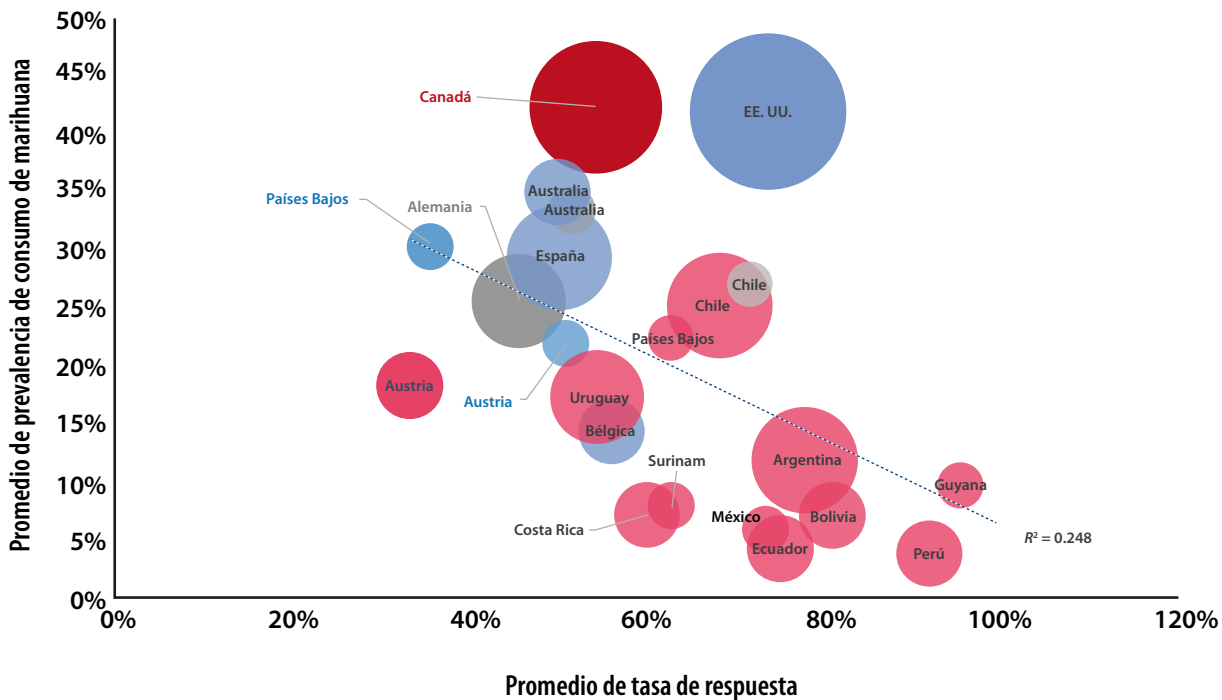
Cocaína

En la gráfica 4 vemos la tasa de prevalencia más alta para consumo de cocaína alguna vez en la vida en los Estados Unidos de América. Apreciamos, también, que en los países de Europa, Canadá y EE. UU. usan más variedad de métodos para medirlo. Por último, encontramos una correlación negativa entre la tasa de respuesta y la prevalencia ($R^2 = 0.0541$).

Como pudimos ver en las gráficas anteriores, las tasas de prevalencia de consumo de alcohol, tabaco, marihuana o cocaína alguna vez en la vida suelen ser elevadas en Canadá y EE. UU.; este último reporta una prevalencia muy alta en el consumo de marihuana y cocaína, principalmente.

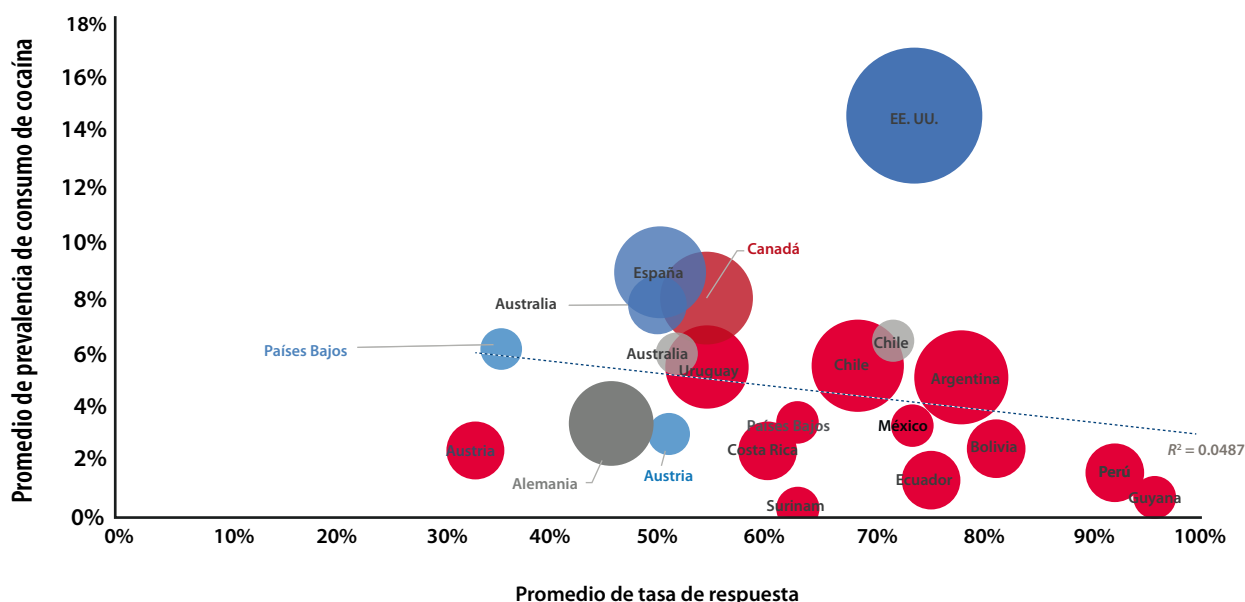
Gráfica 3

Consumo de marihuana alguna vez en la vida: prevalencia de consumo, tasa de respuesta y frecuencia por número de encuestas realizadas por país



Gráfica 4

Consumo de cocaína alguna vez en la vida: prevalencia de consumo, tasa de respuesta y frecuencia por número de encuestas realizadas por país



Conclusiones

Con base en esta revisión podemos decir que los informes internacionales no cubren en su totalidad los criterios básicos metodológicos en el diseño de reportes de estas investigaciones epidemiológicas sobre consumo de drogas sugeridos por la OMS en la *Guide to Drug Abuse Epidemiology* (WHO, 2000). Solo 46% (69 de 150 informes) cumplían con estos puntos mínimos, siendo una proporción muy alta de quienes no los tenían.

Sería importante para los países que destinan recursos económicos en estudios epidemiológicos tipo encuesta sobre consumo de drogas tomaran en cuenta, en trabajos futuros, las recomendaciones hechas en la publicación de la OMS para la elaboración de informes y, con el propósito de que los reportes con resultados finales oficiales permitan establecer parámetros de comparación internacional, contribuir verdaderamente en quienes diseñan políticas públicas y toman decisiones

para la elaboración de estrategias y programas de atención a las adicciones (Casas *et al.*, 2003; Merino, 2013; Gota, 2009; Ramsey, 2002).

Además, sería de utilidad el poder acceder y hacer uso de las bases de datos de las encuestas de manera libre (datos abiertos) para análisis subsecuentes, en tiempos relativamente cortos, después de la aplicación del estudio. También, para tener más detalle en el análisis de los datos y mejor evidencia científica, usar las propuestas de Lang & Secic (2006) y de Kelley *et al.* (2003), esta última similar a la lista *STROBE* para estudios observacionales (von Elm *et al.*, 2008), ya que estos criterios, muchas veces, solo se usan para la publicación de resultados en revistas arbitradas y no en los informes de gobiernos, los cuales únicamente presentan datos descriptivos.

En la mayoría de las naciones incluidas en el análisis se usan métodos de aplicación en persona. Tanto Austria como los Países Bajos han emplea-

do métodos mixtos, en persona (cara a cara) y no en persona (en línea) (Safdar *et al.*, 2016). Alemania solo ha utilizado métodos mixtos no presenciales: por vía telefónica y por escrito, así como encuestas aplicadas en línea después de iniciar el contacto por teléfono o por escrito (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2017). Canadá es el único país que ha usado un solo método de aplicación no presencial (CATI). Llama la atención que todas las naciones latinoamericanas usan un método de aplicación en persona, aun cuando los costos son elevados; sin embargo, es posible que esto se deba a que no han desarrollado la infraestructura tecnológica con amplia cobertura para realizar estudios por internet o vía telefónica en zonas específicas. A su vez, aquellos que usan un método no presencial son *países industrializados* (EE. UU., Canadá, Alemania, Austria y Países Bajos), es decir, países con los recursos para llevar a cabo este tipo de encuesta, ya sea con un buen registro de números telefónicos, o bien, con una alta penetración de internet.

Podemos decir, como conclusión principal, que las naciones donde utilizan mayor variedad de diseños metodológicos y uso de TI en la realización de sus encuestas miden con mayor frecuencia y precisión las prevalencias de consumo de drogas, pero no necesariamente tienen mejores tasas de respuesta.

Es posible observar que, en general, la tasa de respuesta en los países de América es más alta en comparación con los de Europa, no importando el método de recolección de información, aun cuando en alguno de estos el consumo de marihuana es legal; esto es interesante para la reflexión y un análisis profundo (Pudney, 2010).

Cada método de aplicación de encuestas tiene ventajas y desventajas; la recolección de información depende del contexto de cada país (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2002; Babbie, 1973); sin embargo, identificamos que el tradicional cara a cara tiene mejores tasas de respuesta (Alderman & Salem, 2010), aun considerando el costo elevado de dichos estudios comparado con los basados en medios electrónicos o alternativos (Borrell & Rodríguez-Sanz, 2008; Fan & Zhang,

2017; Zaid *et al.*, 2014; Meng *et al.*, 2017; Cameron *et al.*, 2013; Gelder *et al.*, 2010; Bälter & Bälter, 2005; Safdar *et al.*, 2016).

El riesgo latente de obtener una tasa baja de respuesta es un aspecto que debe tomarse en cuenta para que se disminuya el porcentaje de rechazo durante el periodo de levantamiento; integrando alternativas en el diseño de la investigación, como aumentar el número de visitas a los hogares y el ajuste de la tasa de respuesta mediante métodos estadísticos, se puede usar la ponderación estadística para hacer que la muestra se asemeje a la población con respecto a estas características; pero el incrementar el número de intentos de contacto no solo aumenta la tasa de respuesta sino también, los costos (de Leeuw *et al.*, 2008).

Si bien todos los métodos de aplicación de encuestas y paradigmas teóricos mencionados tienen limitantes, es posible en un futuro que el uso de herramientas de TI podría disminuir los costos económicos de estas investigaciones y ser una alternativa o complemento en países donde no existen las condiciones sociales y de seguridad para seguir implementando estudios en hogares o escuelas a través de entrevistas cara a cara. Además, el uso de nuevas tecnologías *online (web-based questionnaires)* podría ser de gran utilidad para introducir y explorar en el diseño de encuestas nuevas categorías teóricas (Gelder *et al.*, 2010), en especial en poblaciones como los usuarios de drogas (Zamudio & Castillo, 2012), donde el proceso de obtención de información es sensible.

Como resultado de esta revisión, pensamos que México debe continuar realizando estudios epidemiológicos de encuestas en hogares, escuelas (Medina-Mora *et al.*, 2003) y con grupos específicos (Mendoza-Meléndez *et al.*, 2013; Guilherme *et al.*, 2014; Mendoza-Meléndez *et al.*, 2015; Marín, 2015; Vega *et al.*, 2015; INSADE, 2015; Bustos *et al.*, 2013); pero también creemos que sería posible empezar a diseñar investigaciones en las cuales se prueben varios métodos de aplicación, como: vía telefónica o correo postal (Brøgger *et al.*, 2002), *e mail* (Díaz de Rada & Palacios, 2013), redes sociales como *Twitter*

(Fan & Zhang, 2017; Zaid *et al.*, 2014; Meng *et al.*, 2017), sistemas de encuestas en plataformas de internet (*web-based surveys*) (Cameron *et al.*, 2013; Gelder *et al.*, 2010; Bälter & Bälter, 2005) y nuevas plataformas *online* y redes sociales diversas (Molitor *et al.*, 2001; Sáez, 2001; Díaz de Rada & Palacios, 2013; Alderman & Salem, 2010), siempre conservando el diseño riguroso de los estudios epidemiológicos (como es la estimación del tamaño de muestra y el control de variables, así como los reactivos estandarizados y validados) con la finalidad de seguir teniendo representatividad y generalización de los resultados (Hernández-Ávila *et al.*, 2000; Hernández & Velazco-Mondragón, 2007).

La combinación de métodos para estudios epidemiológicos tradicionales (Meng *et al.*, 2017) con TI podría permitir la construcción de modelos predictivos a través del uso de minería de datos (*data mining*), algoritmos de aprendizaje automático (*machine learning algorithm*), *bioinformatic* y *multidimensional analysis* y, así, generar nuevos conocimientos para el diseño de políticas públicas basadas en evidencia científica; sin embargo, se deberá tomar en cuenta que el uso de nuevas tecnologías en la recolección de datos requerirá de nuevos modelos de evaluación y consideraciones éticas claras (Markham & Buchanan, 2012).

Una limitante de este trabajo fue haber hecho solo un análisis descriptivo de los métodos de recolección, prevalencias y tasas de respuesta identificadas en los informes de gobierno de diferentes encuestas internacionales, pero el obstáculo más importante encontrado en el desarrollo de la investigación fue ver que las bases de datos referentes a los informes, en su mayoría, no son públicas ni de acceso libre, limitando nuestros alcances pretendidos en un inicio; sin embargo, en subsecuentes análisis de este mismo proyecto utilizaremos un ensamble de *Kalman filter* con *neural networking* (Julier & Uhlmann, 1997; Majumdar *et al.*, 2002; Burgers *et al.*, 1998) para realizar un meta-análisis o un análisis *poll of polls* y construir estimaciones de tendencias que incorporan un análisis bayesiano dinámico y jerárquico; básicamente, es un modelo que ajusta la incertidumbre para el poder predictivo (Chiogna &

Gaetan, 2002) con las bases de datos de algunos países de la muestra original.

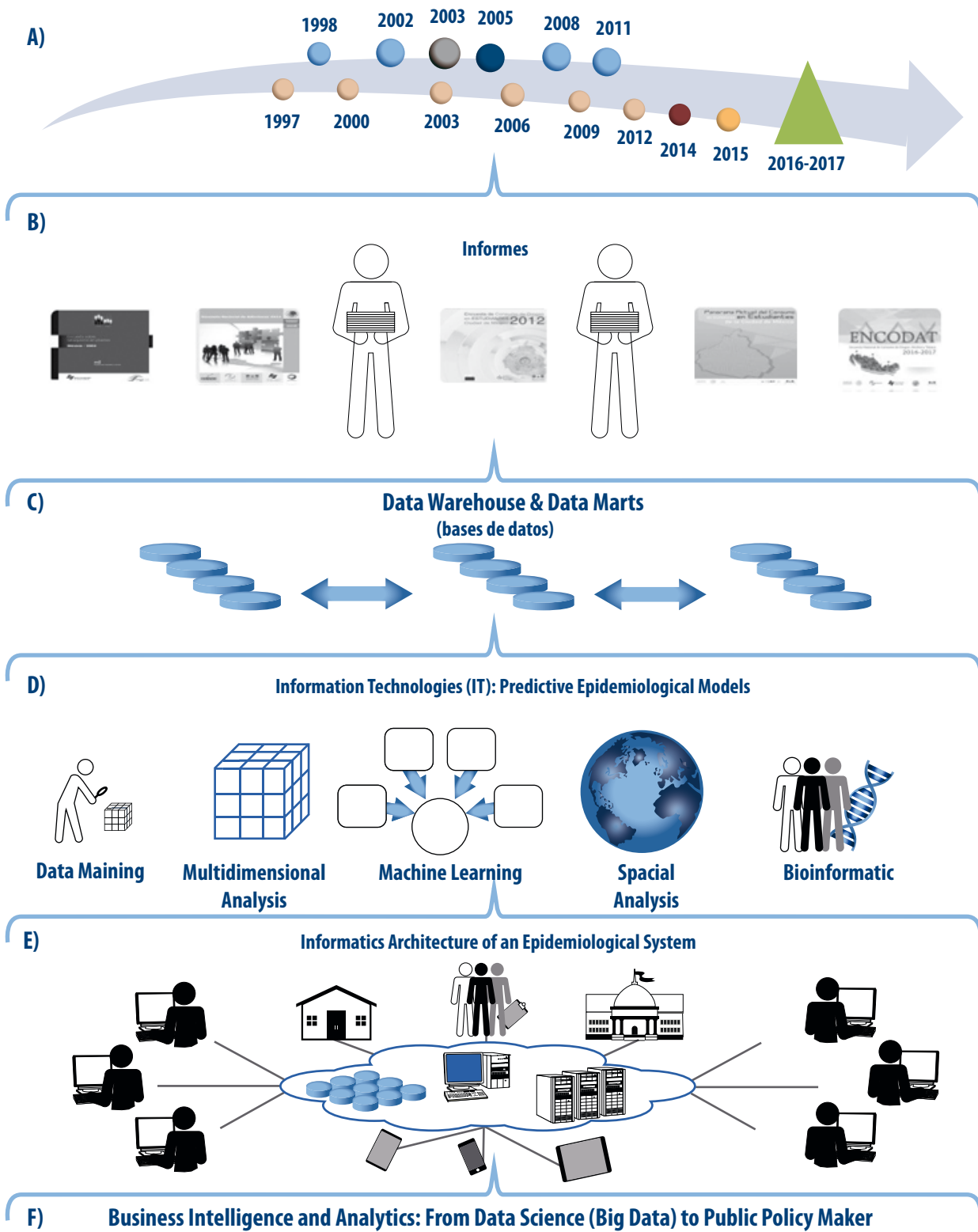
Así como otras naciones han aplicado nuevas TI para conocer la prevalencia del consumo de sustancias (Meng *et al.*, 2017) utilizando algoritmos de aprendizaje automático y minería de datos (Ding *et al.*, 2014), consideramos que en México se deberían de empezar a utilizar estas herramientas para construir modelos epidemiológicos predictivos y conocer con mayor precisión el comportamiento del consumo de drogas.

El Estado tendría que consolidar, primero, el desarrollo tecnológico de los observatorios de drogas a nivel nacional, mostrando información accesible y transparente para la población en general como, por ejemplo, el Observatorio Europeo de las Drogas (<http://www.emcdda.europa.eu>) o el Observatorio Especializado en Sustancias Psicoactivas (<http://oe.iapa.df.gob.mx>), y no solo un portal web con información archivada, como lo es actualmente el Observatorio Mexicano de Tabaco, Alcohol y Otras Drogas (<http://omextad.salud.gob.mx/contenidos/omextad/si.html>), y así contar con un sistema de vigilancia epidemiológica más eficiente en el país (Mendoza-Meléndez, *et al.*, 2014).

Sin embargo, para llevar a cabo la construcción de modelos epidemiológicos basados en análisis predictivo, es importante contar primero con las bases de datos de los estudios de encuestas de drogas; estas diferentes fuentes de información deberán estar disponibles en un repositorio de datos (*data warehouse*) y, posteriormente, utilizar las TI (Chen *et al.*, 2012) a través del uso de herramientas como minería de datos (Bellinger *et al.*, 2017), algoritmos de aprendizaje automático (Mooney & Pejaver, 2018), *bioinformatic* (Maojo & Group, 2004), *spacial* (Boulila *et al.*, 2011) y *multidimensional analysis* (Ding *et al.*, 2014), y por último generar nuevos conocimientos para planificar, desarrollar y evaluar estrategias de prevención y tratamiento de las adicciones en nuestro país mediante el desarrollo de nuevas políticas públicas de salud mental basadas en evidencia científica (ver figura).

Figura

Propuesta para la construcción de modelos epidemiológicos basados en análisis predictivo



Fuentes

- Alderman, A. K., & B. Salem. *Survey research. Plastic and Reconstructive Surgery*. 126(4), 2010, pp. 1381-1389 (DE) <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181ea44f9>
- Babbie, E. *Métodos de investigación por encuesta*. México, Fondo de Cultura Económica, 1973.
- Bälter, O., & K. A. Bälter. "Demands on web survey tools for epidemiological research", en: *European Journal of Epidemiology*. 20(2), 2005, pp. 137-139 (DE) <https://doi.org/10.1007/s10654-004-5099-5>
- Bellinger, C., M. S. Mohamed Jabbar, O. Zaiane, & A. Osornio-Vargas. "A systematic review of data mining and machine learning for air pollution epidemiology", en: *BMC Public Health*. 17(1), 2017, pp. 1-19 (DE) <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4914-3>
- Borrell, C., & M. Rodríguez-Sanz. "Aspectos metodológicos de las encuestas de salud por entrevista: aportaciones de la Encuesta de Salud de Barcelona 2006", en: *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 11(supl 1), 2008, pp. 46-57 (DE) <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2008000500005>
- Boulila, W., I. R. Farah, K. Saheb Ettabaa, B. Solaiman, & H. Ben Ghézala. "A data mining-based approach to predict spatiotemporal changes in satellite images", en: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 13(3), 2011, pp. 386-395 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.01.008>
- Brøgger, J., P. Bakke, G. E. Eide, & A. Gulsvik. "Comparison of telephone and postal survey modes on respiratory symptoms and risk factors", en: *American Journal of Epidemiology*. 155(6), 2002, pp. 572-576 (DE) <https://doi.org/10.1093/aje/155.6.572>
- Burgers, G., P. Jan van Leeuwen, & G. Evensen. "Analysis Scheme in the Ensemble Kalman Filter", en: *Monthly Weather Review*. 126(6), 1998, pp. 1719-1724 (DE) [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1998\)126<1719:ASITEK>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1998)126<1719:ASITEK>2.0.CO;2)
- Bustos, O. E. A., G. R. V. Gonzales, M. Á. L. Brambila, A. G. Cari, R. C. Solís, & M. A. M. Meléndez. "Problematic consumption of drugs and risk or protection factors in a reclusion center of the city of Mexico", en: *International Journal of Psychological Research*. 6(1), 2013, pp. 78-83.
- Cameron, D., G. A. Smith, R. Daniulaityte, A. P. Sheth, D. Dave, L. Chen, . . . , R. Falck. "PREDOSE: A semantic web platform for drug abuse epidemiology using social media", en: *Journal of Biomedical Informatics*. 46(6), 2013, pp. 985-997 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.07.007>
- Casas, J., R. Labrador, & J. Donado. "La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (II)", en: *Atención Primaria*. 31(9), 2003, pp. 592-600.
- Chen, H., R. H. L. Chiang, & V. C. Storey. "Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact", en: *MIS Quarterly*. 36(4), pp. 1165-1188 (DE) <https://doi.org/10.1145/2463676.2463712>
- Chiogna, M., & C. Gaetan. "Dynamic generalized linear models with application to environmental epidemiology", en: *Journal of the Royal Statistical Society Series C-Applied Statistics*. 51(4), 2002, pp. 453-468 (DE) <https://doi.org/10.1111/1467-9876.00280>
- De Leeuw, E. D., J. J. Hox, & D. A. Dillman. *International handbook of survey methodology*. European Association of Methodology, 2008
- Decorte, T., D. Mortelmans, J. Tieberghien, & S. De Moor. *Drug use: An overview of general population surveys in Europe*. Luxemburgo, Luxemburgo, Office for Official Publications of the European Communities, 2009.
- Díaz de Rada, V., & J. L. Palacios Gómez. "Comparación de las tasas de respuesta en el uso combinado de modalidades de encuesta (*Comparing Response Rates in a Multi-Mode Survey*)", en: *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 2013, pp. 159-170 (DE) <https://doi.org/10.5477/cis/reis.141.159>
- Ding, S., X. Xu, & R. Nie. "Extreme learning machine and its applications", en: *Neural Computing and Applications*. 25(3-4), 2014, pp. 549-556 (DE) <https://doi.org/10.1007/s00521-013-1522-8>
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (DE) <http://www.emcdda.europa.eu>, Lisboa, Portugal, European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 1995.
- _____. *Handbook for surveys on drug use among the general population*. EMCDDA project CT.99.EP.08 B. Lisboa, Portugal, European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2002.
- _____. *Handbook for surveys on drug use among the general population*. EMCDDA project CT.99.EP.08 B. Lisboa, Portugal: European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2017.
- Fan, Y., & Y. Zhang. *Social Media for Opioid Addiction Epidemiology: Automatic Detection of Opioid Addicts from Twitter and Case Studies Social Media for Opioid Addiction Epidemiology: Automatic Detection of Opioid Addicts from Twitter and Case Studies*. November 2017 (DE) <https://doi.org/10.1145/3132847.3132857>
- Fernández, E. "Estudios epidemiológicos (STROBE)", en: *Medicina Clínica*. 125(1), 2005, pp. 43-48.
- Gelder, M. M., H. J. Van, R. W. Bretveld, & N. Roeleveld. *Practice of Epidemiology Web-based Questionnaires: The Future in Epidemiology?* 172(11), 2010, pp. 1292-1298 (DE) <https://doi.org/10.1093/aje/kwq291>
- Götz, W. "Preface", en: Decorte, T., D. Mortelmans, J. Tieberghien, & S. De Moor (Eds.). *Drug use: An overview of general population surveys in Europe*. Luxemburgo, Luxemburgo, Office for Official Publications of the European Communities, 2009, p. 3.
- Guilherme Luiz, G. B., M. A. Mendoza Meléndez, A. L. López Brambila, J. A. García Pacheco, G. Velasco, L. R. Velasco-Ángeles, M. A. Silva Beltrán, . . . R. Camacho Solís. "Prevalencia y factores asociados al consumo de tabaco, alcohol y drogas en una muestra poblacional de adultos mayores del Distrito Federal", en: *Salud Mental*. 37(1), 2014, p. 15-25.
- Hammersley, R., J. Ditton, I. Smith, & E. Short. "Patterns of ecstasy use by drug users", en: *British Journal of Criminology*. 39(4), 1999, pp. 625-647.
- Hernández-Ávila, Mauricio, Francisco Garrido-Latorre, & Sergio López-Moreno. "Diseño de estudios epidemiológicos", en: *Salud Pública de México*. 42, 2000. 10.1590/S0036-3634200000200010.

- Hernández, B., & H. E. Velasco-Mondragón. "Encuestas transversales", en: *Salud Pública de México*. 42(5), 2007.
- Interculturalidad, Salud y Derechos AC. (INSADE). *Encuesta sobre Uso de Drogas en Población LGBT en México*. Ciudad de México, 2015.
- Julier, S. J., & J. K. Uhlmann. "A New Extension of the Kalman Filter to Nonlinear Systems", en: *Spie* 3068. 1997, pp. 182-193 (DE) <https://doi.org/10.1117/12.280797>
- Kelley, K., B. Clark, V. Brown, & J. Sitzia. "Good practice in the conduct and reporting of survey research", en: *International Journal for Quality in Health Care*. 15(3), 2003, pp. 261-266 (DE) <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzg031>
- Lang, T., & M. Secic. *How to report Statistics in Medicine*. United States of America, 2006.
- Majumdar, S. J., C. H. Bishop, B. J. Etherton, & Z. Toth. "Adaptive Sampling with the Ensemble Transform Kalman Filter. Part II: Field Program Implementation", en: *Monthly Weather Review*. 130(5), 2002, pp. 1356-1369 (DE) [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(2002\)130<1356:ASWTE T>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(2002)130<1356:ASWTE T>2.0.CO;2)
- Mammone, A., F. Fabi, E. Colasante, V. Siciliano, S. Molinaro, & L. Kraus. "New indicators to compare and evaluate harmful drug use among adolescents in 38 European countries", en: *Nordic Studies on Alcohol and Drugs*. 31(4), 2014, pp. 343-358.
- Maojo, V., & B. I. Group. "Bioinformatics: Towards New Directions for Public Health *Bioinformatics-Current Issues", en: *Methods Inf Med*. 3(43), 2004, pp. 208-214.
- Marín-Navarrete, R. *Estudio sobre sintomatología psiquiátrica y consumo de sustancias de abuso en personas con discapacidad de la Ciudad de México*. México, UEC-INPRFM, 2015.
- Markham, A., & E. Buchanan. "Ethical Decision-Making and Internet Research Recommendations from the AoIR Ethics Working Committee", en: *Recommendations from the AoIR Ethics Working Committee (Version 2.0)*. 19, 2012 (DE) <https://doi.org/Retrieved from www.aoir.org>
- Medina-Mora, M. E., P. Cravioto, A. Ortíz, P. Kuri, & J. Villatoro. "Mexico: Systems for the epidemiological diagnosis of drug abuse", en: *Bulletin on Narcotics*. 55(1-2), 2003, pp. 105-119.
- Mendoza-Meléndez, M. A., G. Borges, M. A. López-Brambila, O. E. Aguilar-Bustos, M. A. Beltrán-Silva, A. Gallegos-Cari, R. Orozco, J. A. García-Pacheco, L. R. Velasco-Ángeles, P. E. Valdés-Corchado, R. I. Rodríguez-Velázquez, M. E. Medina-Mora Icaza, R. E. Camacho-Solís. *Estudio sobre consumo de sustancias psicoactivas en adultos mayores en la Ciudad de México*. México, IAPA, IN-PRF, IAAM-DF, 2013.
- Mendoza-Meléndez, M. A., G. Luiz Borges Guimaraes, A. Gallegos-Cari, J. Ángel García Pacheco, N. Francisco Hernández-Llanes, R. Camacho-Solís, & M. Elena Medina-Mora Icaza. "Asociación del consumo de sustancias psicoactivas con el cuidado y la salud del adulto mayor", en: *Salud Mental*. 3838(1), 2015, pp. 15-26.
- Mendoza-Meléndez, M.A., G., Castillo-Cordova, A. Gallegos-Kari, N. F. Hernández-Llanes, & R. E. Camacho-Solís. *Frontier Science and IT Oriented to Solving Social Problems: Drug Addiction Observatory of Mexico City*. National Hispanic Science Network on Drug Abuse. 2014 (DE) http://201.161.17.101/media/Documentos/07.01_Publicaciones%20IAPA/07.01.05_Carteles/2014/Frontier%20science%20and%20it%20oriented%20.pdf
- Meng, H. W., S. Kath, D. Li, & Q. C. Nguyen. "National substance use patterns on Twitter", en: *PLoS ONE*. 12(11), 2017, pp. 1-15 (DE) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187691>
- Merino, M. *Políticas públicas: ensayo sobre la intervención del Estado en la solución de problemas públicos en México*. D. F. México, Centro de Investigación y Docencia Económicas, 2013.
- Moher, D., A. Liberati, J. Tetzlaff, & D. G. Altman. "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement", en: *PLoS Med*. 6:e1000097, 2009.
- Molitor, F., R. L. Kravitz., To YY, & A. Fink. "Methods in Survey Research: Evidence for the Reliability of Group Administration vs. Personal Interviews", en: *American Journal of Public Health*. 91(5), 2001, pp. 826-827.
- Mooney, S. J., & V. Pejaver. *Big Data in Public Health: Terminology, Machine Learning, and Privacy*. *Annual Review of Public Health*. 39(1), 2018. [annurev-publhealth-040617-014208](https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-014208) (DE) <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-014208>
- Nieuwenhuijsen, M.J. "Design of exposure questionnaires for epidemiological studies", en: *Occupational and Environmental Medicine*. 62(4), 2005 (DE) <https://doi.org/10.1136/oem.2004.015206>
- Nutt, D. J., L. King, & L. D. Phillips. "Drug harms in the UK: A multicriteria decision analysis", en: *Lancet*. 376(9752), 2010, pp. 1558-1565.
- Observatorio Interamericano sobre Drogas (OID). *Sistema Interamericano de Datos Uniformes: protocolo de la Encuesta sobre Drogas en Hogares. Instrumentos para la realización de los estudios nacionales de drogas en población general*. Washington, DC, Organización de los Estados Americanos, 2011.
- Observatorio Especializado en Sustancias Psicoactivas. México, Ciudad de México, 2014 (DE) <http://oe.iapa.df.gob.mx>
- Observatorio Mexicano de Tabaco, Alcohol y otras Drogas. México, 2011 (DE) <http://omextad.salud.gob.mx/contenidos/omextad/si.html>
- Organización Panamericana de Salud (OPS). *Epidemiología del uso de drogas en América Latina y el Caribe: un enfoque de salud pública*. Washington, DC, OPS, 2009.
- Pudney, S. *Survey Question Bank topic overview 2 (October 2010): Survey measures of drugs/substance use*. Londres, Inglaterra, Survey Resources Network, 2010.
- Ramsay, M. "Introduction: Tracking, mapping and comparing drug use through general population surveys", en: European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (Ed.). *Handbook for surveys on drug use among*

- the general population*. Lisboa, Portugal, European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2002, pp. 11-15.
- Reist, D., G. A. Marlatt, E. M. Goldner, G. A. Parks, J. Fox, S. Kang, & L. Dive. *Every Door is the Right Door: A British Columbia Planning Framework to Address Problematic Substance Use and Addiction*. 2004 (DE) <https://doi.org/http://www.healthservices.gov.bc.ca/mhd>
- Rödner Sznitman, S., B., Olsson, & R. Room. *A cannabis reader: Global issues and local experiences. Perspectives on cannabis controversies, treatment and regulation in Europe*. Luxemburgo, Luxemburgo, Office for Official Publications of the European Communities, 2008.
- Sáez, M. "El problema de las medidas repetidas. Análisis longitudinal en epidemiología", en: *Gaceta Sanitaria*. 15(4), 2001, pp. 347-352. [https://doi.org/10.1016/S0213-9111\(01\)71579-8](https://doi.org/10.1016/S0213-9111(01)71579-8)
- Safdar, N., L. M. Abbo, M. J. Knobloch, & S. K. Seo. "Research Methods in Healthcare Epidemiology: Survey and Qualitative Research", en: *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 37(11), 2016, pp. 1272-1277 (CE) <https://doi.org/10.1017/ice.2016.171>
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). "World drug report 2014", en: *United Nations publication*. Sales No. E.14.XI.7, Viena, Austria, United Nations Office on Drugs and Crime, Division for Policy Analysis and Public Affairs, 2014.
- Van Amsterdam, J. G. C., A., Opperhuizen, M. W. J. Koeter, & W. Van den Brink. "Ranking the harm of alcohol, tobacco and illicit drugs for the individual and the population", en: *European Addiction Research*. 16, 2010, pp. 202-207.
- Vega, L., A. Rendón, R. Gutiérrez, J. Villatoro, A. Vargas, A. Juárez, E. Severiano, V. Sánchez, S. Trejo. *Estudio sobre patrones de consumo de sustancias psicoactivas en población indígena residente y originaria de la Ciudad de México*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz, Instituto para la Atención y Prevención de las Adicciones, México, D. F., 2015 (CE) <http://oe.iapa.df.gob.mx/Epidemiologia/EncuestaenPoblacionIndigena2014.aspx>
- VON Elm E., D. G. Altman, M. Egger, S. J. Pocock, P. C. Gotsche, J. P. Vandenbroucke. "The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies", en: *J. Clin. Epidemiol.*, Apr.; 61(4), 2008, pp. 344-349, doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008.
- Zaid, T., J. Burzawa, K. Basen-engquist, D. C. Bodurka, L. M. Ramondetta, J. Brown, & M. Frumovitz. "Gynecologic Oncology. Use of social media to conduct a cross-sectional epidemiologic and quality of life survey of patients with neuroendocrine carcinoma of the cervix : A feasibility study", en: *Gynecologic Oncology*. 132(1), 2014, pp. 149-153 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2013.10.015>
- World Health Organization (WHO). *Guide to Drug Abuse Epidemiology*. Geneva, WHO, 2000.
- Zamudio Ángeles, C. A., & L. Castillo Ortega. *Primera Encuesta de Usuarios de Drogas Ilegales en la Ciudad de México*. México, D.F., Colectivo por Una Política Integral hacia las Drogas, 2012.

Gases efecto invernadero

como elementos explicativos de los casos de cáncer
en el estado de Hidalgo en el 2015

Greenhouse Gases
*as Explanatory Elements of Cancer Cases
in the State of Hidalgo in 2015*

Juan Bacilio Guerrero Escamilla y Sócrates López Pérez*

El presente trabajo estima las repercusiones que generan los gases efecto invernadero (partículas por millón, dióxidos de azufre y de carbono, óxidos de nitrógeno y nitroso, así como metano) sobre la salud pública de la población hidalguense a partir del diseño de un modelo que toma como referencia el valor esperado de casos de cáncer en cada uno de los municipios de la entidad en el 2015. Para lograr este objetivo, se construyó un modelo probabilístico, en el cual se estimó el grado de incidencia que tenía el óxido de nitrógeno sobre el número de casos de dicha enfermedad en el estado.

Palabras clave: gases efecto invernadero; enfermedades; modelos.

The present work estimates the repercussions generated by greenhouse gases (particles per million, sulphur and carbon dioxides, nitrogen and nitrous oxides, as well as methane) on the public health of the population of Hidalgo, based on the design of a model that takes as a reference the expected value of cancer cases in each of the municipalities of the entity in 2015. To achieve this objective, a probabilistic model was constructed, in which the degree of incidence that nitrogen oxide had on the number of cases of this disease in the state was estimated.

Key words: greenhouse gases; diseases; models.

Recibido: 12 de septiembre de 2019.

Aceptado: 3 de octubre de 2019.

* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, guerreroescamilla@yahoo.com.mx y lopezsoc@gmail.com, respectivamente.



Planta de energía. Billowing humo en forma de cráneo / Freder/Getty/images

Introducción

El cambio climático (CC) es un fenómeno que, en las últimas cinco décadas, se ha intensificado y afecta a todo tipo de población, actividades y sistemas de vida. Hasta el momento, las diversas fuentes antropogénicas de generación de gases de efecto invernadero (GEI) siguen aportando grandes volúmenes de estos a la atmósfera: el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4) son los que tienen mayor acumulación.

El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) señala que en el periodo de 1983 al 2012 han sido los años más cálidos de los últimos 1 400 y que los datos muestran una tendencia lineal de crecimiento del calentamiento de 0.85 grados centígrados. Derivado de ello, hay un almacenamiento de energía de 90% que representa 1% de la acumulada en la atmósfera y el complemento de esta se guarda, sobre todo, en la superficie terrestre. Los GEI, a su vez, se han con-

centrado en los océanos, en una capa de 75 m, en un margen de temperatura entre 0.09 y 0.13 grados centígrados. Estos cambios en las superficies oceánicas han aumentado las precipitaciones, la salinidad y, con la intensificación del aumento del CO₂, su acidificación. El pH del agua ha disminuido, por lo cual, su acidez aumentó 26% por la alta concentración de iones de hidrógeno.

Entre 1970 y el 2010, el crecimiento de emisión de GEI ha sido de 78%: al final de ese lapso estaba en 49 Gt CO₂eq/año, con un margen de +/- 4.5, procedente de la utilización de combustibles fósiles y procesos industriales. En ese mismo periodo y bajo esta dinámica, se dio un crecimiento de la población y la economía, así como grandes cambios tecnológicos en el relevo de consumo de energías y consolidación de industrias (cemento, refinación de gasolinas y termoeléctricas). Estas modificaciones se han relacionado como causantes o factores determinantes del cambio climático, con sus impactos en los sistemas naturales y humanos, en los océanos y continentes y en todo fenómeno meteorológico, los cuales son sensibles a los cambios y se asocian a influencias humanas, disminuyendo las temperaturas extremas de frío, aumento de las cálidas, incremento del nivel del mar y cambios e intensidad en los ciclos de precipitación en diversas regiones.

Las consecuencias derivadas del CC no solo se dan sobre los sistemas ecológicos y medioambientales, de igual forma influyen sobre el agua y aire limpio, agua potable, producción de alimentos, vivienda segura, uso de suelo y, sobre todo, en la salud de los grupos humanos. La relación del CC con esta última tiene que ver con el incremento de 250 mil defunciones extras anuales al facilitar las condiciones de aumento de enfermedades, malnutrición, estrés calórico, desplazamientos de asentamientos a zonas más altas, incremento de los refugiados del CC y mayor incidencia de casos de afecciones cardiovasculares y respiratorias, asma y diversas alergias derivadas de las modificaciones en los niveles de polen y otros alérgenos. También, se relaciona con más de 60 mil muertes derivadas de eventos climáticos extremos y acrecentamiento

de enfermedades transmisibles. Con los cambios en el consumo de agua limpia y la higiene, las diarreas son más frecuentes; con las inundaciones, hay modificaciones en el patrón de desarrollo de plagas e incremento del tiempo de las estaciones de transmisión de enfermedades, sus vectores y desplazamiento geográfico a zonas afectadas (mosquitos *Aedes* y *Anopheles*, vectores del dengue y paludismo, respectivamente).

A consecuencia de ello, es necesario crear conocimiento que contribuya a explicar la relación entre el CC y el comportamiento de la morbilidad y mortalidad de la población, la localización de los grupos vulnerables y el tipo de afectaciones para, de esta forma, identificar las áreas de mayor afectación y diseñar planes y políticas públicas de intervención para la mitigación de los GEI y la adaptación y resiliencia de esos grupos. Bajo estas condiciones, hemos diseñado diversos modelos para la construcción de sistemas de indicadores para la toma de decisiones, los cuales son el antecedente del diseño del presente modelo probabilístico, cuya finalidad es estimar la dinámica del valor esperado del número de casos de cáncer que se presentaron en el 2015 en uno de los municipios del estado de Hidalgo, México, tomando como referencia las cantidades de toneladas de GEI emitidas por la actividad productiva antropogénica de esta región.

El presente trabajo propone que la construcción de un modelo probabilístico (bajo herramientas matemáticas y estadísticas) aporta elementos de explicación y relación de los efectos derivados de los GEI sobre la salud humana; en este caso, sobre el valor esperado de casos de cáncer en el estado de Hidalgo.

Planteamiento del problema

Diseñar un modelo que relacionara la morbilidad (cáncer) de la población con los GEI en una misma región, implicó el desarrollo de un primer modelo de análisis para conocer los volúmenes de gas emitido. Esta primera etapa de investigación definió

la línea base (LB) de emisión siguiendo el modelo del IPCC, así como la creación de una base de datos por cada fuente antropogénica ubicada a nivel municipal que, a su vez, cuantificara la emisión por factor de cada gas y lo sistematizara por cuantiles. Esto nos llevó al diseño de un simulador que, al correrlo con datos reales (y un sustento *ceteris paribus*) bajo *software* estadístico (*R*), definió el balance de emisiones para integrarlo al Sistema de Indicadores Ambientales (SIAv.0) y conocer, así, el Índice de Impacto Ambiental (IIA). Junto al SIA se desarrolló otro modelo matemático para la construcción del Indicador de Riesgo (IR), que facilitó el diseño de la Estrategia Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático (EEMYACC) en Hidalgo. El IR facilitó el conocimiento de las regiones, el inventario de GEI y los niveles de vulnerabilidad de su población. Estos elementos son los antecedentes para el diseño del modelo probabilístico que define el algoritmo de morbilidad y emisiones de GEI.

El estado de Hidalgo se localiza en la región centro-oriente de la República Mexicana; cuenta con una población de 2 858 359 habitantes y se integra por 84 municipios. Su Producto Interno Bruto (PIB) representa 1.6% con respecto al total nacional, donde sus sectores económicos dominantes son la agroindustria, el turismo, la construcción, las energías renovables, las industrias textil y logística, los servicios profesionales, la investigación e innovación y las tecnologías de la información (Secretaría de Economía, 2016).

El sector secundario cuenta con una infraestructura productiva formada por 13 parques industriales y tecnológicos (Secretaría de Economía, 2016) distribuidos a lo largo del territorio de Hidalgo (ver cuadro 1).

Estos parques están concentrados, sobre todo, en la zona Tula-Tepeji, que está integrada por los municipios de Atitalaquia, Tula de Allende, Mixquiahuala, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan, Tlahuelilpan y Tepeji del Río de Ocampo, con industrias que se establecieron en la región en diversas etapas desde la década de los 60 y que, en la

Cuadro 1

Parque industrial	Fraccionamiento industrial
Atitalaquia.	El Manantial.
Tula-Atitalaquia.	
Tepeji del Río de Ocampo.	
Metropolitano.	
Platah.	
Bicentenario/QUMA.	
Tizayuca.	
La Reforma.	
Sahagún-Tepeapulco.	
Sahagún, AC.	
Huejutla Siglo XXI	

Fuente: resumen de la Secretaría de Economía (con datos del 2016), México, 2019.

actualidad, son de las más importantes de México, como las cementeras Fortaleza, Cemex, Cruz Azul y Tolteca; la central termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de ciclo combinado en Tula de Allende de la Comisión Federal de Electricidad; la refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la industria química de apoyo a refinados.

A su vez, el IPCC las ha catalogado, a nivel internacional, como las fuentes generadoras de los principales GEI, cuyo aporte ha derivado en el fenómeno del CC. Para el caso del estado de Hidalgo y de la zona centro de México, son los agentes antropogénicos fundamentales, que están generando el aporte más importante en el país.

En un primer trabajo de investigación sobre la composición de los GEI en Hidalgo (*Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Hidalgo*), se encontró que la LB de generación de GEI está compuesta por emisiones de N_2O , dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x),¹ alcanzando en el 2015 más de 1 500 toneladas; esto

¹ Los NO_x son una mezcla entre el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2), donde el primero es un gas incoloro y no inflamable, pero inodoro y tóxico, en tanto que el segundo es un gas pardo-rojizo, no inflamable pero sí tóxico y se identifica por un olor muy asfijante (Carnicer, 2006). Son sustancias que provocan enrojecimiento y quemaduras cutáneas. La inhalación de estos gases en altas concentraciones da origen a dolores de cabeza, mareo, dificultades para respirar, temblores, confusión y zumbido en los oídos. Una exposición más alta puede causar edemas pulmonares; sin embargo, en la actualidad no se tiene la suficiente evidencia científica de que son causantes de cáncer.

representó 55% de los gases emitidos en toda la entidad (López y Guerrero; 2018).

El aporte de emisiones de GEI de Hidalgo en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO_2eq) fue de 709 005.3 Gg^2 (Otazo-López; 2010) y el desglose por gas fue: CO_2 , 492 862.2 Gg (69.51%); CH_4 , 185 390.9 Gg (26.14%); N_2O , 20 511.7 Gg (2.89%); y el restante 1.46%, de 9 586.4 Gg de hidrofluorocarbonos (HFC) y 654.1 Gg de hexafluoruro de azufre (SF_6).³

El CO_2 originado por la quema de combustibles, en la categoría *Energía*, es la emisión más sobresaliente de los GEI, con 19 636.09 Gg , del total de 30 504.12 Gg de CO_2eq que se genera en el estado, siendo la mayor fuente la termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de Tula. Esta categoría también es responsable de la mayor emisión de SO_2 , derivado de la quema de combustóleo para el calentamiento de las calderas (Otazo-López, 2010).

La de *Procesos industriales* ocupa el segundo lugar, en parte por las altas emisiones de compuestos orgánicos volátiles (calculadas en 818.38 Gg) y por el CO_2 (4 631.66 Gg), por la fabricación de cemento, cal y mineral de manganeso, que son actividades sustantivas en Hidalgo. La de *Desechos* se ubica en el tercer sitio, debido en especial a la emisión de CH_4 (245.56 Gg), que equivale a 5 156.76 Gg de CO_2eq .

2 El gigagramo es un múltiplo decimal de la unidad base de masa del Sistema Internacional de Unidades (SIU): 1 $\text{Gg} = 10^9 \text{ g} = 10^6 \text{ kg}$, que nos sirve como unidad para establecer las equivalencias de los GEI a CO_2eq .

3 El dióxido de carbono equivalente es una medida que establece la composición de la huella de carbono que emite cualquier fuente; se mide en toneladas y está formado por los GEI. El CO_2eq se crea mediante la conversión equivalente de cada gas multiplicado por la masa del gas de equivalencia y por su potencial de calentamiento global (PCG). Tomado de: Table 8.A.1; Radiative efficiencies (REs), lifetimes/adjustment times, AGWP and GWP values for 20 and 100 years, and AGTP and GTP values for 20, 50 and 100 years. Climate-carbon feedbacks are included for CO_2 while no climate feedbacks are included for the other components (see discussion in Sections 8.7.1.4 and 8.7.2.1, Supplementary Material and notes below the table; Supplementary Material Table 8.SM.16 and references therein. P. 731. Myhre, G.; D. Shindell; F.-M. Bréon; W. Collins; J. Fuglestedt; J. Huang; D. Koch; J.-F. Lamarque; D. Lee; B. Mendoza; T. Nakajima; A. Robock; G. Stephens; T. Takemura and H. Zhang. "Anthropogenic and Natural Radiative Forcing Supplementary Material", in: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. // Stocker, T. F.; D. Qin; G.-K. Plattner; M. Tignor; S. K. Allen; J. Boschung; A. Nauels; Y. Xia; V. Bex and P. M. Midgley (eds.). 2013 (DE) www.climatechange2013.org and www.ipcc.ch

Estos cuatro gases compilan un total neto de 30 504.12 Gg en unidades de CO_2eq ; en realidad, las emisiones totales, sin considerar los sumideros, es de 31 640.78 Gg CO_2eq . De manera similar a los resultados del inventario nacional, en Hidalgo el comportamiento del sector *Energía* es la mayor fuente de emisiones de unidades equivalentes de CO_2 ; en orden de aporte le siguen *Desechos* y *Procesos industriales*. La emisión debida al cambio de uso de suelo y quema de bosques es pequeña (López-Guerrero; 2018).

Bajo ese contexto, el objetivo central de este trabajo es la estimación de las repercusiones que generan los GEI (PPM , SO_2 , CO_2 , NO_x , CH_4 y N_2O)⁴ de tales industrias sobre la salud pública de la población hidalguense, tomando como referencia el valor esperado de casos de cáncer en cada uno de los municipios de la entidad, bajo la LB del 2015. La expresión matemática es:

$$E[Y_c] = f(\text{PPM}, \text{SO}_2, \text{CO}_2, \text{NO}_x, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}), \quad (1)$$

donde:

$E[Y_c]$ = valor esperado del número de casos con cáncer.

PPM = partículas por millón en miles de toneladas.

SO_2 = dióxido de azufre en miles de toneladas.

CO_2 = dióxido de carbono en miles de toneladas.

NO_x = óxidos de nitrógeno en miles de toneladas.

CH_4 = metano en miles de toneladas.

N_2O = óxido nitroso en miles de toneladas.

4 La información de los gases efecto invernadero se obtuvo del inventario diseñado por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) en el proyecto EEMYACC para el diseño de la política pública ambiental en Hidalgo y con recursos obtenidos en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) mediante contrato núm. SEMARNATH/DJ/0031/2014, que fueron transferidos a la SEMARNAT del gobierno de la entidad, el cual, en la administración 2017-2022, fue integrada a la plataforma para la construcción de la EEMYACC-H. La inclusión de estos gases (PPM , SO_2 , CO_2 , NO_x , CH_4 y N_2O) dentro del modelo se deriva de la presencia que tienen en las regiones de Hidalgo y su relación con las fuentes más importantes (termoeléctricas, refinerías, cementeras, industria química, aguas residuales y vehículos con motores de combustión interna) y porque, a su vez, las emisiones presentan la mayor relación de exposición ante poblaciones humanas (López y Guerrero, 2017).

Es de suma importancia decir que no hay diferencia alguna en distinguir si un cáncer u otro son resultado del CC; sin embargo, las contribuciones de las causas ambientales están determinadas por la incidencia geográfica y temporal. No obstante, se ha estimado que los factores ambientales explican 31% de la carga global de las enfermedades de cáncer de pulmón; en el caso de la leucemia, se ha asociado a agentes químicos, es decir, suele aparecer en la población que está en contacto con sustancias inhalables y tóxicas como el benceno y etileno. De forma general, 19% de todos los casos de cáncer son atribuibles a factores ambientales (Instituto de Salud Carlos III, 2007).

Metodología

Para conocer las repercusiones que producen los GEI sobre la salud humana (detonante de algún cáncer) en el estado de Hidalgo, se desarrolló un modelo probabilístico en cuatro fases (Díaz, 1994):

1. Especificación del modelo. Se determinan tanto las variables *respuesta* y *explicativas* que intervienen en el fenómeno a partir de recomendaciones teóricas de cada caso particular; aunado a esto, se procede a la búsqueda de datos mediante la consulta de distintas fuentes de información.
2. Estimación de parámetros. Se procede a su cálculo, lo cual requiere de métodos probabilísticos e hipótesis del comportamiento del fenómeno.
3. Viabilidad del modelo. Se realiza la evaluación de la eficiencia de los parámetros, es decir, si su estimación es teóricamente significativa y estadísticamente satisfactoria.
4. Interpretación de resultados. Se predice el comportamiento del fenómeno a partir de la lectura que se tiene de los parámetros estimados.

Aplicación y resultados

En este apartado se obtienen los pronósticos acerca del comportamiento de los casos de cáncer en

el estado de Hidalgo. Se parte del cumplimiento de las cuatro fases planteadas en la metodología.

Especificación del modelo

Partiendo de la expresión algebraica (1), la regresión del valor esperado de casos de cáncer en la entidad está dada por (Tusell, 2007):

$$E[\hat{Y}_c] = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln(PPM) + \hat{\beta}_2 \ln(SO_2) + \hat{\beta}_3 \ln(CO_2) + \hat{\beta}_4 \ln(NO_x) + \hat{\beta}_5 \ln(CH_4) + \hat{\beta}_6 \ln(N_2O) + U_i \quad (2)$$

donde:

$E[\hat{Y}_c]$ = valor esperado estimado del número de casos con cáncer.

$\hat{\beta}_i$ = parámetros por estimar, tal que $i = 1, 2, 3, 4, 5$ y 6 .

U_i = margen de error que no explica la relación lineal del modelo.

Todo esto bajo el cumplimiento de los siguientes supuestos (Freund y Miller, 1999):

- Linealidad entre las variables *respuesta* y *explicativas*.
- Los U_i deben aproximarse a una distribución normal.
- Los U_i deben ser homocedásticos.
- Los U_i no deben estar correlacionados.
- No colinealidad entre las variables explicativas.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el 2015 se registraron 34.38 casos de cáncer por cada 100 mil habitantes en Hidalgo, es decir:

$$34.38 = \left[\frac{E[Y_c]}{PT} \right] * 100\ 000 \quad (3)$$

donde:

- PT = población total en la entidad.

Por lo tanto:

$$E[Y_c] = \left(\frac{34.38 * 2\,878\,366}{100\,000} \right) = 989.58 \sim 990$$

(4)

Se sabe que la población total en ese año fue de aproximadamente 2 878 366 habitantes, esto personifica 990 casos de cáncer en toda la entidad; para ver su distribución a partir de la proporción poblacional de cada uno de los 84 municipios, se generó el cuadro 2.

Cuadro 2

Valor esperado del número de casos con cáncer por municipio

Continúa

Municipio	Y_c	Municipio	Y_c
Acatlán	7	Nicolás Flores	2
Acaxochitlán	15	Nopala de Villagrán	6
Actopan	20	Omitlán de Juárez	3
Agua Blanca de Iturbide	3	San Felipe Orizatlán	14
Ajacuba	6	Pacula	2
Alfajayucan	7	Pachuca de Soto	93
Almoloya	4	Pisa Flores	6
Apan	15	Progreso de Obregón	8
El Arenal	6	Mineral de la Reforma	58
Atitalaquia	10	San Agustín Tlaxiaca	12
Atlapexco	7	San Bartolo Tutotepec	6
Atotonilco de Tula	12	San Salvador	12
Atotonilco el Grande	10	Santiago de Anaya	6
Calnali	6	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	12
Cardonal	7	Singuilucan	5
Cuautepec de Hinojosa	21	Tasquillo	6
Chapantongo	4	Tecoautla	13
Chapulhuacán	8	Tenango de Doria	6
Chilcuautla	6	Tepeapulco	18
Eloxochitlán	1	Tepehuacán de Guerrero	10
Emiliano Zapata	5	Tepeji del Río de Ocampo	30
Epazoyucan	5	Tepetitlán	4
Francisco I. Madero	13	Tetepango	4
Huasca de Ocampo	6	Villa de Tezontepec	4
Huautla	8	Tezontepec de Aldama	18
Huazalingo	5	Tiangüstengo	5
Huehuetla	8	Tizayuca	44
Huejutla de Reyes	44	Tlahuelilpan	6
Huichapan	16	Tlahuiltepa	3
Ixmiquilpan	33	Tlanalapa	4
Jacala de Ledezma	5	Tlanchinol	13

Valor esperado del número de casos con cáncer por municipio

Municipio	Y_c	Municipio	Y_c
Jaltocán	4	Tlaxcoapan	10
Juárez Hidalgo	1	Tolcayuca	5
Lolotla	3	Tula de Allende	38
Metepec	4	Tulancingo de Bravo	57
San Agustín Metzquitlán	3	Xochiatipan	7
Metztitlán	8	Xochicoatlán	3
Mineral del Chico	3	Yahualica	8
Mineral del Monte	5	Zacualtipán de Ángeles	13
La Misión	4	Zapotlán de Juárez	7
Mixquiahuala de Juárez	16	Zempoala	16
Molango de Escamilla	4	Zimapán	14

Fuente: elaboración propia con base en el SIAv.0 y el inventario de aporte GEI a nivel municipal (López-Guerrero, 2018).

Estimación de parámetros

Las variables CO_2 , NO_x y N_2O están altamente correlacionadas con Y_c (ver cuadro 3) (Cuadras, 2012).

A partir de esta correlación, la expresión algebraica del modelo sería la siguiente:

$$E[\hat{Y}_c] = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln(CO_2) + \hat{\beta}_2 \ln(NO_x) + \hat{\beta}_3 \ln(N_2O) + U_i$$

(5)

Partiendo de la expresión (5) se obtiene la primera corrida del modelo (ver cuadro 4).

Con un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ de 0.95 y uno de significancia (α) de 0.05, la variable CO_2 no es explicativa dentro del modelo, pues su P -valor es mayor a 0.05. Bajo este contexto, CO_2 tiene que salir del modelo (ver cuadro 4). Mediante las transformaciones *Box-Cox*⁵ y sacando la variable CO_2 , se obtiene la segunda corrida (ver cuadro 5).

⁵ Sirven para corregir los problemas de no normalidad y heterocedasticidad de los U_i (Castaño, 2011).

Cuadro 3

Matriz de correlación de las variables

Y_c	0.39	0.39	0.62	0.68	0.18	0.48
0.39	PPM	0.87	0.80	0.83	0.64	0.80
0.39	0.87	SO_2	0.86	0.83	0.47	0.69
0.62	0.80	0.86	CO_2	0.95	0.50	0.79
0.68	0.83	0.83	0.95	NO_x	0.52	0.85
0.18	0.64	0.47	0.50	0.52	CH_4	0.69
0.48	0.80	0.69	0.79	0.85	0.60	N_2O

Fuente: elaboración propia con base en el SIAv.0 y el inventario de aporte GEI a nivel municipal, con resultados en R , según el propio modelo diseñado (López-Guerrero, 2019).

Cuadro 4

Primera corrida del modelo

```
Call:
lm(formula = Yc ~ CO2 + NOX + N2O, data = data.frame(Ejer1))
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-28.369  -4.836  -0.881   2.957  50.443

Coefficients:
            Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -68.513    11.068   -6.190 2.43e-08 ***
CO2           -3.343     2.279   -1.467 0.146339
NOX           14.991     2.863    5.236 1.30e-06 ***
N2O           -4.087     1.086   -3.763 0.000318 ***

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 9.881 on 80 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5463, Adjusted R-squared:  0.5293
F-statistic: 32.11 on 3 and 80 DF, p-value: 9.993e-14
```

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R, según el propio modelo diseñado (Guerrero, E., J. Bacilio, 2019).

Cuadro 5

Segunda corrida del modelo

```
Call:
lm(formula = log(Yc) ~ NOX + N2O, data = data.frame(Ejer1))
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.15214 -0.37163  0.02123  0.34672  1.01322

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.69590    0.57744  -6.400 9.43e-09 ***
NOX          0.57010    0.08280   6.885 1.12e-09 ***
N2O         -0.10898    0.06227  -1.750  0.0839 .
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.568 on 81 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5672, Adjusted R-squared:  0.5565
F-statistic: 53.07 on 2 and 81 DF, p-value: 1.869e-15
```

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R, según el propio modelo diseñado (Guerrero E., J. Bacilio, 2019).

Con un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ de 0.95 y el de significancia (α) de 0.05, la variable N_2O no es explicativa dentro del modelo, pues su P -valor es mayor a 0.05, por lo tanto, debe salir del modelo (ver cuadro 6).

Con un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ de 0.95 y uno de significancia (α) de 0.05, la variable NO_x es explicativa dentro del modelo, pues su P -valor es inferior a 0.05, esto ocurre de igual forma con el intercepto. Bajo este contexto, la ecuación lineal del modelo sería de la siguiente forma:

$$\ln(E[\hat{Y}_c]) = -3.763 + 0.447 \ln(NO_x); U_i \sim 0$$

La expresión algebraica (6) tiene un coeficiente de determinación de 0.5453, es decir, la ecuación lineal del modelo de casos de cáncer conserva 54.53% de la variabilidad de los datos.

Viabilidad del modelo

Aunado a lo anterior, el presente modelo debe cumplir con los siguientes supuestos (Carollo, 2012):

Tercera corrida del modelo

```

Call:
lm(formula = log(Yc) ~ NOX, data = data.frame(Ejer1))
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.95551 -0.44738 -0.06758  0.38504  1.12723

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.76266    0.58338   -6.45 7.32e-09 ***
NOX          0.44743    0.04462   10.03 6.60e-16 ***

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5751 on 82 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5508, Adjusted R-squared:  0.5453
F-statistic: 100.5 on 1 and 82 DF,  p-value: 6.602e-16

```

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R, según el propio modelo diseñado (Guerrero, E., J. Bacilio, 2019).

- Linealidad entre las variables *respuesta* y *explicativas*. Mediante un análisis de varianza se puede ver la existencia de una relación lineal entre el número de casos de cáncer $\ln(E[\hat{Y}_c])$ y el NO_x en miles de toneladas, pero con un *P*-valor inferior a 0.05 (ver cuadro 7).
 - Los U_i deben aproximarse a una distribución normal a través de la prueba Kolmogorov (ver cuadro 8).
Planteando la prueba de hipótesis:
 H_0 : U_i - normalidad vs. H_a :
 U_i - no normalidad
- Si *P*-valor es menor a 0.05, se rechazaría H_0 . El *P*-valor (0.4749) de los U_i es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza H_0 , es decir, los U_i se aproximan a una distribución normal.
- Los U_i deben ser homocedásticos mediante la prueba Breush-Pagan (ver cuadro 9).
Planteando la prueba de hipótesis:
 H_0 : U_i - homocedásticos vs. H_a :
 U_i - heterocedasticidad
Si *P*-valor es menor a 0.05, se rechazaría H_0 . El *P*-valor (0.885) de los U_i es mayor a

Análisis de varianza

```

Analysis of Variance Table

Response: log(Yc)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
NOX    1  33.254   33.254  100.54 6.602e-16 ***
Residuals 82  27.122    0.331
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R, según el propio modelo diseñado (Guerrero E., J. Bacilio, 2019).

Prueba de normalidad

```

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test
data: modelo3$residuals
D = 0.066572, p-value = 0.4749

```

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R, según el propio modelo diseñado (Guerrero E., J. Bacilio, 2019).

0.05, por lo tanto, no se rechaza H_0 (los U_i son homocedásticos).

- Los U_i no deben estar correlacionados a través de la prueba Durbin-Watson (ver cuadro 10).

Planteando la prueba de hipótesis:

H_0 : U_i - no correlación vs. H_a : U_i - correlación

Si P -valor es menor a 0.05, se rechazaría H_0 . El P -valor (0.2424) de los U_i es mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza H_0 , es decir, los U_i no están correlacionados.

Partiendo de la expresión algebraica (6), la ecuación que predice la dinámica del cáncer a través de la variable NO_x sería la siguiente:

$$\ln(E[\hat{Y}_c]) = -3.763 + 0.447 \ln(NO_x) \quad (7)$$

Despejando $\ln(E[\hat{Y}_c])$:

$$E[\hat{Y}_c] = \exp\{-3.763 + 0.447 \ln(NO_x)\} \quad (8)$$

Por lo tanto:

$$E[\hat{Y}_c] = 0.023e^{0.447 \ln(NO_x)} \quad (9)$$

Con un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ de 0.95, uno de significancia (α) de 0.05 y con el cumplimiento de los supuestos de inferencia, la ecuación (9) predice en 54.53% el número de casos de cáncer en el estado de Hidalgo.

Interpretación de resultados

Partiendo de la ecuación (9), la función de distribución de probabilidad (grado de riesgo) del número de casos de cáncer sería la siguiente:

$$P(E[\hat{Y}_c]) = \int 0.023e^{0.447 \ln(NO_x)} dNO_x; \quad 0 \leq P(E[\hat{Y}_c]) \leq 1 \quad (10)$$

Resolviendo la integral:

$$P(E[\hat{Y}_c]) = 0.05e^{0.447 \ln(\overline{NO_x})} \quad (11)$$

donde:

- En la media que $P(E[\hat{Y}_c]) \sim 1$, mayor riesgo de contraer cáncer.
- $\overline{NO_x}$ son los óxidos de nitrógeno promedio, los cuales se calculan de la siguiente forma:

$$\overline{NO_x} = \frac{NO_x}{Población\ total} \quad (11.1)$$

Con base en lo anterior, los resultados fueron los siguientes (ver gráfica): los municipios de Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río presentaron altos casos de cáncer (61, 32 y 32, respectivamente) con altas probabilidades

Cuadro 9

Prueba de homocedasticidad

Studentized Breusch-Pagan test
data: modelo3
BP = 0.020925, df = 1, p-value = 0.885

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R , según el propio modelo diseñado (Guerrero E., J. Bacilio, 2019).

Cuadro 10

Prueba de no correlación

Durbin-watson test
data: modelo3
DW = 1.8481, p-value = 0.2424

Fuente: elaboración propia con base en resultados en R , según el propio modelo diseñado (Guerrero E., J. Bacilio, 2019).

Scatterplot de riesgo y de casos estimados de cáncer en el estado de Hidalgo

Fuente: elaboración propia con base en resultados en *R*, según el propio modelo diseñado (Guerrero E., J. Bacilio, 2019).

de riesgo (0.741, 0.658 y 0.435, cada uno); este comportamiento obedece, en gran medida, a los siguientes aspectos: los tres municipios se distinguen por la existencia de un parque industrial, en el cual, predominan la termoeléctrica, la refinería de hidrocarburos y las cementeras, donde la producción de estas plantas se sustenta en los residuos sólidos y en la quema de combustible fósil.

En el municipio de Pachuca (capital del estado) se presentó un bajo riesgo de contraer cáncer (0.287) a través de los NO_x , ya que mostró moderados casos (35). Es de suma importancia destacar que el municipio contaba con aproximadamente 271 mil habitantes, esto representaría 13 casos de cáncer por cada 100 mil pobladores; aunado a esto,

su actividad económica se sustenta en el comercio y la educación, por lo tanto, implica la circulación de una gran cantidad de vehículos, los cuales son emisores de los NO_x .

Eloxochitlán presentó moderado riesgo de que su población contraiga cáncer (0.423) a través de los NO_x , con pocos casos de cáncer (7). Con base en el informe emitido por la SEMARNAT en Hidalgo, las principales fuentes emisoras de GEI en este municipio son la ganadería bovina, granjas de producción avícola y las aguas residuales, las cuales emitieron, en promedio, 355 mil toneladas de NO_x . Esto define un gran impacto con base en la relación proporcional de habitantes (3 mil, en el 2015) y el tamaño de la población del municipio (López y Guerrero, 2016).

El resto de los municipios presentó baja probabilidad de riesgo, pues mostró pocos casos; esto se debe, en gran medida, a la baja cantidad de emisiones de NO_x . Bajo el contexto del presente modelo y a través de sus resultados, se puede observar que los municipios con mayor emisión de NO_x son aquellos donde están asentadas las industrias cementera, termoeléctrica, refinación de hidrocarburos y química.

Conclusiones

El aporte fundamental del presente trabajo radica en tres vertientes: la primera, en relación con el grado de incidencia que tiene el medio ambiente sobre la salud pública; segunda, la importancia que tienen los modelos matemáticos y estadísticos para la predicción de enfermedades; y tercera, la estimación de una ecuación matemática que predice las dinámicas del valor esperado de casos de cáncer en el estado de Hidalgo a partir de los GEI.

Con el desarrollo del presente modelo se pudo comprobar que los GEI son detonantes de las enfermedades cancerígenas y, en particular, los NO_x , los cuales tienen como principales fuentes emisoras a los equipos, maquinarias e industrias que consumen y transforman la energía fósil (petróleo, gasolinas, diésel, etc.). El grado de correlación que existe entre el valor esperado de casos de cáncer $\ln(E[\hat{Y}_c])$ y los NO_x es de 0.68, es decir, a mayor emisión de óxidos de nitrógeno, mayor será el número de casos de cáncer en el estado de Hidalgo. No obstante, en la actualidad no existe mucha evidencia científica de que los NO_x sean causantes de algún tipo de cáncer, por tal motivo, el presente trabajo da los elementos necesarios para que se desarrollen posteriores investigaciones en las cuales se compruebe (desde el contexto de la salud pública y medio ambiente) el grado de asociación que existe entre ambos fenómenos.

Para poder explicar la relación que hay entre el medio ambiente y la salud, los modelos matemáticos y estadísticos se convierten en la herramienta a

utilizar, pues sus objetivos primordiales son describir, estimar y predecir el comportamiento de una enfermedad a partir de determinados factores que inciden en ella y, con ello, tomar decisiones.

Con el desarrollo del presente modelo se pudo obtener una ecuación matemática (9), la cual explica en 54.53% la dinámica del valor esperado de casos de cáncer en la entidad a partir de la cantidad de GEI en toneladas que emiten los vehículos que utilizan combustibles fósiles y las productoras de cemento que utilizan en sus procesos diversos tipos de combustible. A partir de esta ecuación se pudo estimar que los municipios de Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río presentan mayor probabilidad de riesgo, es decir, los habitantes de cualquiera de estos lugares tienen una gran posibilidad de desarrollar una enfermedad cancerígena debido a las altas emisiones de NO_x por parte de estas fuentes antropogénicas.

Prospectiva

Aunado a los problemas de cáncer que se han presentado en Hidalgo, las enfermedades respiratorias tienen gran predominio en la entidad —que se pueden vincular con la contaminación atmosférica (OMS; 2017)—, pues la tasa de incidencia en el 2015 fue de 678.8 casos por cada 100 mil habitantes; sin embargo, en el presente trabajo de investigación solo se analizan los casos de cáncer que se han presentado en la entidad. En un futuro se buscaría construir otro modelo en el cual se pueda identificar el GEI de mayor predominio sobre este tipo de enfermedades.

Fuentes

- Berberian, G. y M. Rosanova. *Impacto del cambio climático en las enfermedades infecciosas*. Argentina, 2012 (DE) www.scielo.org.ar/pdf/aap/v110n1/v110n1a09.pdf
- Carollo, C. *Regresión lineal simple*. España, 2012 (DE) http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP-DPTO/MATERIALES/Mat_50140116_Regr_%20simple_2011_12.pdf

- Carnicer, J. *Contaminación atmosférica*. España, 2006 (DE) file:///C:/Users/Bacilio/Downloads/componente45257.pdf
- Castaño, E. *Una estimación no paramétrica y robusta de la transformación Box-Cox para el modelo regresión*. Colombia, 2011 (DE) <http://www.scielo.org.co/pdf/le/n75/n75a5.pdf>
- Cuadras, C. *Nuevos métodos de análisis multivariante*. España, CMC Editions, 2012.
- Cuadros Cagua, T. A. "El cambio climático y sus implicaciones en la salud humana", en: *Ambiente y Desarrollo*. 21(40), 2017, pp. 157-171 (DE) <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.ccis>
- Díaz, M. *Metodología de la investigación econométrica*. España, Universidad de Oviedo, 1994.
- Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación. *Impactos del cambio climático en la salud. Informes, estudios e investigación 2013*. Madrid, Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2010, pp. 169-177.
- Freund, J. e I. Miller. *Estadística matemática con aplicaciones*. Estados Unidos de América, Prentice Hall, 1999.
- González Sánchez, Yamilé; Yaima Fernández Díaz y Tania Gutiérrez Soto. "El cambio climático y sus efectos en la salud", en: *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 51 (3). La Habana, Cuba, 2013, pp. 331-337.
- Instituto de Salud Carlos III. *Evaluación de impacto en salud y medio ambiente*. España, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, 2007.
- IPCC. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Ginebra, Suiza, IPCC, 2014, 157 pp.
- _____. "Summary for Policymakers", in: Edenhofer, O.; R. Pichs-Madruga; Y. Sokona; E. Farahani; S. Kadner; K. Seyboth; A. Adler; I. Baum; S. Brunner; P. Eickemeier; B. Kriemann; J. Savolainen; S. Schlömer; C. von Stechow; T. Zwickel and J. C. Minx (eds.). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2014.
- Ize Lema, Irina. "El cambio climático y la salud humana", en: *Gaceta Ecológica*. Núm. 65, octubre-diciembre. Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002, pp. 43-52 (DE) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906503>
- López, Sócrates y Juan Bacilio Guerrero. *Estrategia de mitigación y adaptación ante el cambio climático*. México, Gobierno del Estado de Hidalgo, 2018.
- Malagón-Rojas, Jeadran N.; Carolina F. Garrote-Wilches y Paola A. Castilla-Bello. "Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana", en: *Revista Salud Uninorte*. Vol. 33, núm. 2, 2017.
- OMS. *Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas: Resumen*. OMS, 2003.
- _____. *Cambio climático y salud: resolución de la 61 Asamblea Mundial de la Salud*. 24 de mayo de 2008 (consultada en septiembre del 2019).
- _____. *La carga mundial de la enfermedad 2004* (DE) www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/wha4/es/, consultado en septiembre del 2019.
- _____. *Marco operacional para el desarrollo de sistemas de salud resilientes al clima (Operational framework for building climate resilient health systems)*. OMS, 2017.
- _____. *61.ª Asamblea Mundial de la Salud*. Ginebra, 19-24 de mayo de 2008, p. 132.
- OMS y Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Atlas de la salud y del clima*. OMS y OMM, 2012.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). *La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible*. Vol. 572. Washington, DC, OPS, 2000.
- _____. *Proteger la salud frente al cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación*. Washington, DC, OPS, 2012.
- Otazo Sánchez, Elena María; Numa Pompilio Pavón Hernández y Sócrates López Pérez. *Programa estatal de acción para el cambio climático*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, UAEH, México, 2011, p. 350.
- Oyhantçabal, Walter; Edgardo Vitale y Patricia Lagarmilla. *El cambio climático y su relación con las enfermedades animales y la producción animal*. Uruguay, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay, 2010.
- Prüss Üstün, A. y C. Carvalán. *Preventing Disease Through Healthy Environments-Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease*. Geneva, World Health Organization, 2006.
- Secretaría de Economía. *Información económica y estatal*. Hidalgo. México, 2016 (DE) <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/113594/hidalgo.pdf>
- Tusell, F. *Estadística matemática*. España, Universidad del País Vasco, 2007.
- Veliz Rojas, Lizet Helena y Andrés Felipe Bianchetti Saavedra. "Cambio climático y salud pública: acciones desde la institucionalidad en el escenario sociocultural actual", en: *Revista Costarricense de Salud Pública*. Vol. 22, núm. 2, julio-diciembre. Chile, 2013, pp. 163-168.
- WHO. *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Geneva, World Health Organization, 2014.
- Zhou XN et al. "Potential impact of climate change on schistosomiasis transmission in China", en: *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 78, 2008, pp. 188-194.



Un sistema integral de **indicadores de vivienda** para México

A Comprehensive System of Housing Indicators for Mexico

Francisco José Zamudio Sánchez, Marco Antonio Andrade Barrera y Geovanni Becerril González*

Nota: los autores agradecemos el financiamiento recibido para la realización de esta investigación por parte del Fondo Sectorial CONACYT-INEGI y de la Universidad Autónoma Chapingo, así como la retroalimentación y sugerencias recibidas por parte de la Sociedad Hipotecaria Federal y el Registro Único de Vivienda.

* Universidad Autónoma Chapingo (UACH); fzamudios@taurus.chapingo.mx y zafra1949@gmail.com; mandradebs@gmail.com y geo.gonz118@gmail.com, respectivamente.



A busy town with playing kids and huge amount of houses in all sizes and shapes /Art-Y/Getty images

Se propone un sistema de indicadores para estudiar la disponibilidad, las ventas y los precios de venta y renta de la vivienda en México. Su determinación se basó en un estudio de las prácticas internacionales, así como de la información disponible en el país. Nueve de los indicadores seleccionados ya existían en el país y ocho adicionales fueron calculados durante la investigación. Utilizando las series históricas del sistema se presenta un análisis general de la vivienda: los precios de renta más altos se ubican en Puebla y la Ciudad de México; las entidades con mayores deficiencias en la calidad de la vivienda son Chiapas, Guerrero y Oaxaca, aunque con grandes mejoras en la última década; la tasa de crecimiento del parque habitacional ha superado en los últimos años la de la población; la amplitud del sistema permite analizar de forma longitudinal estas variables y otras para diferentes escalas geográficas.

Palabras clave: precios de venta; precios de renta; disponibilidad; ventas de vivienda; índices.

Recibido: 9 de marzo de 2019.

Aceptado: 20 de octubre de 2019.

A system of indicators is proposed to study the availability, sales and prices of housing in Mexico. Its determination was based on a study of international practices, as well as information available in the country. Nine of the selected indicators already existed in the country and an additional eight were calculated during the research. Using the historical series of the system, a general analysis of housing is presented: the highest rental prices are located in Puebla and Mexico City; the entities with the greatest deficiencies in housing quality are Chiapas, Guerrero and Oaxaca, although with great improvements in the last decade; the growth rate of the housing stock has exceeded that of the population in recent years; the amplitude of the system allows for a longitudinal analysis of these variables and others for different geographic scales.

Key words: sales prices; rental prices; availability; housing sales; indices

Introducción

Un aspecto fundamental para determinar los niveles de bienestar de una sociedad y de su actividad económica agregada son las construcciones residenciales. La vivienda representa, en muchas economías, el activo más valioso y una parte importante de la riqueza total de los hogares (Sheppard, 1999); además, es un determinante del costo de vida (EUROSTAT, 2013). En consecuencia, significa una gran porción de la riqueza de una nación (Case y Shiller, 1987, 45). Razones como estas convierten su análisis en una de las principales líneas de investigación de los últimos años, pues es pieza fundamental en el desarrollo de la economía de un determinado país (Caridad y Ceular, 2001).

Su estudio impone retos de orden técnico y teórico. De acuerdo con la EUROSTAT (2013), entre los primeros se puede mencionar lo siguiente: el volumen disponible de información detallada sobre las viviendas influye y, a menudo, limita las técnicas que pueden utilizarse para construir indicadores; además, cuando se requiere información censal, esta suele estar sujeta a prolongadas demoras; en particular, en los índices de precios, por lo general, se equiparan los precios de artículos idénticos a lo largo del tiempo, sin embargo, en el contexto de la vivienda, cada propiedad tiene una ubicación única y, usualmente, un conjunto único de características estructurales; aunado a esto, las operaciones de compra-venta de una misma vivienda son esporádicas.

En cuanto a los aspectos teóricos, algunas posturas (por ejemplo, las de Kemeny, 1992; o de Allen y Gurney, 1997) han considerado que la vivienda no es una disciplina académica y que carece de sus propios conceptos y de un aparato metodológico. Sin embargo, otros investigadores han hecho esfuerzos por construir una teoría apropiada; por ejemplo, King (2009) sugiere un conjunto de conceptos que no son elementos que se agregan a la vivienda, sino que deben ser vistos como componentes o partes: entre estos se encuentra el *albergue*, que este autor define como el estado en el que nos encontramos cuando vivimos sustenta-

blemente con otros. Lo anterior implica una aceptación del ambiente y del lugar como un espacio necesario que se desea preservar. Este concepto y otros que propone King (como la vivienda propia, la intimidad protegida y la exclusión) pueden ser usados, criticados y analizados desde una teoría exclusiva de la vivienda.

Sepúlveda y Fernández (2006) también señalan que esta ha sido considerada un tema empírico, cuyo campo teórico no se conoce a profundidad o se le considera subsumido en otros campos. Para ellos, una de las definiciones más comprensivas y contemporáneamente válida es la de Oscar Yujnovsky (1984): "... la vivienda es una configuración de servicios —los servicios habitacionales— que deben dar satisfacción a las necesidades humanas primordiales: albergue, refugio, protección ambiental, espacio, vida de relación, seguridad, privacidad, identidad, accesibilidad física, entre otras...". Añaden que su configuración es compleja al considerar que no dependen solo de cada unidad física, sino del modo en el que las restantes se disponen en el espacio y de la dotación de servicios, la accesibilidad, las distancias a los empleos, etcétera.

Cada campo de estudio tiene un conjunto de conceptos básicos que dan sentido al análisis. De acuerdo con Kemeny (1991), en las ciencias políticas, *el estado* es un ejemplo y en la sociología, *la estructura social*. Pero para estudiar la vivienda, ¿qué elementos son relevantes? Para aproximarnos a una respuesta —sin pretender ser exhaustivos—, primero considerémosla en el sentido de Ruonavaara (2018): es un objeto material, un bien que puede ser manufacturado y demolido, producido y consumido, percibido y experimentado, comprado y vendido. Al mismo tiempo, es posible estudiarla como la suma de todas aquellas actividades que las propias personas y otros actores de la sociedad hacen para proveer de vivienda a la población.

Considerando el objeto físico, además de la obvia compra-venta, la valoración y los precios de la vivienda son elementos de estudio. Los econo-

mistas y bancos centrales requieren medidas de la inflación en los precios de las propiedades residenciales que les servirán para identificar burbujas, los factores que las impulsan, así como los instrumentos que las contienen y su relación con recesiones. También, estas medidas se necesitan en el sistema de cuentas nacionales e, incluso, en los índices de precios al consumidor (Silver, 2016).

En México, a pesar de grandes esfuerzos, muchas personas viven soportando deficientes condiciones habitacionales. Esta situación afecta la calidad de vida, pues la vivienda es un bien básico para la constitución y desarrollo de las familias, los individuos y la comunidad (Ziccardi, 2015). En este sentido, y considerando el segundo enfoque de Ruonavaara, su calidad resulta un aspecto sujeto de análisis.

A través del Programa de Vivienda Social 2019, el Estado busca promover, respetar, proteger y garantizar el derecho de la población mexicana a una vivienda adecuada, además de realizar una asignación del gasto público y un ejercicio presupuestario eficiente para lograr el bienestar social e igualitario. Para ello, sigue tres estrategias: 1) atender a la población con mayor rezago, 2) contribuir a los grandes desafíos nacionales en materia urbana y de bienestar social y 3) fortalecer e incrementar intervenciones que favorezcan la producción social de vivienda asistida (CONAVI, 2019).

México es considerado un país eminentemente urbano, pues 77% de sus habitantes viven en localidades mayores a 2 500 personas, de acuerdo con datos de la *Encuesta Intercensal 2015*. La población y las actividades económicas tienden a concentrarse en las ciudades, lo cual acarrea problemas en materia de vivienda, infraestructura, servicios básicos, seguridad alimentaria, salud y educación, entre otros (CONEVAL, 2018). Por otra parte, en el 2010, más de 78% de la población rural en el país habitaba en cerca de 4.7 millones de viviendas particulares (16.6% del total nacional) (CONAPO, 2016). Lo anterior contrasta las dos partes: mientras que en las ciudades tienden a aglomerarse más llevando consigo diversas problemáticas, en

las zonas rurales no gozan de los bienes, servicios y equipamiento que los centros urbanos ofrecen.

La Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios, AC pronostica, para el 2025, un crecimiento en el sector inmobiliario, que obedece a una demanda de vivienda habitacional de entre 10 millones y 11 millones, considerando que en México existen entre 10 millones y 15 millones de familias con la capacidad económica de adquirir una vivienda. Destaca también que, aun cuando el presupuesto es bueno, no es suficiente para abatir el rezago de vivienda y apoyar a la población más desprotegida (Obras, 2018). Samuel Vázquez, economista de BBVA, remarca la importancia de medir el rezago habitacional, pues considera que es un parámetro utilizado para dimensionar el tamaño potencial del mercado de vivienda en México; enuncia, a la vez, que los subsidios de esta no llegan a las zonas con mayores necesidades habitacionales (Expansión, 2019).

Uno de los detonantes del rezago habitacional es el ingreso de las familias. De acuerdo con datos de la Encuesta Intercensal 2015, 60% de la población con ingresos por debajo de la pobreza son quienes lo presentan, siendo las zonas rurales donde se concentra.

De acuerdo con Habitat International Coalition (HIC), la compra de la vivienda nueva en México solo es accesible para quienes perciben más de 5 salarios mínimos, pues así es posible acceder a créditos hipotecarios públicos y privados. Entonces, cerca de 73.6 millones de personas se encuentran excluidas del mercado formal de la vivienda al no contar con los ingresos suficientes para acceder a este tipo de créditos, de acuerdo con el ingreso mensual estimado a partir de datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2016. Respecto a los créditos hipotecarios públicos en el país, el Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV) ofrece información sobre 77% del total, los cuales son otorgados por instituciones como el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad

y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), entre otras; se presume que el resto de los créditos es otorgado por instituciones de vivienda de gobiernos estatales y municipales, para los cuales no se cuenta con información en el SNIIV (CONEVAL, 2018).

La SHF estima la demanda para el 2019 utilizando el número de solicitudes de financiamientos. Esta institución es más reservada, pues calcula que habrá un requerimiento menor al proyectado en el 2018, considerando la inflación, el ingreso de los hogares y las tasas de interés. Prevé que la demanda será afectada por las políticas públicas implementadas en el 2017, como la liberación del precio tope para adquisición de vivienda del INFONAVIT y la disminución del presupuesto del subsidio (SHF, 2019).

Para estudiar los elementos de la vivienda y las problemáticas mencionadas, existen dos vertientes: una es el análisis cualitativo y la que se aborda en este artículo que es, en un sentido cuantitativo, un sistema de indicadores. Estos son diversos y responden a las necesidades y disponibilidad de información: algunos pueden ser muy extensos y, en cambio, otros, con pocos y basados en los datos disponibles, pretenden una descripción general; por ejemplo, en Colombia se publican cinco índices oficiales sobre el parque habitacional y precios (Salazar, Steiner, Becerra y Ramírez, 2012; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2016), mientras que Estados Unidos de América (EE. UU.) cuenta con más de 20 indicadores, abordando, además de la disponibilidad (vacantes total y para renta, oferta de vivienda nueva y usada, vivienda en proceso de construcción, parque habitacional) y los precios, el número de ventas (United States Census Bureau, 2017; Cresce, 2012; Department of Housing and Urban Development, 2016).

En México existen diversos indicadores asociados al sector. Entre ellos están el Índice de Precios de Vivienda de la SHF, los índices nacionales de precios al Consumidor (INPC) y Productor (INPP)

del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y los que componen el SNIIV de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI); sin embargo, no hay un sistema centralizado que permita estudiar la disponibilidad, las ventas y los precios de venta y renta de las viviendas en el país.

En el presente trabajo se propone uno que incorpora 17 indicadores de la vivienda en México, de los cuales nueve los calculan regularmente el INEGI, la CONAVI, la SHF y el Registro Único de Vivienda (RUV) y ocho nuevos que fueron calculados durante la investigación. La intención es ofrecer una herramienta que permita un análisis integral en el corto y largo plazos para diferentes tipos de vivienda y escalas geográficas. En la siguiente sección se abordan las fuentes de información en México. Después de presentar la metodología usada para construir el sistema que se propone, se muestran los resultados más relevantes y algunas conclusiones.

Marco de referencia

La vivienda en México es un área prioritaria para el desarrollo nacional. Por ello, el gobierno impulsa y organiza actividades inherentes en la materia, incorporando la participación de los sectores social y privado (Cámara de Diputados, 2015, 1). Cada año, cobra mayor relevancia el sector vivienda en nuestro país, pues su aportación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional es mayor que la del educativo o el agrícola y poco menos que el de transportes, correos y almacenamiento —Centro de Investigación y Documentación de la Casa (CIDOC), AC y SHF, 2015, 14—: alcanzó, en el 2014, 5.7% (INEGI, 2016, 2).

Durante el 2006, por la relevancia que se formaba alrededor del mercado inmobiliario, se creó una ley que reglamentara todos los aspectos relacionados con la vivienda, dando como resultado la *Ley de Vivienda*. Con base en lo anterior, surgieron la CONAVI y el SNIIV.

Así, por medio del SNIIV, la CONAVI se ha encargado de recolectar información de otros organiz-

mos relacionados con el sector en México. Además de este sistema, las principales plataformas de almacenamiento sobre información del tema están administradas por el INEGI, el RUV y la SHF. En el cuadro 1 se presentan algunos de los proyectos, a cargo de estas instituciones, donde se recaba y publica información sobre el sector. Aunque la cantidad de variables disponibles es vasta, también es heterogénea y, en general, difícil de combinar. En estos proyectos encontramos desde características físicas de las viviendas (como el número promedio

de habitaciones) hasta índices de precios, con frecuencias de medición que van desde mensuales hasta quinquenales y para diversas desagregaciones geográficas.

Si bien en México existe el Índice de Precios de Vivienda de la SHF, este solo incluye viviendas vendidas con créditos hipotecarios, por lo que es importante construir otro que considere precios fuera de este sector para tener un panorama más completo del mercado; por ejemplo, en Reino Unido se

Cuadro 1

Continúa

Proyectos de información e indicadores sobre vivienda en México

Institución/proyecto	Descripción de la información sobre vivienda	Frecuencia	Desagregación
RUV	Registro de viviendas nuevas y usadas disponibles para venta, desagregado por perímetros de contención urbana, segmento, situación de avance y vivienda horizontal o vertical.	Mensual	Municipal
SHF			
Estadísticas de vivienda	Información de unidades de valuación que incluye número de inmuebles valuados, valores promedio de mercado, terreno, construcción y promedio de unidades rentables.	Anual	Código postal
Índice SHF de precios	Índice de precios de vivienda usando regresión hedónica y tomando como fuente de información créditos destinados a la adquisición de vivienda y avalúos.	Trimestral	Estatal, por zonas metropolitanas y algunas ciudades
CONAVI			
SNIIV	El SNIIV incluye tabulados de oferta de vivienda con información del RUV, número y montos de financiamientos destinados a la vivienda para edificaciones nuevas y usadas, tanto para créditos individuales como de financiamientos a desarrolladores. También, presenta series de actividad industrial, número de trabajadores de la construcción y precios al productor, con datos del INEGI y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).	Mensual	Diversas, alcanzando la desagregación municipal en algunos casos
INEGI			
INPC	El INPC permite conocer los precios promedio de la renta de vivienda.	Mensual	Las 46 ciudades que componen la muestra
INPP	El INPP incluye los índices de precios de mano de obra, alquiler de maquinaria y materiales de construcción.	Mensual	Las 46 ciudades que componen la muestra

Proyectos de información e indicadores sobre vivienda en México

Institución/proyecto	Descripción de la información sobre vivienda	Frecuencia	Desagregación
ENIGH	La ENIGH permite conocer los precios de renta y características de infraestructura y equipamiento de la vivienda.	Bienal	Estatal y por áreas rurales y urbanas
ENVI	La Encuesta Nacional de Vivienda recolecta información sobre los gastos y el tiempo de los hogares destinados a autoproducción, autoconstrucción, ampliación, reparación, mantenimiento, remodelación y adquisición de vivienda.	Solo 2014	Nacional
Cuenta Satélite de Vivienda	Forma parte del Sistema de Cuentas Nacionales de México y presenta indicadores económicos de producción y empleo en las actividades relacionadas con la vivienda en México. Entre sus principales aportaciones se encuentra la cuantificación del PIB generado por las actividades económicas del sector vivienda, así como la participación que tienen los hogares a través de la producción para uso final propio.	Anual	Diversas, alcanzando la desagregación municipal en algunos casos
ENEC	La Encuesta Nacional de Empresas Constructoras contiene información sobre las empresas afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Incluye información sobre personal ocupado, remuneraciones, gastos e ingresos, además del valor de la producción.	Anual	Estatal
Censos y conteos de población y vivienda	Cuentan con una sección dedicada a medir características de la vivienda con la que se producen estadísticas, como: el número de viviendas habitadas, cantidad de ocupantes y características de la misma (como número de cuartos y disponibilidad de servicios).	Quinquenal	Localidad

Fuente: elaboración propia con base en las descripciones oficiales de los proyectos.

desarrollan siete diferentes índices de precios de la vivienda utilizando diversas fuentes de datos que ayudan a medir los precios de venta en diferentes segmentos del mercado y en distintos puntos del proceso de compra-venta (Wood, 2005). También, es importante construir un indicador que ayude a medir la evolución de los precios de alquiler.

Además del estudio de los precios, es importante cuantificar otras variables del sector, como el parque habitacional, la calidad de las viviendas, el número disponible de estas para venta o renta, además

de las ventas, con miras a medir la oferta y la demanda en el país, de forma similar a lo desarrollado en Inglaterra, Gales y Escocia (StatsWales, 2016 y Scottish Government, 2016), así como en EE. UU. (Department of Housing and Urban Development, 2016).

Metodología

Para determinar un sistema de indicadores adecuado para México, se elaboró una investigación

cuantitativa y otra de tipo cualitativo; la primera incluyó la determinación de la información disponible para el cálculo de indicadores de vivienda en el país, y también comprendió el cálculo, validación y análisis de aquellos que componen el sistema; en la cualitativa se recurrió, sobre todo, a estudiar los manuales (y bibliografía asociada con ellos) que publican los centros de estadística de diversos países, donde se abordan metodologías para su generación. El propósito de ambas investigaciones fue reunir elementos que permitieran definir un sistema para dar seguimiento integral a la evolución del mercado de la vivienda, en particular los precios de venta y renta, la disponibilidad y el número de ventas.

Con anterioridad se han mencionado otros conceptos que también son de relevancia y que corresponden con el espacio y servicios que rodean la unidad de estudio. Por mencionar algunos, los perímetros de contención urbana (PCU), que se tienen en la actualidad en México, permiten clasificar las ciudades en tres categorías, de acuerdo con la cercanía a fuentes de empleo, la disponibilidad de servicios y la cercanía al área urbana consolidada. Otros ejemplos son el grado de escolarización promedio en la zona y las tasas de crimen y violencia. Estos elementos, por supuesto, enriquecerían un análisis de la vivienda en el país, pero no fueron considerados en el proyecto inicial del que se desprende este artículo. No obstante, los indicadores que componen el sistema resultante pueden ser cruzados con estas otras variables y, de esta manera, robustecer el análisis.

Los insumos de datos reunidos fueron del INEGI (Censo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015, ENIGH, INPC e INPP), del RUV (Oferta de Vivienda Vigente), de la CONAVI (Datos de Financiamiento), de la SHF (Índice de Precios de Vivienda y Datos de Estadísticas de Vivienda). Además, para calcular tres índices de precios de venta, se recolectaron datos de viviendas ofertadas en internet.

Para determinar los indicadores más apropiados para México, se realizó una investigación docu-

mental; esta abarcó diversas fuentes que se pueden clasificar en dos grupos: primero se revisaron las principales metodologías para construir indicadores del sector, consultando el *Manual sobre índices de precios de inmuebles residenciales* (EUROSTAT, 2013), así como artículos y libros donde se discuten las prácticas, métodos y los aspectos teóricos utilizados para elaborar este tipo de índices; en segunda instancia se analizaron los manuales y memorias técnicas de indicadores de vivienda que publican los institutos de estadística de nueve países (Alemania, Canadá, Chile, Colombia, España, EE. UU., Francia, México y Reino Unido).

La información recolectada se condensó en dos partes: una fue un análisis de las principales metodologías para construir índices sobre los precios de venta y renta de vivienda, donde se incorporaron aspectos teóricos sobre las metodologías (su origen, los modelos estadísticos utilizados y sus supuestos, sus ventajas y desventajas), concluyendo en cada caso en la posibilidad de utilizarlas en México, y entre los métodos más utilizados para determinar los precios de vivienda se encuentran: los hedónicos, los de estratificación o ajuste de la composición, los basados en tasaciones y los de ventas/rentas repetidas (Hansen, 2006; Ambrose, Coulson y Yoshida, 2015; Nagaraja, Brown y Wachter, 2010; EUROSTAT, 2013); la segunda parte fueron 103 fichas técnicas donde se recopila información de indicadores que se utilizan en los nueve países mencionados, las cuales contienen el nombre del indicador, el método de cálculo, las variables requeridas, las naciones donde se utiliza (puesto que el mismo indicador puede ser utilizado por más de un país), entre otros campos.

Con lo anterior se reunieron elementos para establecer criterios y, así, determinar qué indicadores podrían formar un sistema para México. En este sentido, la disponibilidad de información fue el primer aspecto a considerar. Como segundo criterio solo se incorporaron medidas documentadas y que han sido probadas en el país o en las naciones revisadas. El tercero consideró las recomendaciones de la EUROSTAT (2013, 164-167), las cuales se resumen a continuación: 1) si se dispone de datos

sobre características relevantes de la vivienda, el método de regresión hedónica por lo general es la mejor técnica para construir un índice de precios de inmuebles residenciales de calidad constante; 2) la estratificación se recomienda cuando el volumen de ventas y la cantidad de información sobre las características de las viviendas son suficientes para permitir una clasificación detallada; 3) la metodología de ventas repetidas puede ofrecer una solución para casos en los que la información sobre las características de las viviendas es limitada o inexistente, así como para algunos donde se hayan llevado a cabo numerosas transacciones repetidas para los tipos de residencias necesarias, siempre que el sesgo por selección de la muestra no se considere un problema; y 4) la metodología basada en tasaciones subsana algunas de las deficiencias de la de las ventas repetidas, y es preferible frente a esta si se dispone de datos de tasación de calidad adecuada y si el sesgo de selectividad es una consideración importante de la aplicación de la de ventas repetidas.

Las metodologías de estratificación y regresión hedónica se utilizaron para estimar los precios de vivienda. Este enfoque se basa en que una mercancía heterogénea particular puede ser comprendida en términos de sus atributos o componentes, es decir, pretende determinar el precio de un bien en función de sus características a través de la estimación de los precios implícitos de sus componentes (Caridad y Ceular, 2001): al ser la vivienda un bien heterogéneo, los atributos (en sus distintos valores), que la componen establecen una relación funcional con los precios observados de las viviendas vendidas (Can, 1992), por lo tanto, mediante técnicas estadísticas de regresión, es posible determinar una estimación monetaria de aquellas características que configuran el bien objeto de estudio (Nuñez, Ceular y Millán, 2007).

Por su parte, la estratificación es una herramienta utilizada para neutralizar las variaciones de las combinaciones calidad-precio de los inmuebles residenciales vendidos y, de esta manera, reducir el error debido a la muestra. La también llamada ajuste de la composición, resulta de gran utilidad

cuando se desean calcular índices de precios para diferentes segmentos del mercado de la vivienda (EUROSTAT, 2013). Este método no requiere de un alto nivel de especificidad en los datos (Flores y Pérez, 2015), ya que consiste en separar el total de viviendas vendidas en una serie de estratos, los cuales están definidos con base en ciertas características disponibles de los inmuebles residenciales; en consecuencia, las observaciones dentro de cada estrato son más homogéneas que las de la población total (Prasad y Richards, 2006). Se debe considerar que un índice estratificado neutralizará los cambios de composición entre los distintos estratos, pero no dará cuenta de las variaciones de la composición de los inmuebles vendidos dentro de cada uno de ellos (EUROSTAT, 2013; Flores y Pérez, 2015).

En particular, los índices basados en regresión hedónica y, más general, los de tipo Laspeyres, Paasche o Fisher, tienen propiedades deseables (Balk, 2008), las cuales son:

- 1) Monotonicidad. Si en todos los elementos de estudio se disminuye la característica que se mide, entonces el índice también disminuye y viceversa.
- 2) Proporcionalidad. Si en todos los elementos de estudio se altera por un factor común la característica que se mide, entonces el indicador también se ve afectado por el mismo factor.
- 3) Identidad. Si todos los elementos de estudio mantienen la misma característica en dos periodos, entonces el indicador también se mantiene.
- 4) Invarianza dimensional. El indicador es invariante ante cambios en las unidades de medición.
- 5) Valor medio. El indicador se encuentra entre el menor y el mayor valor de los relativos individuales que componen el indicador.

Evidentemente, todos los indicadores que sean proporciones tienen también estas propiedades y, en el caso de conteos, solo la invarianza dimensio-

nal no se satisface, aunque los cambios en el indicador sí serán invariantes ante modificaciones en la unidad de medida.

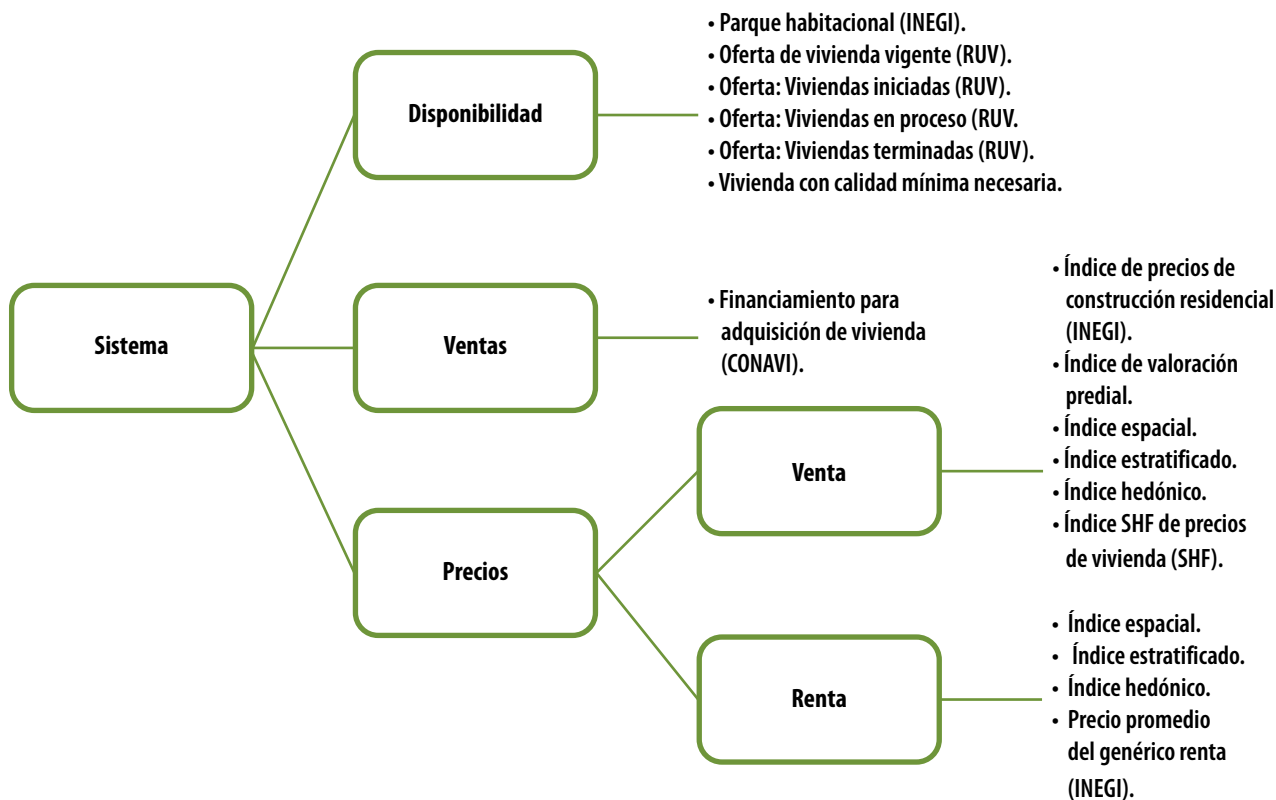
Por otra parte, los indicadores que se usan a nivel internacional (Briant, Donzeau, Marpsat, Pirus, & Rougerie, 2010, 3; Rondinelli & Veronese, 2011, 2) adolecen, primero, de las deficiencias de los propios conjuntos de datos existentes y segundo, de la disponibilidad; por ejemplo, aunque los censos y conteos contienen muchas variables asociadas a las viviendas del país, estos se realizan con un intervalo de cinco años entre ellos. Las otras fuentes de datos mencionadas, en general, también carecen de variables deseables para el cálculo de indicadores de vivienda (por ejemplo, alta desagregación geográfica o características físicas de las viviendas). Por estas razones, construirlos con alta frecuencia de medición resulta un desafío. Como medida para reducir este problema, se recolectó información en sitios web donde se ofertan viviendas en

México, logrando, con esto, un conjunto de datos de aproximadamente 11 mil registros mensuales (anuncios de venta) durante el periodo de enero a mayo del 2017. De esta manera, se obtuvieron precios disponibles para venta y sus características físicas (superficies total y construida, número de dormitorios, baños, medios baños, disponibilidad de estacionamiento y número de pisos). Con esto se logró expandir la información disponible y, así, considerar más indicadores.

Por último, una vez determinado el conjunto de indicadores, sus métodos de cálculo se instrumentaron usando *scripts* documentados en formato RMD, el cual combina el *software* estadístico *R* con un procesador de textos que permite documentar el algoritmo del cálculo, junto con las especificaciones conceptuales y técnicas de los indicadores, con el propósito de hacerlos reproducibles y transparentes. Para analizar y discutir los resultados obtenidos, se recurrió sobre todo a estadísticas des-

Diagrama

Sistema de indicadores de vivienda



Fuente: elaboración propia.

criptivas. Para evitar expandir la longitud de este artículo, sugerimos consultar el archivo en Excel disponible en <https://shortl.page.link/anexo>; en este se describe cada uno de los indicadores que componen el sistema, el concepto que miden y la metodología utilizada, así como la desagregación geográfica y las variables utilizadas en su cálculo.

Resultados

El sistema propuesto (ver diagrama) se compone de 17 indicadores (seleccionados de las 103 posibilidades), con diversas desagregaciones y frecuencia de medición.

Estos 17 indicadores ofrecen un panorama integral del sector; además, son medidas construidas con las principales metodologías que se usan a nivel internacional: descriptivas (conteos, proporciones y promedios), hedónicas, estratificadas, espaciales y basadas en tasaciones. A continuación, se presentarán algunos resultados descriptivos para cada una de las variables consideradas en el estudio, utilizando el sistema propuesto. La intención es mostrar de forma general que este, efectivamente, permite el estudio de la disponibilidad, las ventas y los precios de vivienda en México.

Disponibilidad

A escala nacional, el parque habitacional tuvo un crecimiento mayor que el de la población. El promedio de personas por vivienda (considerando solo el parque habitado) fue de 4.18, 3.93 y 3.74 para los años 2005, 2010 y 2015, respectivamente.

Por otra parte, las entidades que tuvieron mayor rezago en calidad de vivienda son Chiapas, Guerrero y Oaxaca (aquí se considera el indicador Vivienda con Calidad Mínima Necesaria, donde una vivienda lo satisface si sus pisos no son de tierra, cuenta con sanitario propio y el número promedio de personas por cuarto es 2.5 o menor); sin embargo, estas entidades mostraron avances significativos, pues mientras en el 2005 la proporción de viviendas

con mínima calidad rondaba en 60%, para el 2015 fue de 87%, con excepción de Oaxaca, que se mantuvo en 75 por ciento.

Por mes, la vivienda de tipo horizontal se ofertó más que la vertical (entre 327 mil y 435 mil contra menos de 135 mil viviendas, respectivamente, durante el periodo de enero del 2014 a enero del 2017). En cuanto a este tipo de construcción, las entidades que tuvieron mayor oferta son Nuevo León, Jalisco y México, mientras que Tabasco, Tlaxcala y la Ciudad de México (CDMX) presentaron la más baja. Respecto a la vertical, Jalisco, la Ciudad de México y Quintana Roo registraron los valores más altos; los más bajos se observaron en Zacatecas, Chihuahua y Coahuila de Zaragoza.

Ventas

El indicador Financiamiento para la Adquisición de Vivienda se utilizó como aproximación al comportamiento esperado de las ventas, pues no se encontró un registro que incluyera todas las transacciones (no solo las que recibieron algún financiamiento). Incluye los montos y el número de créditos, desagregados a escala estatal, por tipo de vivienda (nueva o usada), por segmento (económica, media, popular, tradicional, residencial y residencial plus) y por el organismo que otorga el financiamiento.

Durante el periodo de estudio (2005-2017), las viviendas nuevas tuvieron prioridad pues, en todos los años, el porcentaje de créditos destinados a estas fue superior a 70%; el 2008 fue el que tuvo más registros, alcanzando 920 mil. Las entidades que recibieron un mayor número de ellos son Nuevo León, México y Jalisco; las que obtuvieron menos son Tlaxcala, Campeche y Oaxaca.

La vivienda popular, en promedio, recibió créditos con montos de 185 mil pesos, mientras que los más altos fueron para la vivienda del segmento residencial plus con promedio de 2 482 000 pesos; un alto porcentaje (46) no se asignó a algún segmento; no obstante, de lo que sí fue clasifica-

do, el mayor número fue para la popular, seguida por la tradicional, media, económica, residencial y residencial plus. Por último, las instituciones que otorgaron un mayor número de créditos son el INFONAVIT, la CONAVI y el FOVISSSTE, aunque las que otorgaron mayores montos son el INFONAVIT, la CNBV y la Asociación de Bancos de México (ABM).

Precios de venta

A escala nacional, el Índice de Precios de Vivienda (SHF), durante el periodo comprendido entre el primer trimestre del 2005 y el primero del 2017, tuvo un crecimiento de 89.32%, superando el 74.63% del Índice de Precios de Construcción Residencial. El primero mide los cambios de precio en las viviendas con crédito hipotecario garantizado y el segundo, los precios de materiales de construcción, mano de obra y alquiler de maquinaria.

De acuerdo con el Índice Hedónico (cuyo estudio abarcó el periodo enero-mayo del 2017), la variación de precios a marzo fue de 2.6%, mientras que, para el mismo trimestre, el índice de la SHF tuvo 0.57%; aunque ambos se basan en la metodología

hedónica, la procedencia de la información (créditos en un caso y anuncios en internet en el otro) permite reflejar distintas perspectivas de la vivienda.

Para finalizar, según el Índice Espacial, las entidades que presentaron precios de venta más altos (durante enero-mayo del 2017) son la CDMX, Baja California Sur y Quintana Roo, mientras que las que registraron los más bajos fueron Coahuila de Zaragoza, Durango y Guerrero.

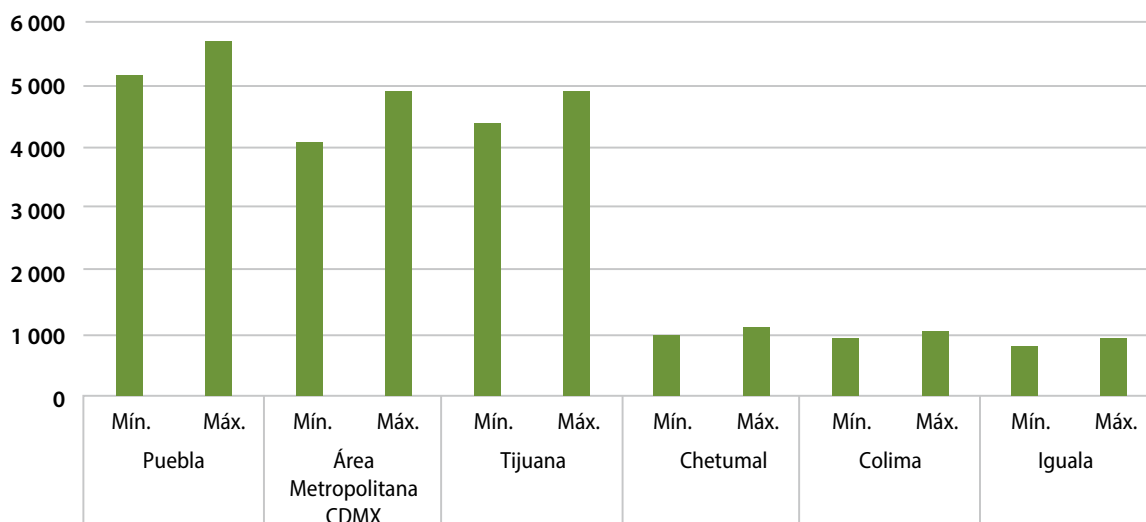
Precios de renta

El indicador Precio Promedio del Genérico Renta forma parte del INPC que publica el INEGI mensualmente. Tiene una cobertura geográfica nacional y cada entidad federativa está representada por, al menos, una de las 46 ciudades que componen la muestra. La gráfica muestra los precios promedio durante el periodo 2011-2017 de las urbes con los menores y mayores valores.

El precio mínimo promedio de renta en la ciudad de Puebla (5 143.00 pesos) supera, incluso, el máximo del Área Metropolitana de la CDMX

Gráfica

Precios promedio del genérico renta



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

(4 906.00 pesos). Lo anterior podría catalogarse como incongruente si se considera que la primera es representativa de la entidad completa, pues se esperarían precios promedio más altos en la segunda debido al mercado laboral, su amplia oferta educativa, de salud, cultura y, en general, que ofrece mejores condiciones de vida para sus habitantes, por ejemplo, ocupa el tercer lugar nacional en mejor Índice de Desarrollo Humano (UACH, 2017).

Sin embargo, no es apropiado asumir que la ciudad de Puebla es representativa del estado. Basta considerar algunos resultados del Índice de Rezago Social del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015). Tratando de aproximarse un poco más al comportamiento esperado en la ciudad, el municipio de Puebla ha presentado grados de rezago social muy bajos desde el 2000 (ubicándose en los mejores 200 lugares de 2 400 municipios y demarcaciones territoriales, aproximadamente), mientras que la entidad ha mantenido niveles altos y muy altos (ubicándose entre los peores cinco lugares de los 32 estados). Por ello, los precios promedio en la urbe son acordes solo con los grados de rezago social que presenta esa zona.

Por otro lado, en el cuadro 2 se presentan los valores del Índice Estratificado de Precios de Renta. Para el área rural crece de forma considerable respecto a lo que aumentan el nacional y el urbano. Es de esperarse que estos últimos dos mantengan un comportamiento cercano pues, en las zonas ur-

banas, la densidad de población es mayor y, por lo tanto, como lo mencionan Blanco *et al.* (2014, p. 29), hay mayor tenencia en alquiler. Esto provoca que el índice nacional tenga una mayor influencia de las áreas urbanas. Por su parte, el de las rurales presenta un comportamiento muy diferente, alcanzando un incremento de 50% en el periodo 2008-2014, superando los niveles de inflación. Estos aumentos también se pueden explicar de manera parcial observando los precios promedio de renta: con base 2008, el precio de renta en las zonas urbanas fue de 2 112.00 pesos para el 2008 y 1 899.00 pesos para el 2014, mientras que en las rurales, los valores fueron de 587.00 y 721.00 pesos, respectivamente.

Hasta aquí se presentó un breve análisis del mercado de la vivienda en México; sin embargo, se pueden generar otros más detallados utilizando el sistema propuesto, sobre todo si consideramos las estimaciones a escala municipal que permiten los indicadores: Parque Habitacional, Vivienda con Calidad Mínima Necesaria y Oferta de Vivienda Vigente e Índice de Precios de Vivienda (SHF). Además, 11 de los indicadores tienen estimaciones con frecuencia mensual o trimestral permitiendo análisis en el corto plazo.

Discusión y conclusiones

El principal resultado de la investigación fue un sistema que contiene 17 indicadores para estudiar el mercado de la vivienda en México. Usando esta

Cuadro 2

Índice Estratificado de Precios de Renta

Año	Índice nacional		Índice del área urbana		Índice del área rural	
	Nominal	A precios del 2008	Nominal	A precios del 2008	Nominal	A precios del 2008
2008	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	106.02	96.56	104.42	95.10	127.35	115.98
2012	112.14	94.95	109.43	92.66	143.09	121.16
2014	119.15	94.34	117.05	92.68	150.05	118.80

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. ENIGH.

herramienta se han presentado otros resultados que ofrecen una visión general de la situación en el país, permitiéndonos conocer la tendencia en los precios de venta, la calidad de las viviendas, los lugares más rezagados y las ciudades con mayores y menores precios de renta, entre otros.

En la primera parte de este trabajo se contextualiza en la problemática del sector de la vivienda. Centramos la atención en aspectos importantes del mercado, como: la disponibilidad de la vivienda, el rezago habitacional, las ventas y los precios. Para estudiar estos aspectos, el sistema de indicadores propuesto priorizó en obtener indicadores que atendieran estos temas.

El conjunto de estos destinados a la medición de la disponibilidad y venta, de acuerdo con su periodicidad, permite analizar en el corto plazo la oferta y los créditos destinados a la adquisición y, cuando menos, realizar estudios quinquenales del parque habitacional y su calidad; por ejemplo, el indicador Parque Habitacional nos permite saber que para el 2015 el número de viviendas en la CDMX fue de 2 601 323 (3.4 habitantes por vivienda) y el Número de Financiamientos indica que se otorgaron 20 077 créditos para viviendas nuevas (por un monto de 18 993 694 389.00 pesos) y 10 890 créditos para usadas (por 9 530 284 658.00 pesos). En particular, los indicadores se pueden utilizar para dar seguimiento a las políticas de vivienda en el país; es posible evaluar el mejoramiento de la calidad de las viviendas rural y urbana, así como la disminución del déficit que, como se menciona al inicio del documento, es una prioridad del gobierno federal. El indicador Porcentaje de Viviendas con Calidad Mínima Necesaria nos permite consultar que, en el 2005, la cifra en déficit fue de 17.34%, pasando a 2.02% en el 2010 y con un retroceso de 2% para el 2015, siendo 4.23% de viviendas en déficit (sin la calidad mínima para vivir). En total, 11 de los indicadores tienen frecuencia trimestral o menor, por lo cual se puede decir que el sistema provee herramientas para el análisis en el corto plazo.

Para evaluar, entre otros aspectos, los niveles de precios, el sistema de indicadores provee cuatro ín-

dicadores de precios de la vivienda (dos de venta y dos de renta), los cuales se suman al índice de precios publicado por la SHF y, a diferencia de este, abarcan una población más grande de viviendas. De manera adicional, el sistema suma el Índice Espacial de Precios de Vivienda, el cual ofrece comparaciones entre los valores de venta y renta de cada una de las entidades federativas. Si bien en México existe el SNIIV, este solo recopila información acerca de la disponibilidad de la vivienda y el número de financiamientos otorgados por instituciones públicas, lo cual hace que los indicadores referentes a precios —que se incluyen en el sistema expuesto en este trabajo— complementen el estudio acerca de este sector.

Se puede decir que los indicadores seleccionados son necesarios y útiles, sus resultados son reproducibles y corresponden a las recomendaciones y prácticas internacionales, ya que los criterios que guiaron su selección consideraron, en primer lugar, la disponibilidad de información pero, además, se siguieron las recomendaciones de la EUROSTAT y se eligieron solo los que hubiesen sido probados en México o en los países estudiados, de tal manera que se comprendieran las variables disponibilidad, ventas y precios de venta y renta.

En México existen diversas instituciones que ofrecen información relacionada con el sector de la vivienda recabada a través de censos, encuestas o registros administrativos. Esto sugiere que los datos disponibles son bastos; sin embargo, presentan varios inconvenientes que limitan su utilización; por ejemplo, en general no se publican con frecuencia trimestral; en muchos casos, estos se presentan de forma anual, en periodos más largos o son de corte transversal; además, no siempre se pueden combinar dos o más fuentes de información, pues provienen de muestras o coberturas geográficas diferentes. Aun con las dificultades expuestas, fue posible calcular versiones de índices e indicadores oficiales en otros países con la información disponible en México y, así, construir un sistema que permita describir la situación del mercado.

Por lo anterior, un trabajo futuro y de mucho valor será la centralización y mantenimiento del

sistema propuesto, ofreciendo, con ello, una herramienta que tendría un impacto sobre toda la población mexicana, pues sería útil en la generación de política pública, para la toma de decisiones en los sectores público y privado, así como para brindar elementos base de otras investigaciones.

Como nota final, las 103 fichas técnicas, los algoritmos documentados en formato RMD y las series históricas de los indicadores calculados durante esta investigación se encuentran en un proceso de registro ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor por parte del INEGI; sin embargo, una vez concluido ese proceso, consideramos necesaria la divulgación de esos productos para que otros investigadores e instituciones interesados en el tema puedan acceder a ellos.

Fuentes

- Allen, C. y C. Gurney. "Beyond Housing and Social Theory", en: *European Network for Housing Research Newsletter*. 3(97), 1997, pp. 3-5.
- Ambrose, B.; N. Coulson y J. Yoshida. "The repeat rent index", en: *Review of Economics and Statistics*. 97(5), 2015, pp. 939-950.
- Balk, B. *Price and Quantity Index Numbers. Models for Measuring Aggregate Change and Difference*. Estados Unidos de América, Cambridge University Press, 2008.
- Blanco, A.; V. Fretes y A. Muñoz. "Se busca vivienda en alquiler", en: *Opciones de Política para América Latina y el Caribe*. Washington DC, Banco Interamericano para el Desarrollo, 2014 (DE) <http://cedla.org/blog/grupopoliticafiscal/wp-content/uploads/2014/06/FMM-MG-Se-busca-vivienda-en-alquiler.pdf>, consultado el 24 de junio de 2017.
- Briant, P.; N. Donzeau; M. Marpsat; C. Pirus & C. Rougerie. "Le dispositif statistique de l'Insee dans le domaine du logement", en: *Document de travail de la Direction des statistiques démographiques et sociales de l'Insee F, 1002*. París, Francia, 2010.
- Can, A. "Specification and estimation of hedonic housing Price models", en: *Regional Science and Urban Economics*. 22 (3). 1992, pp. 453-474.
- Cámara de Diputados. "Ley de Vivienda", en: *Diario Oficial de la Federación*. 34, 2015 (DE) http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv_200415.pdf, consultado el 25 de junio de 2017.
- Caridad, J. y N. Ceular. "Un análisis del mercado de la vivienda a través de redes neuronales artificiales", en: *Estudios de Economía Aplicada*. 18, 2001, pp. 67-81.
- Case, K. y R. Shiller. "Prices of single-family homes since 1970: new indexes for four cities", en: *New England Economic Review*. Núm. sept., 1987, pp. 45-56.
- CIDOC y SHF. *Estado actual de la vivienda en México, 2014*. México, Fundación CIDOC y Sociedad Hipotecaria Federal, 2014, p. 48.
- _____. *Estado actual de la vivienda en México, 2015*. México, Fundación CIDOC y Sociedad Hipotecaria Federal, 2015, p. 14.
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). *Programa de Vivienda Social 2019*. 2016 (DE) <https://www.gob.mx/conavi/acciones-y-programas/programa-de-vivienda-social-2019-194345>, consultado el 1 de junio de 2019.
- CONEVAL. *Estudio diagnóstico del derecho a la vivienda digna y decorosa 2018*. México, CONEVAL, 2018.
- _____. *Índice de Rezago Social 2015 a nivel nacional, estatal y municipal*. CONEVAL, 2015 (DE) http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx, consultado el 23 de junio de 2017.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). *La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2 500 habitantes en México*. 2016 (DE) <https://www.gob.mx/conapo/documentos/la-condicion-de-ubicacion-geografica-de-las-localidades-menores-a-2-500-habitantes-en-mexico>, consultado el 1 de junio de 2019.
- Cresce, A. "Evaluation of Gross Vacancy Rates From the 2010 Census Versus Current Surveys: Early Findings from Comparisons with the 2010 Census and the 2010 ACS 1-Year Estimates", en: *U.S. Census Bureau*. Washington, DC, USA, 2012, 25 pp.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. *Estadísticas por tema*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2016 (DE) <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion>, consultado el 24 de junio de 2017.
- Department of Housing and Urban Development. *National Housing Market Summary*. Department of Housing and Urban Development, 2016 (DE) https://www.huduser.gov/portal/ushmc/quarterly_commentary.html, consultado el 16 de diciembre de 2016.
- EUROSTAT. *Manual del Índice de Precios de Inmuebles Residenciales (IPIR). Serie Methodologies & Working Papers*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2013.
- Expansión. "Los subsidios de vivienda no están en las ciudades con mayor rezago, según BBVA", en: *Expansión*. 2019 (DE) <https://expansion.mx/empresas/2018/11/08/subsidios-de-vivienda-no-están-en-ciudades-con-mayor-rezago>, consultado el 1 de junio de 2019.
- Flores, R. y J. Pérez. "The Housing Price Index for Chile: Methodology and Results", en: Banco Central de Chile, 2015.
- Galvis L. y B. Carrillo. "Índice de precios espacial para la vivienda urbana en Colombia: una aplicación con métodos de emparejamiento", en: *Revista de Economía del Rosario*. 16(1), Colombia, 2013, pp. 25-59.
- Hansen, J. "Australian House Prices: A Comparison of Hedonic and Repeat-sales Measures", en: *Reserve Bank of Australia*. Australia. 2006, pp. 1, 10 y 11.
- INEGI. "Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuenta Satélite de Vivienda en México, 2014", en: *Boletín de prensa núm. 302/16*. 2016.

- _____. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2008*. 2017b (DE) <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/nc/2008/default.html>, consultado el 20 de junio de 2017.
- _____. *Encuesta Nacional de Vivienda*. 2017c (DE) <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/envi/>, consultado el 24 de junio de 2017.
- _____. *Índices de Precios*. 2017a (DE) <http://www.inegi.org.mx/sistemas/indiceprecios/Estructura.aspx?idEstructura=1120008000500010&T=%C3%8Dndices%20de%20Precios%20al%20Productor&ST=Construcci%C3%B3n%20residencial%20por%20ciudad>, consultado el 20 de junio de 2017.
- Kemeny, J. *Housing and social theory*. London, Routledge, 1992.
- King, P. "Using theory or making theory: can there be theories of housing?", en: *Housing, Theory and Society*. 26 (1), 2009, pp. 41-52.
- Nagaraja, C.; L. Brown y S. Wachter. "House Price Index Methodology", en: *Working Paper, University of Pennsylvania*. EE. UU., 2010.
- Núñez, J., N. Ceular y M. Millán. "Aproximación a la valoración inmobiliaria mediante la metodología de precios hedónicos", en: Ayala, J. C. (coord.). *Conocimiento, Innovación y Emprendedores*. 2007, pp. 2688-2701.
- Obras. "El sector inmobiliario ve este año una expansión similar a la de 2018", en: *Obras*. 2018 (DE) <https://obrasweb.mx/inmobiliario/2019/01/10/el-sector-inmobiliario-ve-este-ano-una-expansion-similar-a-la-de-2018>, consultado el 1 de junio de 2019.
- Paredes, D. y P. Aroca. "Metodología para estimar un índice regional de costo de vivienda en Chile", en: *Cuadernos de Economía-Latin American Journal of Economics*. 45(131). 2008, pp. 129-143.
- Prasad, N. y A. Richards. "Measuring House Price Growth-Using stratification to improve median-based measures", en: *Reserve Bank of Australia*. Núm. Rdp2006-04, 2006.
- Rondinelli, C. & G. Veronese. "Housing rent dynamics in Italy", en: *Economic Modelling*. 28(1). Roma, Italia, 2011, pp. 2, 540-548.
- Ruonavaara, H. "Theory of Housing, From Housing, About Housing", en: *Housing, Theory and Society*. 35(2), 2018, pp. 178-192.
- RUV. *¿Qué es el RUV?* 2016 (DE) <http://portalruvprod.azurewebsites.net/que-es-el-ruv/>, consultado el 20 de junio de 2017.
- Salazar, N.; R. Steiner; A. Becerra y J. Ramírez. "¿Qué tan desalineados están los precios de la vivienda en Colombia?", en: *Construcción, Vivienda y Desarrollo*. Colombia, Fedesarrollo, 2012.
- Scottish Government. *Housing Statistics for Scotland*. 2016 (DE) <http://www.gov.scot/Topics/Statistics/Browse/Housing-Regeneration/HSfS>, consultado el 10 de diciembre de 2016.
- Sepúlveda, R. y R. Fernández. *Un análisis crítico de las políticas nacionales de vivienda en América Latina*. Centro Cooperativo Sueco, 2006.
- Sheppard, S. *Applied Urban Economics. Handbook of Regional and Urban Economics*. Vol. 3, 1999, pp. 1595-1635.
- Silver, M. "Real-Estate Price Indexes. Availability, Importance, and New Developments", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 7(1), 2016, pp. 4-25.
- Sociedad Hipotecaria Federal (SHF). *Demanda de financiamiento de vivienda 2019*. 2019 (DE) https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444721/Demanda_2019.pdf, consultado el 1 de junio de 2019.
- _____. *Estadísticas de vivienda*. México (DE) [https://www.shf.gob.mx/avaluos/extranet?service=direct/0/Home/\\$DirectLink](https://www.shf.gob.mx/avaluos/extranet?service=direct/0/Home/$DirectLink), consultado el 22 de junio de 2017.
- StatsWales. *StatWales Housing*. 2016 (DE) <https://statswales.gov.wales/Catalogue/Housing>, consultado el 10 de diciembre de 2016.
- Universidad Autónoma Chapingo. *Índices de Desarrollo Humano con Servicios*. México, 2010 (DE) <http://demyc.chapingo.mx/idh/?mod=nacional&inicio=1995&Consultar=Consultar>, consultado el 20 de junio de 2017.
- United States Census Bureau. *Housing Data Tables*. United States Census Bureau, 2017 (DE) <https://www.census.gov/topics/housing/data/tables.html>, consultado el 25 de julio de 2017.
- Wood, R. "A comparison of UK residential house price indices", en: *Banks for International Settlements Papers chapters*. Núm. 21. Bank of England, 2005 (DE) <http://www.acadata.co.uk/bispap21p.pdf>, consultado el 25 de junio de 2015.
- Yujnovsky, O. *Claves políticas del problema habitacional argentino*. Argentina, Grupo Editor Latinoamericano, 1984.
- Ziccardi, A. *Cómo viven los mexicanos. Análisis regional de las condiciones de habitabilidad de la vivienda*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Espacio urbano y recomposición del sistema educativo en el área metropolitana de Asunción

Urban Space and Recomposition of the Education System in the Metropolitan Area of Asunción

Luis Ortiz,* Kevin Goetz** y Colin Gache***

Los rasgos del sistema educativo en el área metropolitana de Asunción, expuestos en esta investigación de manera panorámica bajo la perspectiva socioespacial, fueron objeto de cambio tanto de las intensidades como de los sentidos de las fuerzas sociales que incidieron en él durante las dos décadas del siglo XXI. El propósito del trabajo es exponer el proceso de cambio social que se halla en la base del dispositivo educativo como proceso que involucra mecanismos sociales e institucionales. Existe una política que configura el sistema educativo, pero que no coincide siempre y necesariamente con los planes del poder público: el actor estatal aparece solo como uno de los tantos del esquema complejo que constituye el espacio urbano. Se plantea una interpretación del funcionamiento del sistema educativo dando cuenta de sus características, debilidades y fortalezas estructurales con el hallazgo principal de que el dispositivo educativo se desenvuelve bajo una lógica marcada por la segregación escolar que desemboca en el refuerzo de las desigualdades sociales en el territorio.

Palabras clave: área metropolitana; sistema educativo; espacio urbano; desigualdad socioespacial.

Recibido: 22 de julio de 2019.

Aceptado: 31 de octubre de 2019.

*Instituto de Ciencias Sociales (ICS0), l.ortiz@yahoo.com

** ISTHME-Estudio Meridional/Instituto de Ciencias Sociales (ICS0), kevingoetz50@gmail.com

*** ISTHME-Estudio Meridional, colin.gache@gmail.com

The features of the educational system in the Asuncion metropolitan area, presented in this research in a panoramic way under the socio-spatial perspective, were the object of change in both the intensities and the senses of the social forces that influenced it during the two decades of the 21st century. The purpose of the work is to present the process of social change that is at the base of the educational system as a process that involves social and institutional mechanisms. There is a policy that shapes the education system, but that does not always and necessarily coincide with the plans of public authorities. An interpretation of the functioning of the educational system is proposed, taking into account its characteristics, weaknesses, and structural strengths, with the main finding that the educational system operates under a logic marked by school segregation that leads to the reinforcement of social inequalities in the territory.

Key words: metropolitan area; educational system; urban space; socio-spatial inequality.



Schoolgirls from a convent watching Independence Day ceremonies/ Leonard McCombe/Getty Images

Introducción

Esta investigación trata de las evoluciones del conjunto dinámico que constituye el dispositivo educativo¹ en el área metropolitana de Asunción (AMA).² Dicho proceso obedece a mecanismos colectivos e institucionales, así como a un esquema de gobernanza que configura el dispositivo, pero que no coincide siempre y necesariamente con las instancias estatales. El planteamiento central del presente trabajo se orienta hacia los cambios socioespaciales que envuelven al sistema educativo (SE) y la incidencia (o no) de la política educativa.

El estudio se basó en una exploración estadística que permitió una delimitación geográfica de la información y su representación cartográfica. Movilizando datos demográficos, socioeconómicos y otros propiamente educacionales, se formuló un panorama analítico para hacerse una idea de las formas y procesos de la estructuración y de la desigualdad/exclusión/segregación en el sistema educativo.

En el análisis de un territorio específico —que esta investigación delimita como el AMA— se parte de algunas tradiciones teóricas con respaldo en evidencias empíricas que abordan, por un lado, la dimensión social de la educación y la lógica de construcción y reproducción de las desigualdades en el SE, mientras que, por el otro, tratan la dimensión territorial de la educación echando luz sobre los factores físicos, funcionales e institucionales que se hallan en la base del sistema.

La construcción de diferencias sociales en el territorio donde actúa el SE no toma la forma de un proceso mecánico en el que la educación y su diferenciación es reflejo de las desigualdades, sino que

se implican de forma mutua. Como indica Agnès Van Zanten, existe entre los establecimientos que acogen públicos diferentes, desigualdades de acceso a los saberes que son todos importantes, pero más difíciles de aprehender que las generadas por la desigual distribución en el territorio de las filiales, las opciones y los medios materiales y humanos de enseñanza.

La diferenciación, sobre todo cuando ella se traduce en un refuerzo de las desigualdades, puede conducir a la exclusión y autoexclusión de ciertos grupos que se alejan mucho de las ventajas materiales, simbólicas, modelos y valores promovidos desde el(los) centro(s). Si la integración de las *periferias* se hace siempre a través de una relación de dominación, la supremacía de los intereses de los grupos más cercanos al centro puede contribuir al debilitamiento e, incluso, a la crisis de los lazos sociales y políticos al interior del sistema público y del Estado (Van Zanten, 2001).

Por otra parte, el dispositivo educativo refuerza los procesos de afirmación de las desigualdades sociales también en los espacios privilegiados de urbanización de la aglomeración asuncena. El proceso de urbanización se territorializa, asimismo, en función del SE, adquiriendo el carácter de un proceso de fragmentación social y segmentación espacial cuando las familias movilizan estrategias de *distanciamiento social* respecto a ciertos establecimientos educativos y de ciertas zonas de la ciudad que, en una lógica socioespacial, diferencia, jerarquiza y fragmenta el espacio urbano donde el dispositivo educativo responde según el volumen de capital del que dispone su público (Poupeau y François, 2008).

El papel del Estado, por lo tanto, es un factor de debate crucial. En términos de la política educativa, la oferta pública se caracteriza territorialmente por la dispersión e inequidad en términos de acceso a estándares mínimos de bienestar. El peso predominante que fue adquiriendo el mercado con la debilidad del Estado habilita las condiciones para las inequidades territoriales, como se puede constatar en el AMA. La dificultad del poder públi-

1 Se define como el conjunto de establecimientos escolares desplegado en el territorio. Incluye la infraestructura construida y los equipamientos físicos, así como los efectivos humanos del cuerpo docente y de la administración que los componen. Asimismo, entran en consideración criterios cualitativos, como: la eficacia del aprendizaje, el control, la disciplina y el prestigio, entre otros.

2 Se define como el espacio conurbado que comprende la capital paraguaya, Asunción, junto con los segmentos poblados de las ciudades adyacentes a ella, que en este caso incluye los municipios de M. Roque Alonso, Luque, Fernando de la Mora, San Lorenzo, Villa Elisa y Lambaré.

co en acompañar la rápida urbanización con una oferta suficiente y eficiente en servicios públicos, en general, y del educativo, en particular, deja a las características socioeconómicas de los hogares la gestión de su inserción en el territorio.

Resultado de este proceso, la relación entre los centros económico-sociales y la periferia se traduce en segregación. Por lo tanto, la desigualdad educativa —entendida como las brechas de escolaridad media entre las diferentes categorías sociales en el territorio metropolitano— se expresa en una disparidad espacial, donde el acceso y el desempeño están asociados a las condiciones de desplazamiento, utilización e interacción con la institución educativa en el territorio. Por ello, el etiquetaje escolar está en correlación con el socioespacial y da lugar a la *segregación escolar*, es decir, el uso fragmentado y la apropiación mutuamente excluyente del dispositivo educativo entre las clases sociales en la ciudad.

La gestión del territorio como un conjunto de relaciones, instituciones y representaciones requiere ser gobernado, es decir, clasificado, distribuido y administrado, de modo que la lógica del dispositivo educativo sea plausible del control. Esto es crucial, ya que el gobierno del territorio involucra formas abiertas o encubiertas de conflicto que no pueden desbordar ciertos márgenes de control. Sobre la base de un espacio urbano discontinuo y marcado por la desigualdad, esta *gubernamentalidad* se configura como el imperativo de gestionar a la población donde el control se ejerce sobre las instituciones y las subjetividades. Según Silvia Grinberg, de esto se trata, en el campo educativo, la *política de escolarización* (Grinberg, 2009).

En suma, el presente estudio da cuenta de manera panorámica de las bases socioespaciales de la desigualdad educativa en el AMA, apoyándose en la producción interdisciplinaria de conocimiento en torno a los procesos de urbanización acelerada en el marco de la globalización (Veltz, 2012), la agudización de las desigualdades y de los procesos segregativos (Davis, 2007), así como los cambios físicos y funcionales que mar-

can la configuración de los espacios urbanos contemporáneos (Mangin, 2004).

En términos metodológicos, se empleó un enfoque descriptivo basado en evidencias cuantitativas, las cuales, en su mayoría, implican información sociodemográfica. Otros aspectos, como los rasgos organizacionales o curriculares —diferenciados por tipos de gestión de establecimientos educativos (públicos y privados)—, así como información sobre eficiencia institucional (acceso, continuidad, deserción y egreso, entre otra), extenderían el trabajo y darían pie para otro tipo de comunicación. Sin embargo, se expone una caracterización general acerca de la estratificación social-educacional en Asunción y su área metropolitana, mostrando las tendencias de la desigualdad educativa en la zona. El recurso cartográfico fue crucial para exponer la concentración y desgranamiento de la matrícula según los niveles educativos, dando cuenta de tendencias socioespaciales de las debilidades de la política educativa en asegurar una cobertura y lograr el acceso integral.

Población escolar y geografía del dispositivo educativo en el Gran Asunción

La configuración territorial del SE en el área metropolitana asuncena se caracteriza por la magnitud en que el proceso escolar está articulado en tres factores centrales de convergencia entre sociedad y espacio: 1) una estructura social que establece las fronteras socioeconómicas de usos del sistema educativo; 2) una estructura de oferta y demanda educativa a nivel metropolitano, según la cual los tipos de gestión (público y privado) dan cuenta de criterios socioeconómicos de diferenciación social e institucionales de eficacia escolar; y 3) un espacio geográfico que *habilita* a los hogares un margen de movilidad desigual, en función de la estructura social y accesibilidad del dispositivo educativo. Estos rasgos sintetizan la lógica de funcionamiento del SE en el territorio de la principal metrópoli del país.

En este marco, más allá de la información tanto demográfica como socioeconómica del AMA, es necesario poner en perspectiva la evolución de la población en edad escolar y la oferta educativa que tiene a disposición en cuanto a volumen, distribución y adscripción; en primer lugar, se expone la de la población y luego se analiza la manera en que la segunda se ha adaptado y configurado ante los bruscos cambios demográficos, sociales y espaciales de la extensa y dinámica área metropolitana asuncena.

Durante las últimas décadas del siglo XX, la oferta educativa se ha debido adaptar a un proceso de intensa presión demográfica. Ante el crecimiento acelerado de la población del AMA, la instalación y expansión de los locales educativos ha sido una política eficaz en términos de cobertura espacial. Así, en la medida que fue creciendo la población y la mancha urbana de la aglomeración asuncena, los establecimientos educativos de niveles primario y secundario fueron multiplicándose y expandiéndose de manera notable, lo cual no implica, sin embargo, que el sistema educativo haya logrado incorporar de forma eficiente al total de la población en edad escolar.

En un proceso de estabilización sociodemográfica de esta, el *dispositivo educativo* ya no está obligado a alcanzar el crecimiento demográfico abriendo nuevos locales en todas partes; más bien, enfrentó nuevos desafíos, como los de la diferenciación social y la fragmentación espacial. En efecto, las instituciones educativas se convirtieron, de manera progresiva, en herramientas que han servido a las estrategias implícitas o explícitas de exclusión o segregación entre los diferentes sectores sociales.

La exploración de la información que concierne a la distribución espacial de los establecimientos educativos, como se expone a continuación, da cuenta de la adscripción de su gestión y su peso según el número de matriculados. Esta exposición permitirá entender que detrás de una densa cobertura espacial de escuelas y colegios, la oferta educativa, cuya geografía se caracteriza por

marcadas rugosidades, presenta una estructura compleja y tendencias trazables.

En consonancia con las grandes aglomeraciones de la región latinoamericana, el AMA experimentó una desaceleración en su ritmo de crecimiento demográfico, pero este fenómeno se manifestó de manera tardía en el principal espacio urbano paraguayo (Causarano, 2006). En efecto, en el marco de su proceso de transición demográfica, el país asistió, desde el inicio del siglo XXI, a una marcada disminución del número de hijos por mujer, lo que repercutió en el porcentaje y volumen de jóvenes en edad escolar (Investigación para el Desarrollo, 2016). Sin embargo, en Asunción y el departamento Central, la proporción de personas con 18 años de edad y menos mantuvo, aún, altos niveles: este segmento representó nada más y nada menos que 37.1% del total de la población. No obstante, esta importante franja etaria se halló también en pérdida de velocidad, ya que su peso relativo pasó de 44% en el 2000 a 37.1% en el 2016, experimentando una disminución de siete puntos porcentuales en solo 16 años. Además, la información de proyección de la población prevé un refuerzo de esta tendencia: para el 2025, la proporción no superará 33.7% del total de la población de Asunción y del departamento Central, en su conjunto.

Entre el 2000 y 2016, el AMA experimentó un marcado crecimiento de la población en edad escolar: pasó de 657 240 personas a 757 533. La tasa de crecimiento de este segmento de la población puede considerarse como moderada, ya que alcanzó 0.9% por año en el periodo en cuestión. Sin embargo, para el lapso 2016-2025 se prevé una desaceleración de su ritmo de crecimiento con solo 0.4% por año. Por otra parte, entre el 2000 y 2016, el municipio de Asunción ha experimentado una disminución notoria de su población en edad escolar y esta tendencia se acentuará hasta el 2025 (-0.4% por año entre el 2000 y 2016 contra -1.4% entre el 2016 y 2025) (ver cuadro 1). La gráfica 1 expone este proceso, constatándose que el número de habitantes menores de 18 años continuará disminuyendo en Asunción, mientras que aumentará levemente en el departamento Central.

Cuadro 1

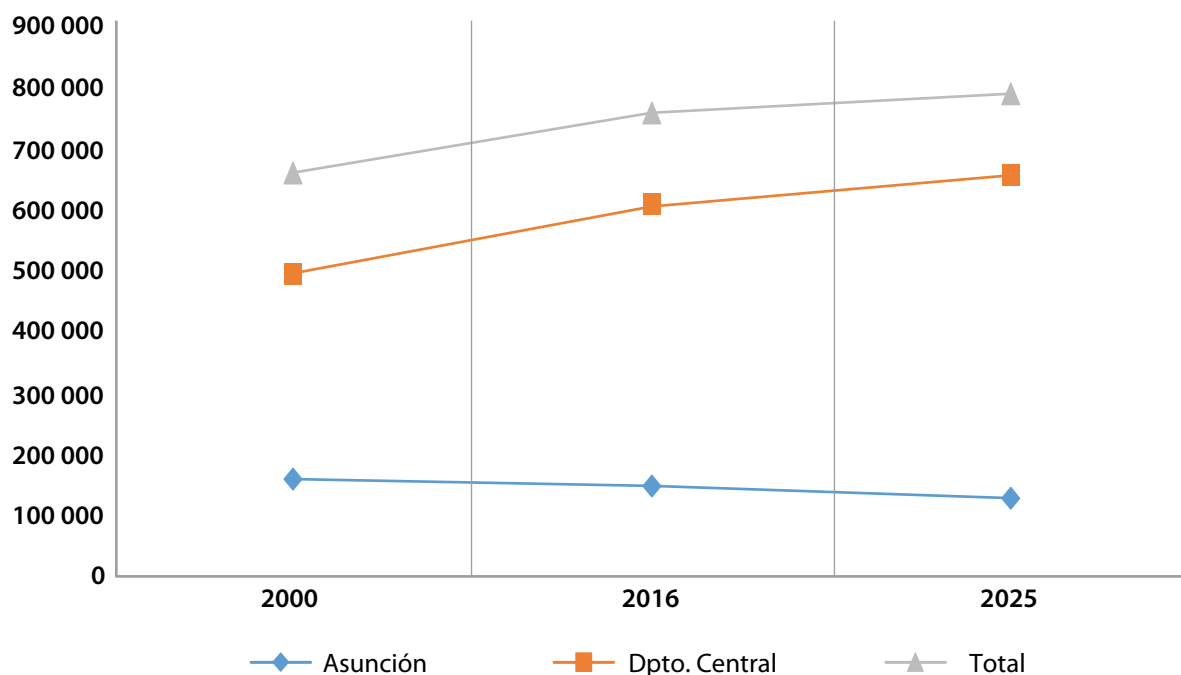
Evolución de la población en edad escolar, 2000-2025

	2000	2016	2025	Tasa de crecimiento relativo, 2000-2016	Tasa de crecimiento relativo, 2016-2025	Tasa de crecimiento anual, 2000-2016	Tasa de crecimiento anual, 2016-2025
Asunción	159 111	147 868	127 312	-7.1%	-13.9%	-0.4%	-1.4%
Dpto. Central	498 229	609 665	661 983	22.4%	8.6%	1.3%	0.9%
Total	657 340	757 533	789 295	15.2%	4.2%	0.9%	0.4%

Fuente: elaboración propia con base en datos de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). 2002, 2015 y 2025

Gráfica 1

Población en edad escolar en Asunción y departamento Central, 2000-2025



Fuente: elaboración propia con base en datos de la DGEEC. 2002, 2015 y 2025

En términos de las tasas brutas de escolarización (TBE) correspondientes al distrito de Asunción (cabecera de la aglomeración), al departamento Central y el país en general, solo se pudo contar con la desagregación de la información de las dos primeras unidades administrativas. Se tuvo en cuenta únicamente información corres-

pondiente al tercer ciclo de la educación escolar básica (EEB) y a la educación media (EM).

Se subraya que la TBE representa el porcentaje de estudiantes matriculados en un ciclo educativo dado en función del total de la población infantil y juvenil que puede cursar la educación escolar. Su

valor debería acercarse a 1; en este caso, una alta proporción de niños se hallaría inscrita en los niveles educativos. Sin embargo, un elevado índice de supraedad podría disimularse detrás de una TBE cercana al valor óptimo, ya que los niños de mayor edad que la estipulada de forma oficial también están contabilizados.

En el cuadro 2 se muestra que, en el distrito de Asunción, la tasa bruta de escolarización del tercer ciclo de la EEB y de la EM es superior a 1 (1.22), mientras que la misma es inferior a 1 en el departamento Central (0.73). Al respecto, es importante destacar que en ambos se supera la tasa del resto del país (0.65) y la nacional (0.71). Sin embargo, el contraste entre la capital y el departamento Central es notorio: mientras que en Asunción la TBE es superior a 1, se halla por debajo de dicho valor en el departamento adyacente. Sin duda, el segundo de ambos casos es crítico, pues estaría indicando que el número de niños matriculados es inferior al que se esperaría.

Por su parte, el primer caso suscita otras interrogantes: el número de niños matriculados es superior al de infantes en edad de escolarización en dichos ciclos educativos (tercero de la EEB y EM). Si bien esta situación podría explicarse por las altas tasas de supraedad, este no es el factor de explicación más plausible. En efecto, en un entorno como el de una aglomeración centralizada, donde Asunción desempeña un fuerte poder de atrac-

ción, los flujos de desplazamiento para acudir a los establecimientos educativos de la capital tienen un impacto significativo en la tasa bruta de escolarización del municipio asunceno.

De este modo, el análisis de la TBE aporta precisiones de primer orden respecto al papel que desempeña el distrito de Asunción en el funcionamiento del dispositivo educativo en la aglomeración. Asimismo, una tasa más elevada en el municipio de Asunción (1.22) que en el departamento Central (0.75) permite suponer que el primero jugaría un fuerte papel de atracción y de concentración. De inmediato, dos hipótesis pueden formularse y serían complementarias: a) el desempeño del SE es eficaz en la capital y b) la oferta educativa de la capital irradia y ejerce un poder de atracción dentro del extenso espacio urbano de la aglomeración.

Si bien podría asumirse la hipótesis según la cual el distrito de Asunción estaría captando un contingente importante de estudiantes provenientes del departamento Central, esto deberá verificarse con rigor. Al respecto, el análisis de las TBE del 2002 aporta elementos complementarios de comprensión. En efecto, si se comparan las tasas brutas de escolarización entre el 2002 y 2013 se observa que estas disminuyeron en el municipio de Asunción y aumentaron en el departamento Central, así como en el resto del país (ver cuadro 3). Es posible afirmar que el peso y la atracción de la ciudad de Asunción en las matrículas estarían siendo cuestionados;

Cuadro 2

Tasa bruta de escolarización por lugar de residencia en el AMA, 2013

	Matriculados en EEB (3.º ciclo)	Matriculados en EM	Matriculados en EEB (3.º ciclo) y EM	Población de 12 a 17 años de edad	Tasa bruta de escolarización en secundaria (EEB 3.º ciclo y EM)
Asunción y dpto. Central	119 876	111 060	230 936	274 160	0.84
Asunción	30 117	34 982	65 099	53 338	1.22
Departamento Central	89 759	76 078	165 837	220 822	0.75
Resto del país	202 450	150 334	352 784	540 418	0.65
Total del país	320 825	258 524	579 349	814 578	0.71

Fuente: elaboración propia con base en datos de la DGEEC. 2013.

Tasa bruta de escolarización por área geográfica en Gran Asunción, 2002 y 2013

	Tasa bruta de escolarización en secundaria (EEB 3.º ciclo y EM), 2002	Tasa bruta de escolarización en secundaria (EEB 3.º ciclo y EM), 2013
Asunción y dpto. Central	0.78	0.84
Asunción	1.26	1.22
Departamento Central	0.62	0.75
Resto del país	0.56	0.65
Total del país	0.63	0.71

Fuente: elaboración propia con base en datos de la DGEEC. 2002 y 2013

dicho de otro modo, los municipios del departamento Central estarían desempeñando un nuevo papel en lo que concierne al dispositivo educativo, fortaleciendo su oferta y generando atracción de matrícula.

La evolución del número y de la distribución de matriculados en el AMA aporta insumos suplementarios de análisis. Como punto de partida, en el 2013, el número de inscritos en el área de estudio (Asunción y departamento Central) ascendía a 530 277 estudiantes en los niveles de educación inicial, EEB y EM. El número alcanzó los 526 102 en el 2002, lo cual señala que, durante el periodo en cuestión (2002-2013), la cifra aumentó solo en 4 172 alumnos, expresando un estancamiento en la evolución de la matrícula en los establecimientos educativos de Asunción y del departamento Central.

La distribución del acceso según la estructura social da cuenta de los niveles diferentes de oportunidades educativas disponibles en la zona de interés. Como se ve en la gráfica 2, las disparidades de años de estudio entre las categorías sociales en Asunción dan cuenta, por una parte, de la marcada brecha entre las clases sociales superiores y las desfavorecidas, pero expresa, también, que los sectores con mayor poder adquisitivo disponen de fuertes ventajas de escolaridad. Los cuadros directivos del Estado y de las empresas aumentaron sus años de escolaridad media en la segunda parte del periodo 1997-2016, de la misma manera que los profesionales, científicos e intelectuales se mantuvieron en los niveles más elevados de escolaridad.

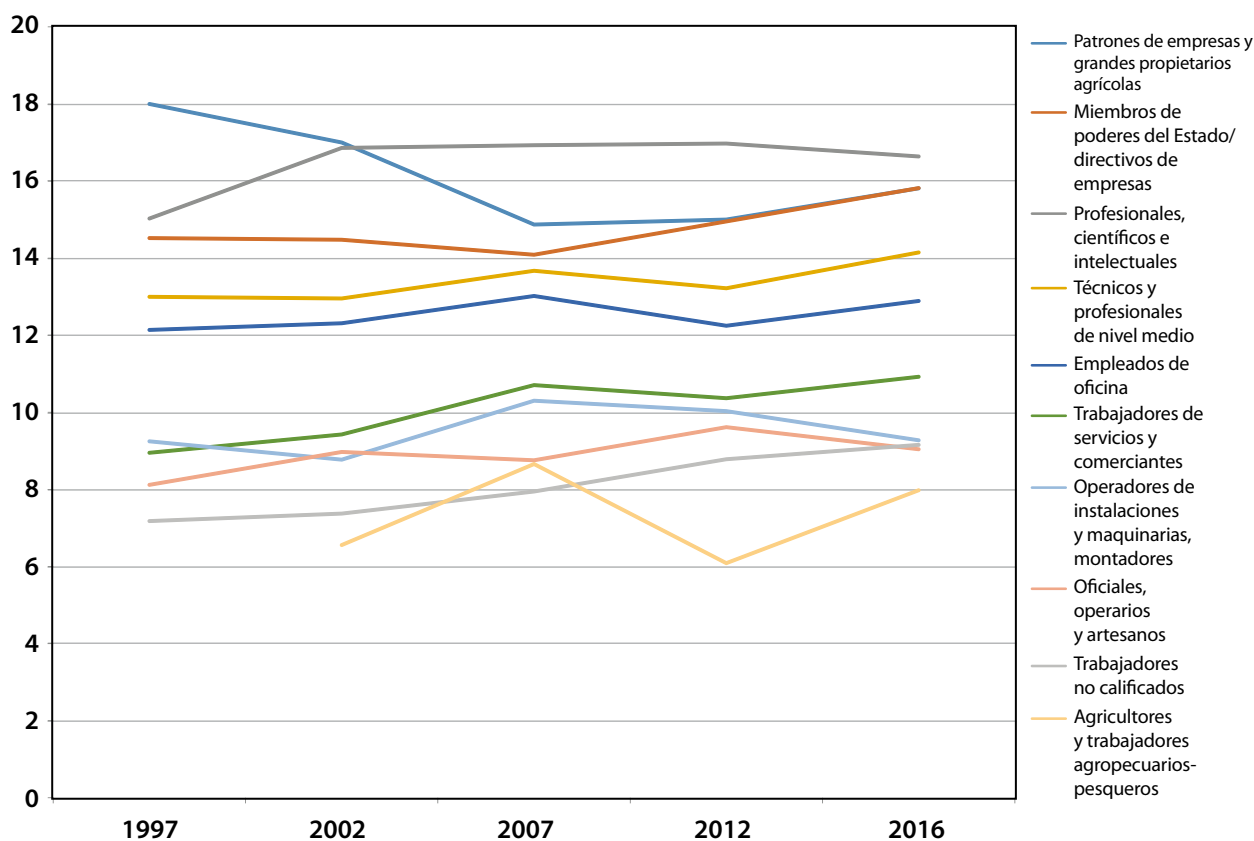
Las categorías que forman las clases medias aumentaron su escolaridad en el periodo en cuestión: los técnicos y profesionales de nivel medio pasaron de 13 a 14 años de estudio, mientras que los empleados de oficina elevaron de 12 a 13; asimismo, los trabajadores de servicios y comerciantes aumentaron de 9 a 11 y los operadores de instalaciones y maquinarias conservaron la media de 10 años.

Las categorías de las clases desfavorecidas tuvieron comportamientos diferenciados de su escolaridad en Asunción, en el periodo 1997-2016, aunque todos hubieran aumentado: los oficiales, operarios y artesanos, de 8 a 9 años de estudio, en contraste con los trabajadores no calificados que pasaron de 7 a 9, mientras que los agricultores, trabajadores agrícolas y pesqueros aumentaron levemente de 7 a 8, manteniéndose la categoría social con más baja escolaridad entre todas.

La escolaridad de las categorías sociales en el departamento Central (ver gráfica 3) se caracteriza, en primer lugar y de modo similar a Asunción, por la invariación de los años de estudio entre los patrones de empresas y propietarios agrícolas en el periodo 1997-2016, aunque con ciclos variables: descenso en un primer momento, aumento en un segundo y estancamiento al final. En segundo lugar, los cuadros directivos del Estado y de las empresas aumentaron de manera sostenida en el periodo y, en tercer lugar, los profesionales, científicos e intelectuales elevaron sus años de estudio de forma ininterrumpida, siendo la categoría social con mayor nivel de escolaridad.

Gráfica 2

Años de estudio según las categorías socio-ocupacionales en Asunción



Fuente: elaboración propia a partir de DGEEC. Encuestas de hogares, ediciones 1997-2016.

Entre las categorías de las clases medias, los técnicos y profesionales de nivel medio atravesaron una caída inicial de sus años de estudio en la primera parte del periodo, aunque luego aumentaron sostenidamente para sobresalir, incluso, sobre los altos directivos del Estado y de las empresas, mientras que los empleados de oficina no tuvieron variaciones en su tendencia al incremento en el lapso analizado. Por su parte, los trabajadores de servicios y comerciantes, de menos escolaridad que las anteriores, aumentaron sus años de estudio del mismo modo que los operadores de instalaciones y maquinarias.

Finalmente, ninguna de las categorías sociales desfavorecidas experimentó tendencias de escolarización variantes —como fue el caso en Asunción—, aunque sí se verifica un estancamien-

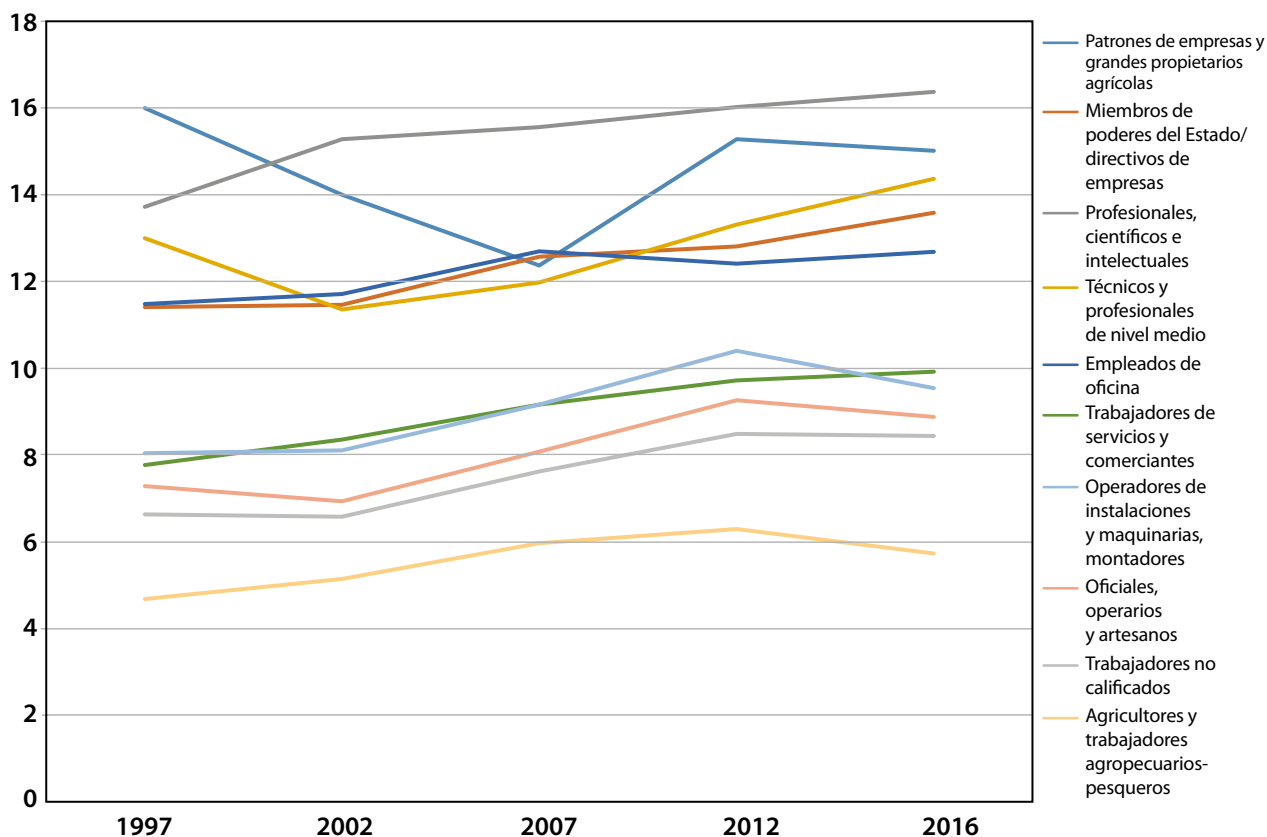
to en la segunda mitad del periodo, dando cuenta de las condiciones sociales menos favorables para sostener a su población en edad escolar en el sistema educativo.

El rasgo característico en el departamento Central es la diferencia marcada de años de estudio entre las clases sociales (dominantes y medias, por un lado, en oposición a las desfavorecidas, por el otro), mientras que, en Asunción, las brechas menos acentuadas expresan un proceso de desigualdad educativa relativamente menor.

De modo complementario, es importante indagar acerca de la manera en la que ha evolucionado el número de matriculados en cada uno de los distritos del área de estudio, de tal modo que permita identificar patrones espaciales en el crecimiento de

Gráfica 3

Años de estudio según las categorías socio-ocupacionales en el departamento Central



Fuente: elaboración propia a partir de DGEEC. Encuestas de hogares. Ediciones 1997-2016

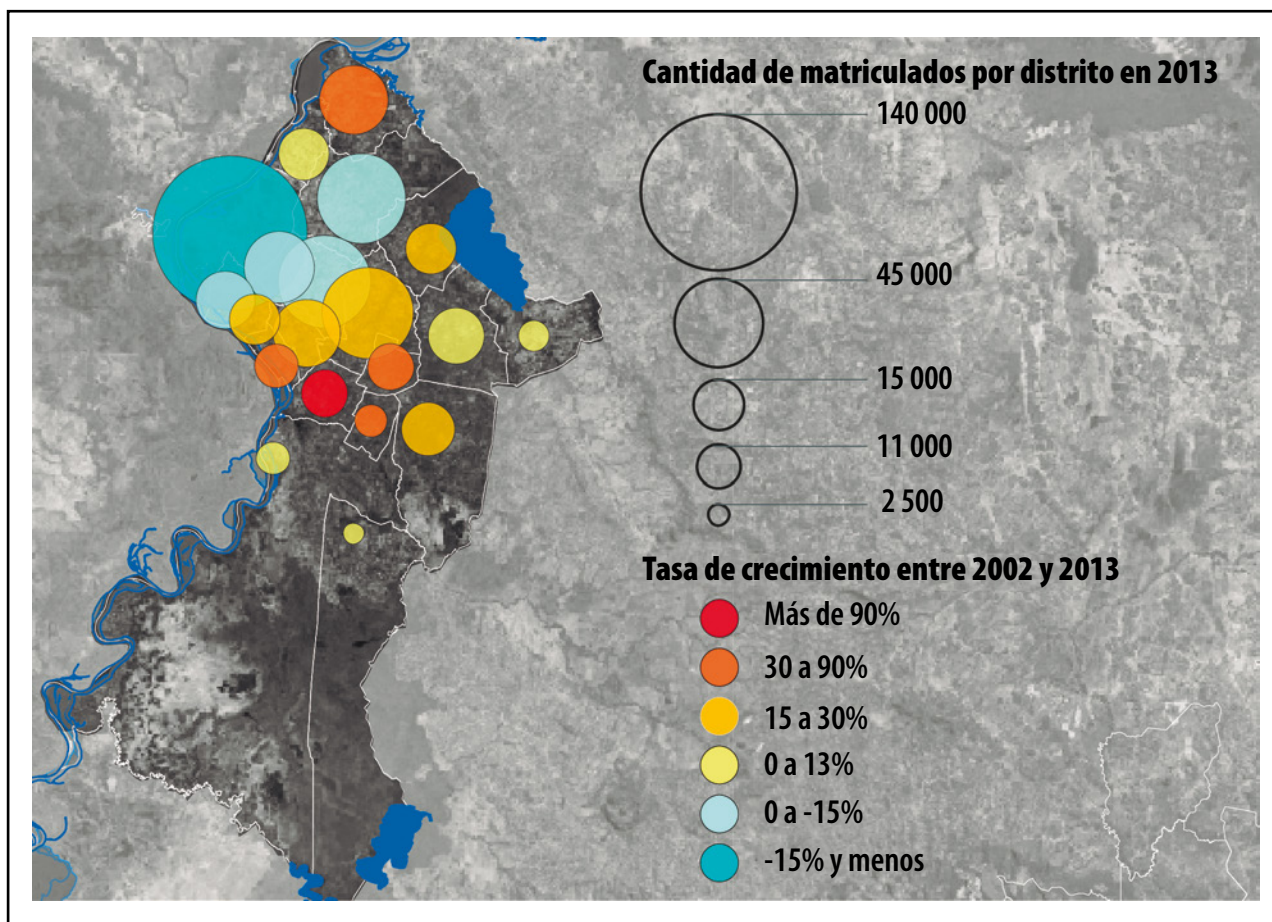
la población escolarizada. En el mapa 1 se presenta la evolución absoluta y relativa de la matrícula en Asunción y en los 19 distritos del departamento Central. Los primeros análisis atestiguan un estancamiento del número de estudiantes, marcado en particular en los primeros ciclos educativos (educación inicial y EEB) y en el corazón de la aglomeración, es decir, en Asunción y sus distritos aledaños.

En efecto, se constata que la evolución del número de matriculados entre el 2002 y 2013 fue variable según los distritos. Mientras que el municipio de Asunción asistió a una disminución en particular acentuada del número de inscritos, una mayoría de distritos del primer anillo de la aglomeración (Lambaré, Fernando de la Mora, San Lorenzo y Luque) siguieron una tendencia similar, pero menos marcada. El distrito M. Roque Alonso es el

único que escapó de esta regla, ya que tuvo un aumento del número de matriculados (4.9% entre el 2002 y 2013). Sin embargo, la evolución de la matrícula en los distritos del segundo anillo del AMA es llamativa; si bien su ritmo de crecimiento fue menor que el de los del tercer anillo, se constata que el número absoluto de matriculados aumentó con mayor vigor en distritos como San Antonio, Limpio, Ñemby, Capiatá o Aregua. En cuanto a los del tercer anillo, estos presentaron un ritmo de crecimiento mayor (como es el caso de Limpio, Ypane, Guarambare y J. Augusto Saldívar), aunque el número de matriculados no aumentó de forma significativa en términos absolutos. Se constata que los distritos del tercer anillo contaron con un número de matriculados que estuvo por debajo de la media del departamento Central (aproximadamente 20 mil por distrito).

Mapa 1

Evolución del número total de matriculados, 2002-2013

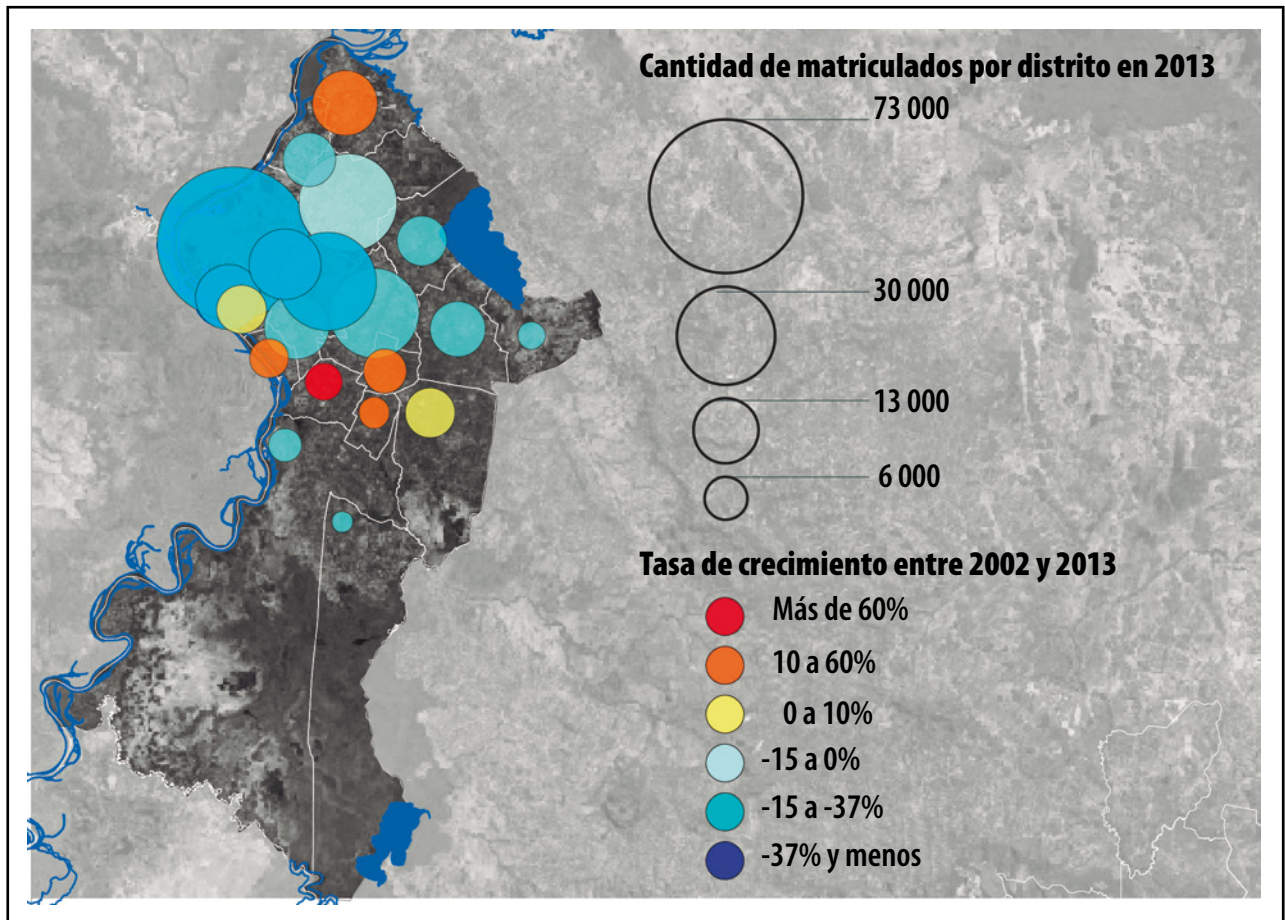


Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). 2002 y 2013.

A continuación, se propone un análisis similar, pero con un nivel de precisión mayor a través de la desagregación del número de matriculados en función de los diferentes ciclos educativos, a saber, la EEB y la EM. Se optó por distinguir la educación escolar básica en dos componentes: el primer y segundo ciclos por un lado y el tercero por el otro, ya que este constituye uno intermedio entre la educación primaria y la educación secundaria en Paraguay. El mapa 2 muestra el número de matriculados en educación inicial y su evolución entre el 2002 y 2013. La cantidad de inscriptos en educación inicial disminuyó en varios municipios del primer anillo de la aglomeración (Luque, Fernando de la Mora, San Lorenzo), mientras que aumentó tanto en Asunción como en los demás distritos del segundo y tercer anillos.

Respecto al primer y segundo ciclos de la EEB, se observa que los matriculados pasaron de 279 438 en el 2002 a 249 951 en el 2013; o sea, se asistió a una marcada disminución de 29 487 estudiantes en el lapso de 11 años. Además, de todos los ciclos educativos analizados, este es el que experimentó la caída más marcada de matrícula absoluta. En el mapa 2 se observa que, entre el 2002 y 2013, de los 20 distritos del área bajo estudio, 12 asistieron a una disminución del número de matriculados. Esta tendencia fue más pronunciada en los distritos de Asunción y en el primer anillo de la aglomeración (Lambaré, Fernando de la Mora, San Lorenzo, M. Roque Alonso y Luque). Solo algunos distritos periféricos, pertenecientes al segundo y tercer anillos del extenso espacio conurbado, tuvieron un leve aumento en el ciclo educativo en cuestión (Limpio, Ita, San Antonio, Ypane,

Evolución del número de matriculados en 1.º y 2.º ciclos de la EEB, 2002-2013



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2002 y 2013.

Guarambare y J. Augusto Saldívar). Es de esperar que en los próximos años esta tendencia se expanda hacia los ciclos superiores, es decir, el tercero de la EEB y la EM.

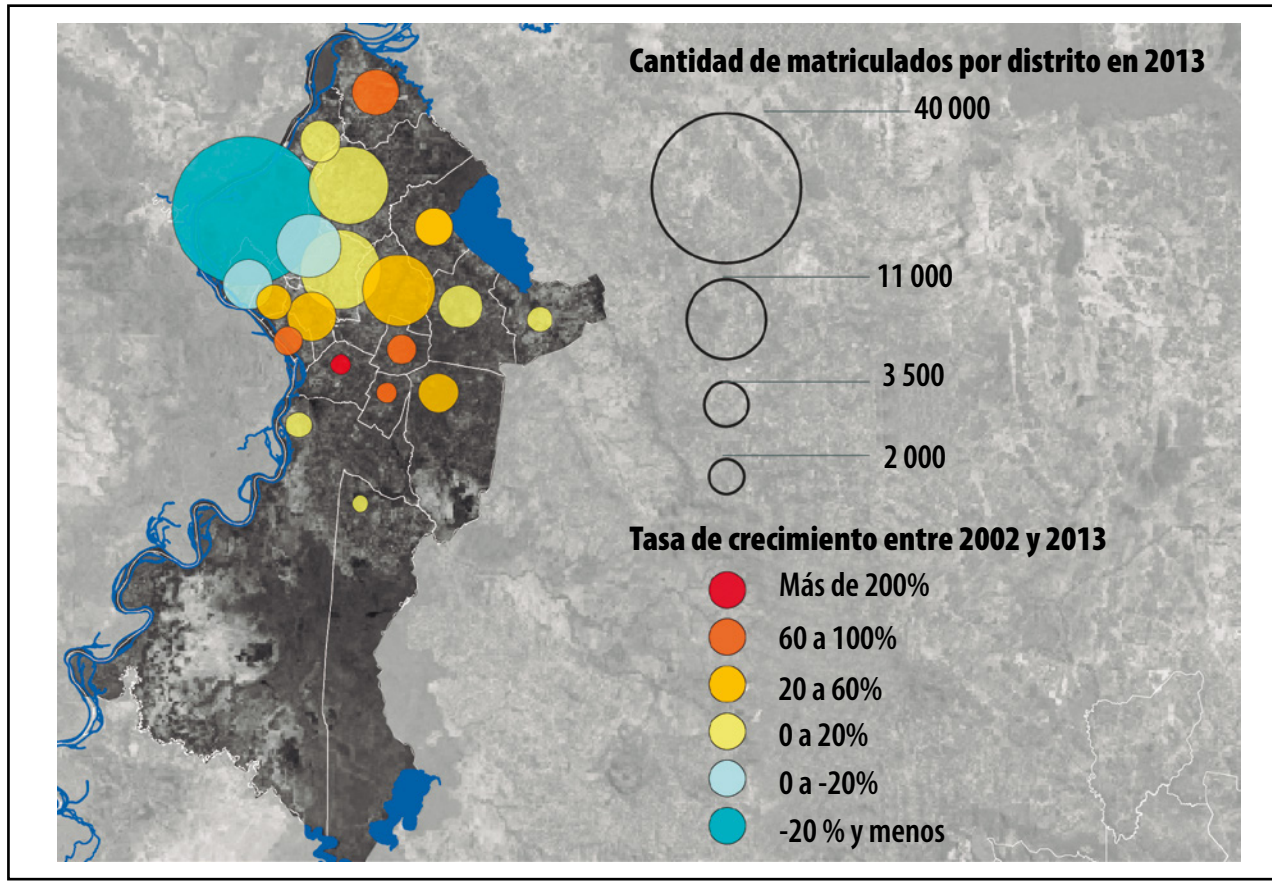
Por su parte, el número de matriculados en el tercer ciclo de la EEB pasó de 111 204 a 118 375 entre el 2002 y 2013, lo que supuso un leve aumento de 7 171 en el periodo considerado. El mapa 3 muestra, de igual manera que los anteriores, que la evolución fue variable según los distritos: si bien solo tres disminuyeron en número de matriculados (Asunción, Lambaré y Fernando de la Mora), los demás asistieron a un aumento de su número de estudiantes en el tercer ciclo de la EEB. Los distritos del primer y segundo anillos (M. Roque Alonso, Limpio, Luque, San Lorenzo, Capiata, Villa Elisa, Ñemby) experimentaron un incre-

mento en el número de estudiantes inscritos en el tercer ciclo de la EEB; por su parte, los distritos del tercer anillo, en particular los del sur de la aglomeración (Ypane, Guarambare y J. Augusto Saldívar), presentaron la tasa de crecimiento más elevada.

Al analizar la evolución del número de matriculados en la EM (ver mapa 4), se constata una característica notoria: la diferencia en el tamaño de la matrícula fue más marcada entre Asunción y el resto de los distritos, en particular los del primer anillo. Por otra parte, la EM fue la que tuvo el aumento más marcado entre el 2002 y 2013: pasó de 77 754 alumnos a 108 190. La ciudad de Asunción, empero, fue la única en experimentar una leve caída de sus efectivos. Una vez más, son los distritos del sur del tercer anillo de la aglomeración los que experimentaron con

Mapa 3

Evolución del número de matriculados en el 3.º ciclo de la EEB, 2002-2013



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2002 y 2013.

mayor ritmo el aumento del número de estudiantes (Ypane, Guarambare, J. Augusto Saldívar), aun cuando el crecimiento fuera inferior al de los distritos próximos a Asunción. Al respecto, se verifica un sostenido aumento absoluto y relativo del número de matriculados en los distritos de Limpio y Ñemby, ambos en el segundo anillo de la aglomeración.

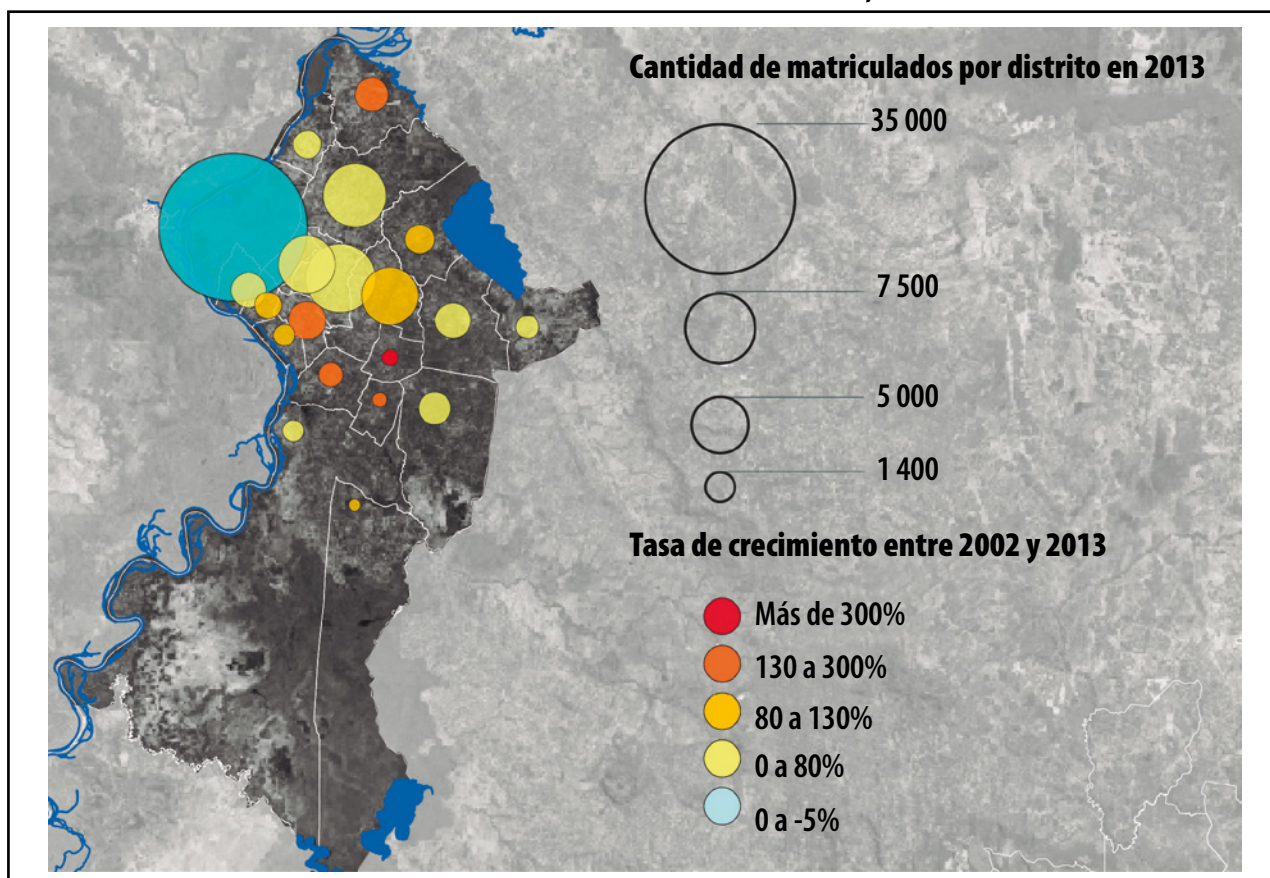
Características socioespaciales de la distribución de los establecimientos educativos

La débil densidad con la que se expandió históricamente la mancha urbana del AMA no ha dejado de generar problemas de gestión y provisión de servicios públicos (redes de distribución de agua potable, eléctricas y viales; alcantarillado sanitario; transportes colectivos; así como dispositivos

de educación o de sanidad; entre otros). La instalación de establecimientos educativos no solo tuvo que hacer frente a la velocidad de expansión de la aglomeración asuncena, sino también a las intensas tasas de crecimiento de la población joven y en edad escolar que eran propias de las últimas décadas del siglo XX (Investigación para el Desarrollo, 2016). Como ya se refirió, la aparición de una modalidad singular de gestión de los establecimientos educativos —comúnmente llamada *privada subvencionada*— permitió apoyarse en la iniciativa privada para expandir de forma amplia la oferta educativa.

A partir de información de los censos nacionales de población y vivienda de 1982, 1992 y 2002, se colige que la evolución del número de locales educativos durante las dos últimas décadas del siglo XX ha sido mucho más intensa en Asunción y el departamen-

Evolución del número de matriculados en la EM, 2002-2013



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2002 y 2013.

to Central que en todo el país (ver cuadro 4). En este sentido, la aglomeración asuncena se ha constituido de manera histórica en el espacio urbano por excelencia en todo el territorio nacional donde los establecimientos educativos pudieron evolucionar con una base más favorable. Es allí, también, donde pudieron afirmarse de forma sólida como instituciones sociales. Sobre este punto, es sabido que, en los países en proceso de urbanización, las ciudades son los espacios más propicios para el desarrollo de las instituciones educativas que son, en su inicio, fundamentalmente urbanas.

Asimismo, en Asunción y el departamento Central, el número de locales educativos aumentó cerca del triple en el lapso de 20 años, pasando de 622 en 1982 a 1 966 en el 2002. Esta información se coteja con las fuentes actualizadas disponibles a través de los registros administrativos del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) del 2013. En este caso, se considera la información sobre establecimientos educativos que el Sistema de Información Estadística Continua (SIEC) define como "... construcciones que existen dentro de un predio (terreno) que se emplea para la enseñanza,

Cuadro 4

Aumento de locales y de establecimientos escolares, 2002-2013

	1982	1992	2002	2013 (*)	1982-1992	1992-2002	2002-2013
Asunción-Dpto. Central	622	999	1 966	2 549	60.6%	96.8%	29.7%
Total del país	4 245	5 821	9 899	12 405	37.1%	70.1%	25.3%

* Registro administrativo, MEC, 2013.

Fuente: DGEEC. Censo Nacional de Población y Vivienda. Ediciones 1982, 1992, 2002.

donde puede funcionar una o más instituciones educativas con sus respectivos niveles y/o modalidades de educación...". La información en cuestión indica que en el 2013 había 2 549 establecimientos educativos en Asunción y el departamento Central. Aunque las fuentes de información censal y de los registros administrativos no sean estrictamente comparables, es posible constatar un proceso de desaceleración del ritmo de crecimiento del número de locales educativos, tendencia que se verifica también a nivel nacional. En efecto, entre el 2002 y 2013, su cantidad aumentó 29% en Asunción y el departamento Central, contra 25% a nivel nacional.

En primera instancia, conviene aclarar que de los 2 025 establecimientos educativos presentes en el municipio de Asunción y en el departamento Central en el 2013, la mayoría se hallaba en el distrito capitalino y sus adyacencias. Su distribución coincidía con el peso demográfico de los distritos, y parece establecerse una suerte de asociación lineal: cuanto más poblados son los municipios, mayor número de establecimientos se habilitan. Así es como el de Asunción dispone del mayor número de escuelas y colegios (673), seguido por los distritos de Luque (191), San Lorenzo (178), Capiatá (133) y Fernando de la Mora (101) que se ubican, en su mayoría, en el primer y segundo anillos del espacio conurbado asunceno. Como sea, de los 20 municipios del área de análisis,³ solo seis de ellos (Asunción y sus cinco distritos aledaños, es decir, M. Roque Alonso, Luque, Fernando de la Mora, Villa Elisa y Lambaré) concentraban 1 165 establecimientos educativos, o sea, 57.5 por ciento.

Por otra parte, si se analiza la proporción de establecimientos de gestión privada en cada uno de los municipios de Gran Asunción, se constata que la mayor proporción de este tipo de establecimientos se situaba en Asunción y en sus distritos adyacentes. Asimismo, mientras que Asunción y Fernando

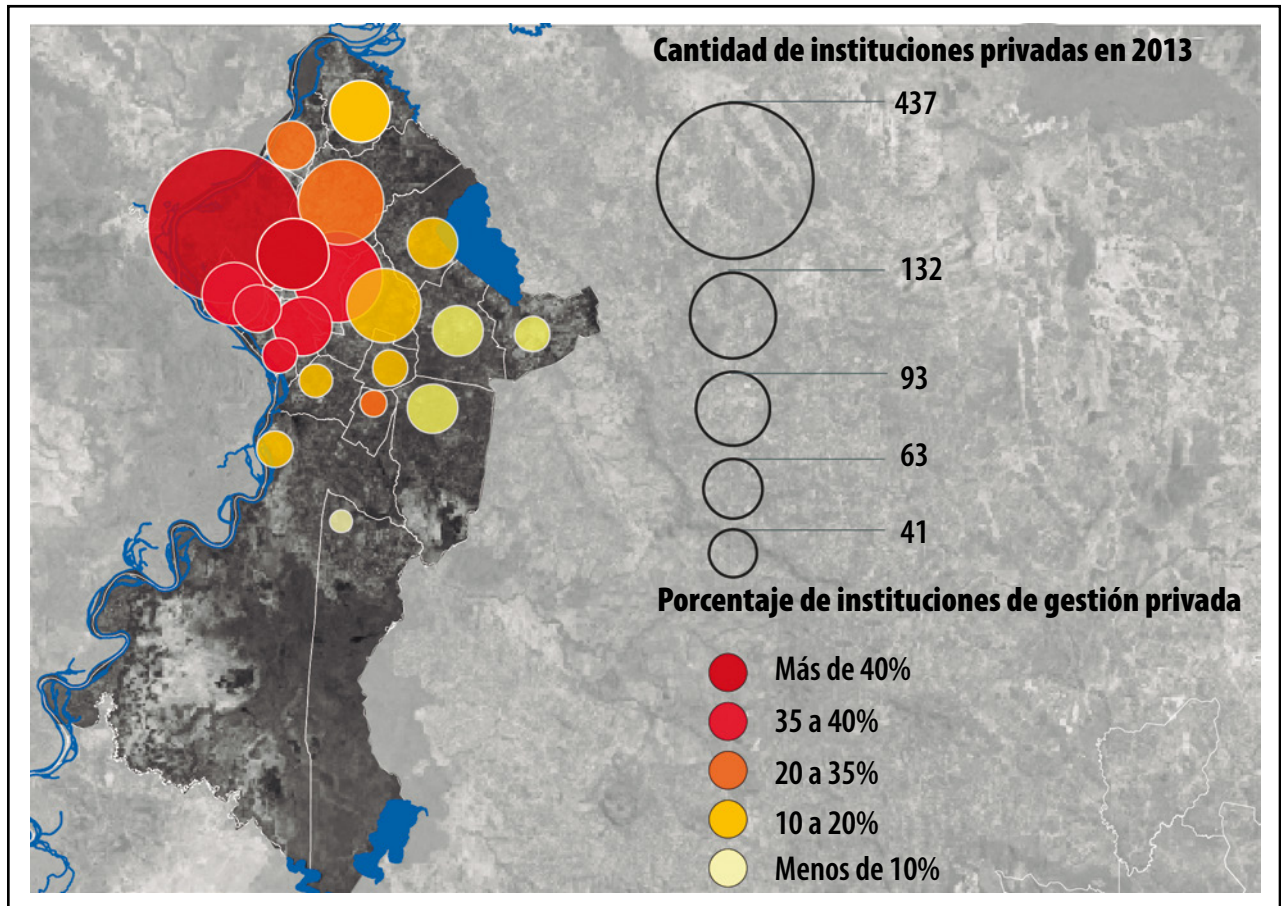
de la Mora tenían más de 40% de establecimientos de gestión privada, los distritos próximos a la capital (San Lorenzo, Lambaré, Villa Elisa, Ñemby y San Antonio) contaban con entre 35 y 40% de ellos. A pesar de colindar con Asunción, los distritos de Luque y de M. Roque Alonso son los únicos que tenían una proporción menor de establecimientos privados (entre 20 y 35%). El resto de los distritos del departamento Central contaba con menos de 20% de escuelas y colegios de gestión privada; en otras palabras, cuanto más alejados del primer anillo de la aglomeración asuncena, los distritos cuentan con menor proporción de establecimientos de gestión privada.

Además, es marcado el aumento de protagonismo de los establecimientos de gestión privada en el AMA. Esta oferta creciente apunta a responder a la demanda de una clase media en crecimiento y exigente socialmente que, como indican Van Zanten (2001), así como Poupeu y François (2008), implementa mecanismos de diferenciación social en los cuales las estrategias educativas cumplen un papel clave. De manera complementaria, se activa un proceso de descalificación social (Paugam, 1991) respecto a numerosos establecimientos que pierden su reputación y reconocimiento. Es innegable que el dispositivo educativo evoluciona en simbiosis con la sociedad urbana, que le asigna representaciones y valoraciones.

El proceso de privatización del dispositivo educativo es verificable por la comparación de la proporción de matriculados entre los diferentes tipos de gestión de los establecimientos del AMA, entre el 2002 y 2013 (ver cuadro 5). Al respecto, el cuadro 6 muestra que la proporción de inscritos en los establecimientos de gestión privada se incrementó de manera notoria entre el 2002 y 2014, aumentando en 4.5 puntos porcentuales. Mientras tanto, en el mismo periodo, la proporción en el sector público o privado subvencionado disminuyó 2.1 y 2.9 puntos porcentuales, respectivamente. Además, los establecimientos de gestión privada subvencionada son los únicos en haber soportado una caída del número de efectivos: pasaron de 28 509 en el 2002 a 27 767 en el 2014.

³ Debido a que la información de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) no está desagregada a nivel municipal en el departamento Central, se considera la información socioeconómica proveída por dicha fuente de información como un *proxy* del área metropolitana de Asunción. Asimismo, de la información del SIEC para los municipios aledaños a Asunción, la misma es tomada en la totalidad para cada municipio, sin discriminación de los segmentos conurbados adyacentes a la capital.

Número de establecimientos educativos por distrito y proporción de establecimientos bajo gestión privada



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2002 y 2013.

Cuadro 5

Proceso de privatización del dispositivo educativo en el AMA

Periodo histórico	Establecimientos públicos	Establecimientos privados
Antes de 1990	<p>Los establecimientos públicos eran ampliamente predominantes.</p> <p>Disponían de mayor mixtura social.</p> <p>Disponían de mejor imagen y reputación.</p> <p>Instalación antigua en los centros urbanos y en las vías de comunicación; posterior expansión en los espacios intersticiales marginados.</p>	<p>Los establecimientos privados no eran numerosos.</p> <p>Respondían a la demanda muy exclusiva por parte de las clases sociales más acomodadas.</p> <p>Se concentraban en esencia en el distrito de Asunción.</p>
A partir de 1990	<p>Imagen desvalorizada.</p> <p>Proceso de expansión detenida.</p>	<p>Expansión considerable de los establecimientos privados.</p> <p>Estos se ubican en los espacios más atractivos, en particular en los ejes dinámicos de comunicación.</p> <p>Captación de las clases medias emergentes.</p>

Fuente: elaboración propia, 2017.

Disponiendo de sus coordenadas geográficas, fue posible referenciar los diferentes establecimientos del área de estudio, analizando la distribución espacial según varios indicadores: tipo de gestión (pública, privada o privada subvencionada), nivel educativo y entorno (distancia de la capital, de las vías terrestres o de los núcleos urbanos históricos).

En términos de la distribución de los establecimientos educativos en función de su tipo de gestión, se confirma una concentración de la oferta privada en el municipio de Asunción y en algunos de los distritos del primer anillo de la aglomeración (Fernando de la Mora, Lambaré y Villa Elisa). Además de una mayor presencia en dichos distritos, las entidades privadas se distribuían de manera equilibrada en el perímetro de los mismos. Como se constata en el mapa 6, en los distritos de Asunción, Fernando de la Mora, Lambaré o Villa Elisa, los puntos de color rojo son numerosos y se hallan diseminados de manera homogénea.

Cuanto más distantes de los distritos referidos arriba, la oferta educativa privada pierde fuerza y se concentra casi de manera exclusiva en los núcleos urbanos históricos y alrededor de las principales arterias de comunicación. De este modo, es posible identificar una configuración basada en lo que Ascher denomina *axialidades*, es decir, espacios social y funcionalmente dominantes atravesados por vías o arterias de fuerte influencia de comunicación (Ascher, 2009). En el mapa 6, esta realidad se materializa a través de la concentración de puntos rojos alrededor de dichos ejes viales de comunicación y en los núcleos urbanos históricos de los distritos pe-

riféricos. Esto es en particular visible en los distritos de Luque, M. Roque Alonso, San Lorenzo, Capiatá, Ñemby y Limpio, que corresponden con exactitud a aquellos municipios donde la población escolarizada es numerosa, pero cuyo crecimiento está relativamente estancado.

En contrapartida, se observa que los establecimientos de gestión pública y privada subvencionada se distribuyen de manera más equilibrada y homogénea en toda la aglomeración asuncena, cubriendo tanto los ejes de comunicación atractivos como los *espacios intersticiales*, es decir, las zonas pobladas alejadas de los principales medios viales y de los centros urbanos. En el mapa 6, esta tendencia es perceptible por el carácter homogéneo y equilibrado de la distribución de los puntos de color naranja y amarillo. En los espacios intersticiales, que corresponden a menudo a los barrios donde se concentran las familias de clases desfavorecidas, la cobertura de la oferta educativa es asegurada por los establecimientos de gestión pública o de privada subvencionada. Esto es visible en los municipios de Luque, Capiatá, Limpio, Itaugua e Ita, entre otros.

Considerando el peso de las matriculaciones según el nivel educativo, la representación cartográfica expone círculos proporcionales de la distribución de los estudiantes en cada uno de los establecimientos educativos del AMA. La información de cada uno de los mapas, puesta en perspectiva, es estrictamente comparable. El mapa 7 representa los matriculados del primer y segundo ciclos de la EEB, mientras que el 8 muestra los alumnos en el tercer ciclo del mismo nivel y en el 9 se ven los de la EM.

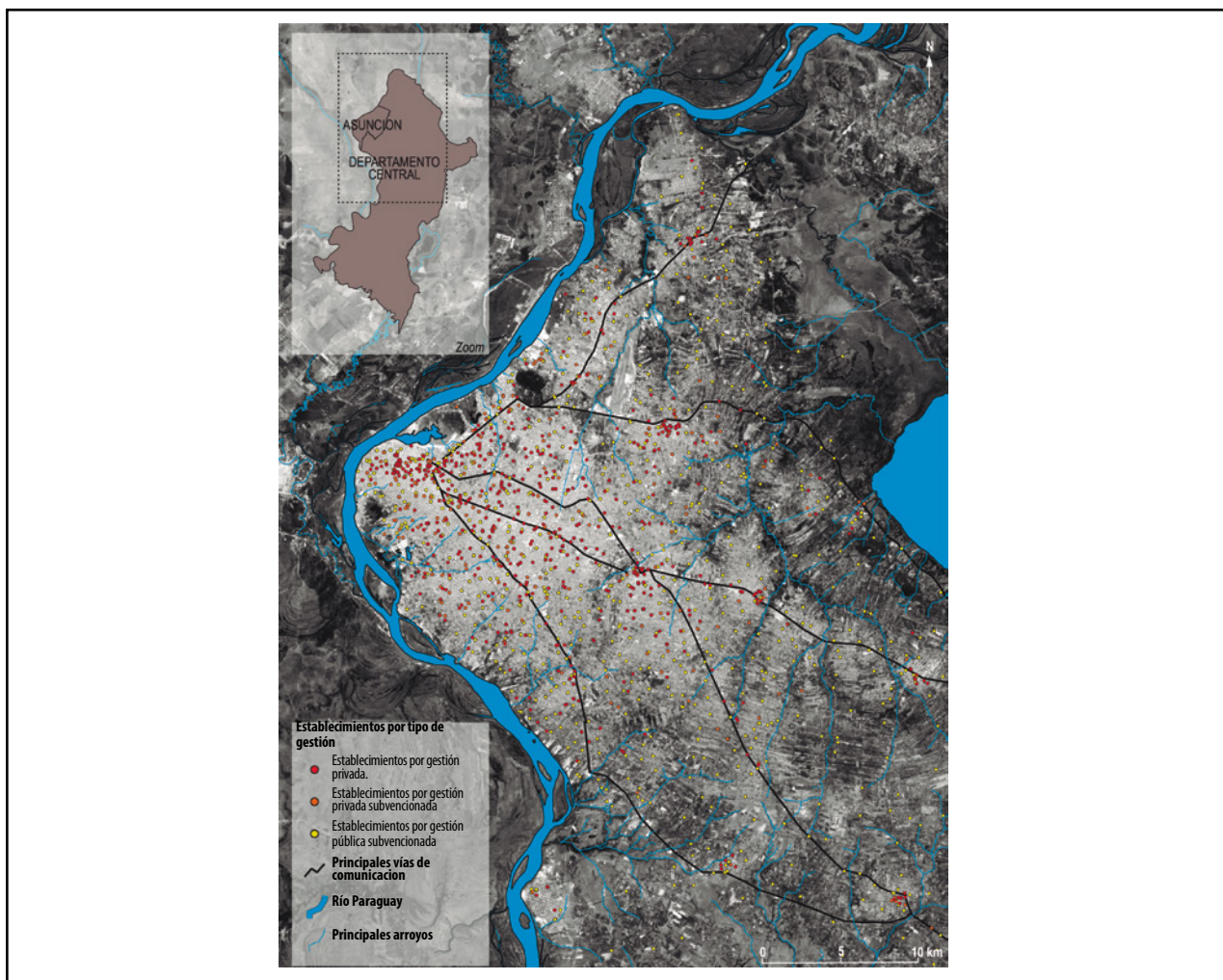
Cuadro 6

Evolución del número de matriculados por tipo de gestión de establecimientos educativos, 2002-2014

	Número de matriculados en el 2002	Número de matriculados en el 2014	Proporción de matriculados en el 2002	Proporción de matriculados en el 2014
Gestión pública	131 211	153 221	69.40%	67.60%
Gestión privada	29 338	45 577	15.50%	20.10%
Gestión privada subvencionada	28 509	27 767	15.10%	12.20%
Total	188 958	226 565	100.00%	100.00%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de registros administrativos del MEC. 2002 y 2014.

Distribución de los establecimientos educativos según el tipo de gestión



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2013.

Los diferentes círculos en el mapa 7 cuentan con un tamaño relativamente comparable, lo que se traduce en un cierto nivel de homogeneidad y de equilibrio en la distribución espacial de los matriculados en el primer y segundo ciclos de la EEB. Sin diferencias marcadas en la distribución del número de matriculados entre los establecimientos, es posible sostener que no se manifiestan fuerzas importantes de atracción y de polarización entre los diferentes establecimientos del territorio. Dicho de otro modo, el tamaño de los círculos no difiere de manera sensible entre los establecimientos situados entre los principales centros y vías de comunicación, por una parte, y los espacios intersticiales por otra. No obstante, más adelante se verifica que la diferencia

de tamaño entre los círculos de los matriculados en el tercer ciclo de la EEB y en la EM aparece marcada en comparación con el mapa antes referido. De inmediato, es posible formular la hipótesis de trabajo según la cual los primeros estadios de la educación escolar estarían menos concernidos por las estrategias diferenciadas de escolarización (ya sea en términos geográficos o socioeconómicos).

Así como para los establecimientos de primer y segundo ciclos de la EEB, los que ofrecen formación del tercero son numerosos y presentan una densa cobertura geográfica (ver mapa 8). Sin embargo, la distribución espacial de los matriculados en dicho ciclo es muy diferente a la de los de primero y se-

gundo. En efecto, la distribución de los estudiantes matriculados en el tercer ciclo de la EEB obedece a un fenómeno de concentración más marcado. En particular, los principales ejes viales dinámicos de comunicación (Avenida Mariscal López/Ruta Núm. 2, Avenida Eusebio Ayala, Ruta Transchaco, Acceso Sur) o los núcleos urbanos históricos más importantes (Asunción, Luque, San Lorenzo, Ñemby, Capiatá) concentran un número elevado de estudiantes y constituían ejes de atracción.

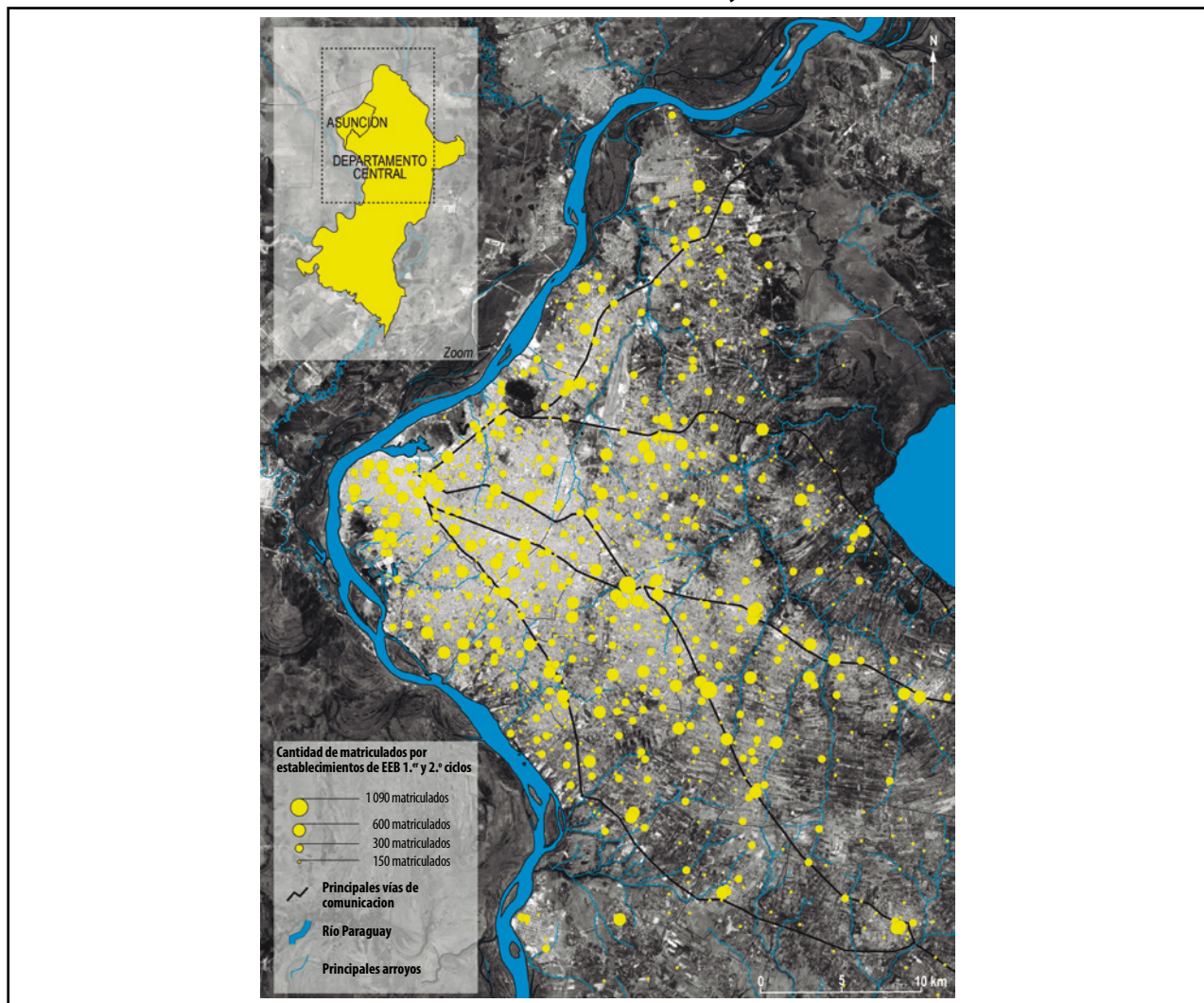
No obstante, dado que existían numerosos establecimientos de EEB en los espacios intersticiales, no era el caso de la oferta de EM (ver mapa 9); en otras palabras, hasta el tercer ciclo de la educación esco-

lar básica, permanecía una *oferta de proximidad espacial* en las zonas alejadas de las principales vías de comunicación y de los núcleos urbanos históricos. Asimismo, para los habitantes de las zonas periféricas o espacios intersticiales, la presencia de un establecimiento educativo cercano aparecía como una única instancia y oportunidad de escolarización.

En efecto, no disponiendo de las mismas capacidades de desplazamiento, la mayoría de las familias de estas zonas disponían de un conjunto de establecimientos más limitado para escolarizar a sus hijos. Asimismo, en estos lugares relegados del espacio urbano, la oferta limitada de transporte colectivo y la baja disponibilidad de vehículos motorizados

Mapa 7

Distribución de los matriculados en 1.º y 2.º ciclos de la EEB



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2013.

era un obstáculo para el acceso al resto del espacio urbano. En lo que concierne al transporte colectivo, en particular, los espacios intersticiales no solo contaban con un número menor de líneas disponibles, sino que estas ofrecían un servicio de menor frecuencia.

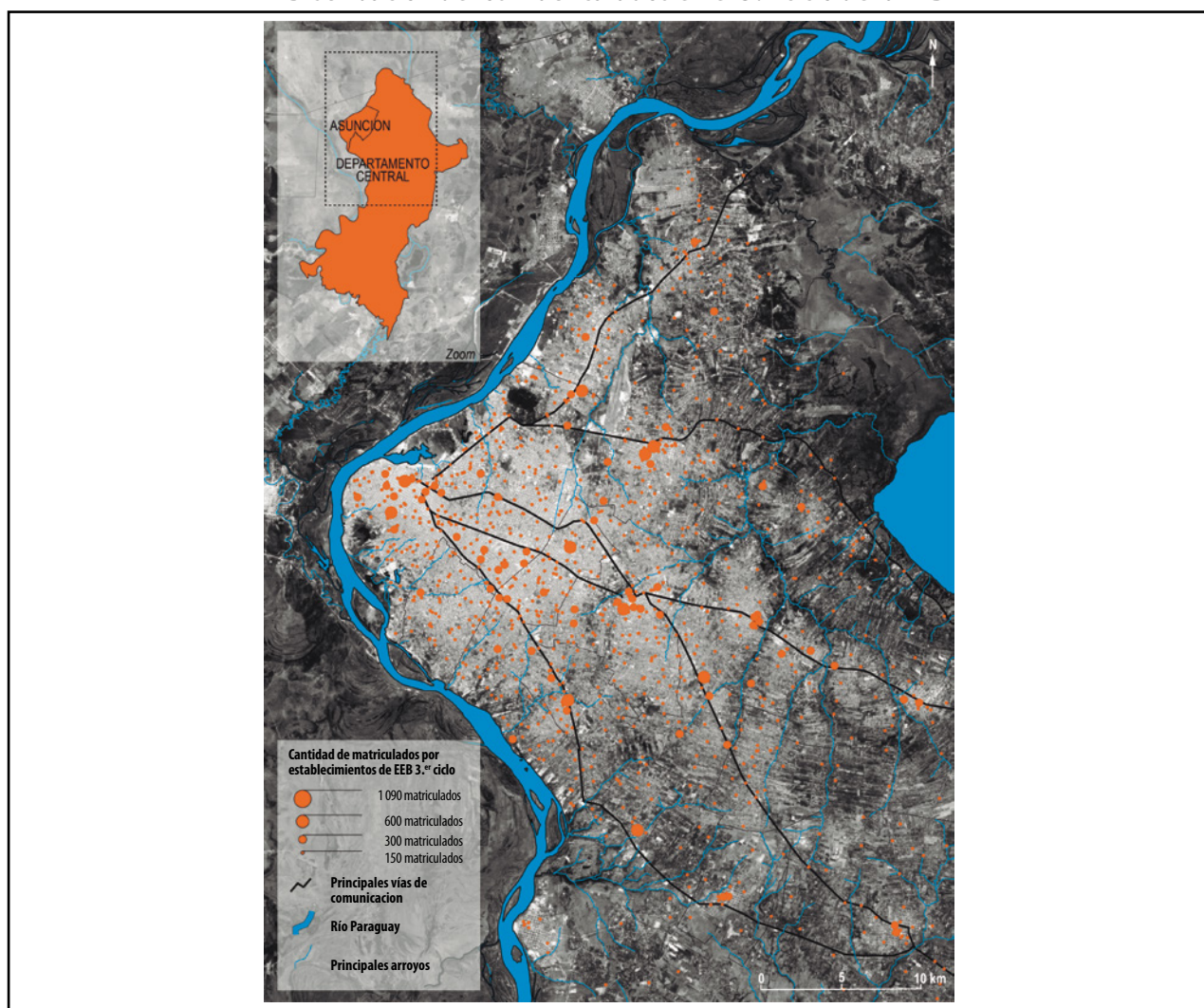
La oferta de locales de EM era mucho más limitada que los demás niveles y ciclos educativos. Por lo tanto, la distribución de los matriculados en dicho nivel educativo deja entrever una situación cuanto menos contrastada. Así como para el tercer ciclo de la EEB, los establecimientos de la EM con mayor número de matriculados se concentraban en la proximidad de los principales ejes viales de comunica-

ción (Avenida Mariscal López-Ruta Núm. 2, Avenida Eusebio Ayala, Ruta Transchaco, Acceso Sur) o en los principales núcleos urbanos históricos (Luque, San Lorenzo, Ñemby, Capiatá).

Como ejemplo, se pueden considerar dos *distritos-testigos* para corroborar esta lógica de concentración de los matriculados en los principales ejes y centros urbanos: los casos de Luque y San Lorenzo, que parecen en particular evocadores. En ambos distritos se verifica que cuanto más alto es el nivel educativo, más se concentran los matriculados en los centros urbanos. En el de Luque, el casco histórico agrupaba 33.2% de los matriculados en el primer y segundo ciclos de la EEB, 38.4% de los del

Mapa 8

Distribución de los matriculados en el 3.º ciclo de la EEB



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2013.

tercero y 49.7% en la EM. Por su parte, en el de San Lorenzo, el casco histórico concentraba 33.1% de los de primer y segundo ciclos de la EEB, 32.9% de los del tercero y 55% de los de la EM.

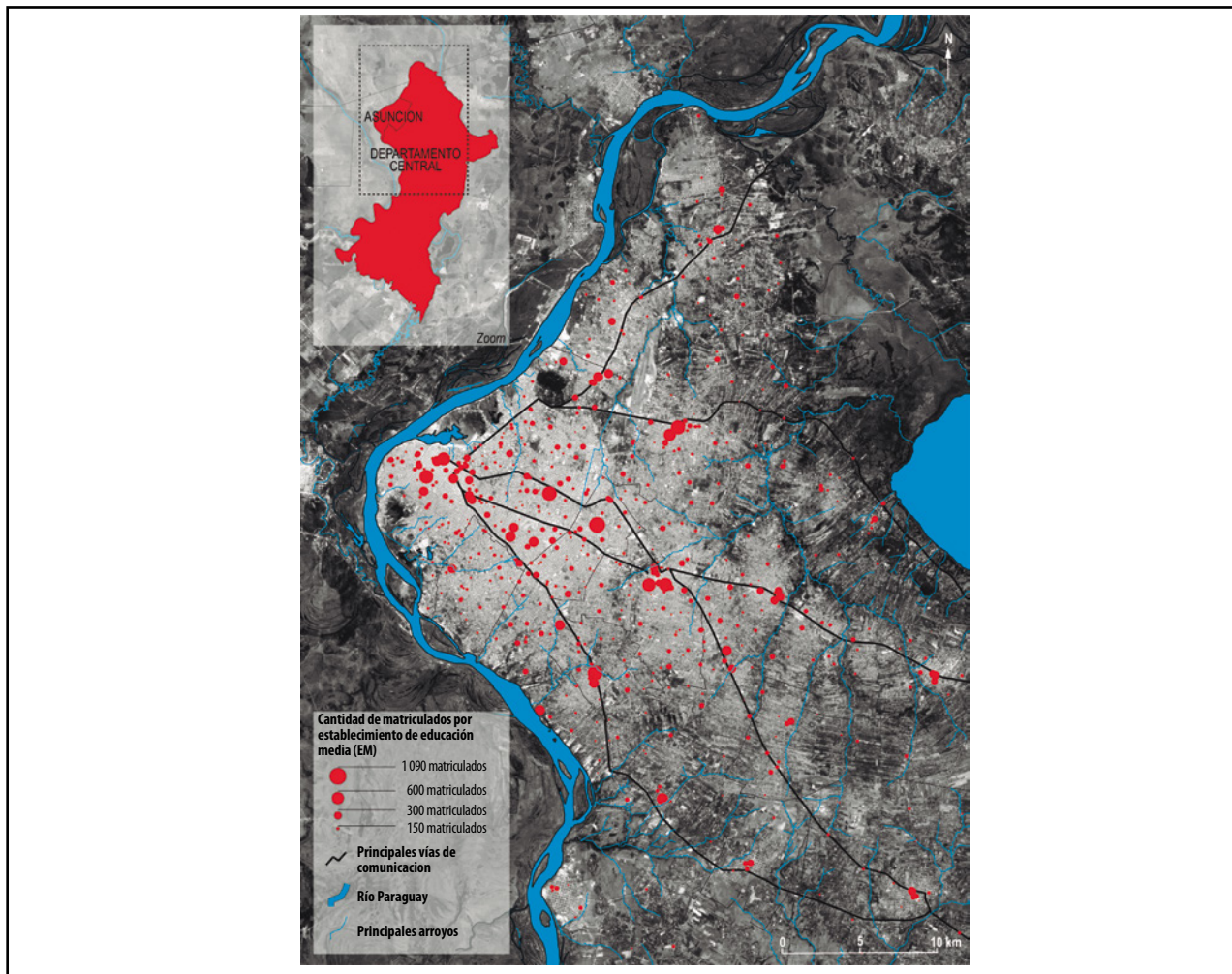
El mapa 9 pone de manifiesto que los establecimientos que ofrecían enseñanza en la educación media eran menos numerosos en las zonas periféricas o intersticiales. Además, estos locales se hallaban a menudo saturados, en especial aquellos que ofrecían una escolarización diurna, sea por la mañana o por la tarde. En efecto, se constata una presión demográfica ejercida sobre los establecimientos educativos de la EM, dejando un remanente de estudiantes que no tienen otra opción que la escolarización en establecimientos de horario nocturno.

Conclusión

El sistema educativo en el AMA se transforma de manera paulatina en función del proceso de movilidad y uso del espacio, traduciéndose en un modelo segregado en la medida en que cada perfil de locales responde a su público socialmente definido (Ortiz, 2012). La lógica desigual por la cual los establecimientos se ajustan a las condiciones socioeconómicas y a las demandas correlativas repercute en la dispersión del servicio educativo. La tensión entre distancia social y proximidad espacial del dispositivo educativo promueve una dinámica de cierre social en función de la capacidad adquisitiva y la correlativa segregación, propia de estructuras de habitabilidad enclavadas hacia la exclusión y otras hacia la

Mapa 9

Distribución de los matriculados en la educación media



Fuente: elaboración propia con base en información administrativa del MEC. 2013.

autoprotección, generando la densificación de los flujos urbanos y sumando dificultades a la gobernabilidad del territorio, en la cual se impone la lógica de mercado contra la del poder público en la rectoría del SE y que, segmentándolo, limita la amalgama social en la educación y, por lo tanto, la construcción de un espacio público compartido por todos los sectores sociales.

Esta complejidad está ligada a las diferencias que se desprenden de la estructura social. La organización del territorio se hace difícil ante la fuerza del avance del mercado que, sin una regulación pública, genera serio desorden socioeconómico y descoordinación político-administrativa. La política educativa tiene serias limitaciones en sus facultades y competencias para articular políticas convergentes en la promoción social, la equidad territorial y el derecho a la educación (Ortiz, 2014). Al tratarse de una política en extremo sectorial, limita la planificación e intervención en un sistema complejo que requiere funcionalidad y equidad, con la consecuente flaqueza en asegurar la cobertura, retención y eficacia en el sistema educativo. Este condicionamiento está en el origen de la desigualdad socioespacial, que no es corregida porque los escasos recursos se distribuyen en un público escolar diferenciado y segmentado. Los establecimientos públicos, en su generalidad, albergan los sectores desfavorecidos de la sociedad y acentúan el deterioro de sus capacidades por la sobredemanda que estos dirigen al SE, que no conciernen solo a la escolarización de los jóvenes sino a la atención y apoyo en otros aspectos de su vida social.

La discontinuidad territorial se expresa en la distribución ineficiente de los servicios en el territorio metropolitano y en la falta de compensación que las desigualdades imprimen al sistema urbano, trabando la amplitud y calidad de los equipamientos públicos accesibles como derecho de todos los ciudadanos. La diferenciación de la ciudad en sectores con mayor o menor disponibilidad de servicios públicos —en especial los educativos—, de condiciones de habitabilidad y de acceso a los ejes

viales no implica solo una diversificación geográfica sino lógicas jerárquicas de distribución social de los dispositivos urbanos valorizados. El avance de una lógica de mercado se traduce en la expansión de la matrícula en el sector privado de escolarización y la baja incidencia de la política educativa en limitar la primacía de los intereses particulares en la organización del sistema educativo.

Fuentes

- Ascher, François. *Métapolis ou l'avenir des villes*. Paris, Editions Odile Jacob, 2009.
- Causarano, Mabel. *Dinámicas metropolitanas en Asunción, Ciudad del Este y Encarnación*. Asunción, UNFPA, 2006.
- Dahau, Emilio. "La división social del espacio metropolitano. Una propuesta de análisis", en: *Revista Nueva Sociedad*. Núm. 243. Buenos Aires, 2013.
- Davis, Mike. *Le pire des mondes possibles: de l'explosion urbaine au bidonville global*. Paris, La Découverte, 2007.
- Duru-Bellat, Marie y Agnès Van Zanten. *Sociologie du système éducatif. Les inégalités scolaires*. Paris, Presses Universitaires de France, 2009.
- Grinberg, Silvia. "Políticas y territorios de escolarización en contextos de extrema pobreza urbana. Dispositivos pedagógicos entre el gerenciamiento y la abyección", en: *Archivos de Ciencias de la Educación*. Año 3, Núm. 3. Buenos Aires, 2009.
- Investigación para el Desarrollo. *Perfiles de la exclusión educativa en la República de Paraguay*. Asunción, UNICEF, 2016.
- Mangin, David. *La Ville Franchisée: formes et structures de la ville contemporaine*. Paris, Editions de la Villette, 2004.
- Ortiz, Luis (comp.). *La educación en su entorno. Sistema educativo y políticas públicas en Paraguay*. Asunción, CADEP/ILAIIPP, 2014.
- _____. *Educación y desigualdad. Las clases desfavorecidas ante el sistema educativo paraguayo*. Asunción, CEADUC, 2012.
- Ortiz, Luis; Kevin Goetz y Colin Gache. "Diferenciación social y segregación educativa en el área metropolitana de Asunción", en: *Ciudadanías. Revista de Políticas Sociales Urbanas*. Núm. 4. Buenos Aires, 1.º semestre de 2019.
- Paugam, Serge. *La disqualification sociale*. Paris, Presses Universitaires de France, 1991.
- Poupeau, Frank y Jean-Christophe Francois. *Le sens du placement. Ségrégation résidentielle et ségrégation scolaire*. Paris, Raisons d'agir, 2008.
- Van Zanten, Agnès. *L'école de la périphérie. Scolarité et ségrégation en banlieue*. Paris, Puf-Le Lien Social, 2001.
- Veltz, Pierre. *Des lieux et des liens: essai sur les politiques du territoire à l'heure de la mondialisation*. Paris, Edition de l'Aube, 2012.

Metodología y resultados de la construcción de matrices estatales de insumo-producto de abajo hacia arriba mediante la elaboración de cuadros de oferta y utilización estatales

Methodology and Results of the Construction of State Input-Output Matrices from the Bottom-Up by Developing State Supply and Use Tables

Normand Eduardo Asuad Sanén*

En este artículo se presentan los antecedentes, enfoque, metodología y resultados del proyecto de investigación *Modelo UNAM para construir, con metodología de abajo hacia arriba, matrices de insumo-producto por entidad federativa para México 2008*, con número de solicitud 268424, la cual fue impulsada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología mediante *Convocatoria S0025-2015-01*.

Palabras clave: matrices de insumo-producto estatales; cuadros de oferta y utilización estatales; metodología de abajo hacia arriba.

This article presents the background, focus, methodology and results of the research project *UNAM Model to build, with bottom-up methodology, Input-output Matrices by federal entity for Mexico 2008*, with application number 268424. This Research was requested by the National Institute of Statistics and Geography and the National Council of Science and Technology, through *Call S0025-2015-01*.

Key words: state input-output matrices; state supply and use tables; bottom-up methodology.

Recibido: 1 de julio de 2019.

Aceptado: 26 de noviembre de 2019.

* Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cedrus@economia.unam.mx

Notas:

- Agradezco los comentarios y observaciones de los árbitros de la Revista para la publicación de este artículo, ya que permitieron mejorar su comprensión.
- La realización de la investigación fue posible gracias al apoyo del grupo de investigadores del Centro de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS), por lo que también agradezco a la maestra Esther Quiñones Luna por su ayuda en la elaboración de las bases de datos y sus propuestas metodológicas; al ingeniero y maestro Juan Manuel Valdés Casillas y a Caro Norma Silva por su invaluable auxilio en la programación y desarrollo de algoritmos y el continuo modelaje y contrastación con los resultados empíricos, dando lugar a una gran cantidad de corridas y ajustes; a Krista Zafra por su apoyo en la preparación del presente documento y en la aplicación de la metodología y clasificación de las regiones económicas funcionales; a la maestra Cristina Vázquez por la coordinación para la aplicación de la metodología de regiones económicas funcionales; y al licenciado Luis Alberto Flores por el amplio trabajo en la revisión de estadísticas y en la elaboración de bases de datos. Por último, quiero reconocer la labor profesional y de ayuda que brindaron a la investigación el maestro José Antonio Huitrón Mendoza, William Ismael Sugrua, Viridiana Fuentes Guevara, Paulina Mendoza Azanza, Héctor Mejía, Natalia Lorenzo, Xóchitl Luna, Lizeth Sánchez Álvarez, Adriana Ángeles Ramírez y Pedro Nochebuena.



Egyptian monthly accounts from the archive of a temple, similar to a modern spreadsheet in analysis/Print Collector/Getty image

I. Introducción

El artículo es el fruto del trabajo colectivo de dos años de profesores y alumnos del Centro de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS) de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Su objetivo es presentar la orientación, las características y los resultados logrados en la investigación¹ mostrándolos de manera sintética y agregada con el propósito de que se puedan comprender de manera integral, así como en cada una de sus partes.

La formalización de los modelos de programación y los procedimientos detallados de la meto-

dología, dada su amplitud y precisión, se pueden consultar en los documentos metodológicos utilizados, los cuales se ubican en los enlaces que aquí se muestran y que vinculan a esta con el repositorio de la hoja web del CEDRUS. Además, para ampliar los temas tratados, se puede consultar la publicación *Insumo-producto regional: teoría, metodología, técnicas y estudios de caso* (Asuad, 2019), resultado también de esta investigación.

Enseguida de la introducción, el artículo se divide en otras siete partes: la sección II, *Antecedentes*, presenta el enfoque tradicional y sus limitantes, así como los retos que implica la construcción de matrices de insumo-producto (MIP) con metodología de abajo hacia arriba y la orientación de nuestra propuesta; la III, *Concepción y enfoque para la construcción de la MIPR*, señala los marcos teórico y metodológico en que se sustenta el estudio; en la IV,

¹ La investigación se realizó para las entidades federativas del país, además de integrarlas como regiones económicas para la construcción de las matrices de insumo-producto.

Metodología de abajo hacia arriba, se precisa su concepción y el método RIISIO como el sistema de información indispensable para el desarrollo y aplicación de esta; la V, *Etapas de la metodología para el modelo regional de insumo-producto básico*, detalla las actividades que se realizaron para la construcción de este modelo; la VI, *Extensiones del modelo regional básico*, muestra las características y los enfoques del modelo de comercio y los flujos interregionales e interestatales en la región, así como los cuadros de oferta y utilización estatales (COUE) y regionales (COUR); en la VII, *Resultados obtenidos*, aparecen los cuadros de oferta y utilización y las matrices estatales y regionales estimadas; y, por último, la sección VIII, *Conclusiones del estudio*, destaca los elementos más significativos del enfoque y su importancia.

II. Antecedentes

La concepción tradicional en la literatura sobre la construcción de las matrices de insumo-producto regional (MIPR) es la del enfoque de arriba hacia abajo (EAA), es decir, a partir de datos nacionales complementados con indicadores regionales es como se obtienen las MIPR. A pesar de que se considera conveniente su estimación a través de métodos híbridos, que combinan la información regional con la nacional, en esta investigación partimos de un enfoque de abajo hacia arriba bajo una concepción regional y la utilización de estos para compilar los datos de los dos ámbitos.

El EAA asume que las interdependencias sectoriales y la estructura tecnológica de la región son idénticas a las del país en su conjunto, lo cual no permite captar la heterogeneidad económica regional.

En consecuencia, el procedimiento tradicional de arriba hacia abajo se concentra en el uso de la información disponible y en su procesamiento, que se caracteriza según West (1990) por las siguientes etapas:

1. Maximizar el uso de estadísticas publicadas.
2. Identificar las fuentes publicadas o no que permitan complementar la información,

como: los casos de encuestas a empresas, estudios, consultas a expertos, etcétera.

3. Formalizar el sistema para asegurar que estos datos puedan ser integrados a las tablas de insumo-producto.
4. Identificar celdas importantes en la tabla de insumo-producto con la finalidad de asegurar que estas sean parcialmente exactas.
5. Compilar la tabla de insumo-producto mediante una cuidadosa selección de los métodos indirectos.

En la literatura se reconoce expresamente este reto, por ejemplo, Miller y Blair (2009) argumentan que, en la práctica, uno de los desafíos más considerables en la modelación de insumo-producto corresponde a la recopilación de datos básicos detallados del área económica de interés, ya sean nacional, regional o multirregional. Sin restar importancia al reto, su orientación está sesgada a una concepción cuantitativista, ávida de los datos en sí.

El desafío en nuestro país, y a nivel internacional, para la construcción de las MIPR desde la perspectiva de abajo hacia arriba consiste en que la información disponible —desde abajo— es limitada, a la vez que se carece de lineamientos teóricos y técnicos particulares para su elaboración, lo que contrasta con la existencia de manuales y lineamientos específicos acordados internacionalmente para el desarrollo de matrices de insumo-producto a nivel nacional elaborados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (ver United Nations, 2019 y 1993).

El predominio de la orientación de arriba hacia abajo ha ocasionado que se dejen de lado aspectos esenciales sobre el conocimiento de la estructura económica de las regiones y su desempeño, así como de sus transacciones económicas de producción y consumo.

En consecuencia, dado el supuesto de la similitud de la matriz de insumo-producto nacional con la regional en el EAA para la construcción de la MIPR, no permite que se utilice como herramienta para la formulación de la política económica regional.

Un aspecto adicional que limita aún más su adecuada representación del desempeño de la economía regional de las matrices de insumo-producto construidas bajo el enfoque de arriba hacia abajo es que su desarrollo no se realiza a partir de la construcción de cuentas económicas, como se ha establecido y convenido internacionalmente para su elaboración a nivel nacional desde 1968 (United Nations, 1993).²

De ahí que se considere que el problema de la construcción de MIPR tradicionales sea el de incorporar el enfoque de *cuentas regionales* para la elaboración de los cuadros de oferta y utilización (COU), sustentados en captar la heterogeneidad económica de las regiones y, a partir de estos, construir las MIPR en condiciones de información limitada desde una metodología de abajo hacia arriba. Para ello, no solo se considera el origen de los datos que se utilizan y su uso como principio o base para elaborar los COUE y derivar las matrices de insumo-producto, también se identifican y definen unidades espaciales (UE) a partir de las cuales se realiza su construcción. En esta investigación se consideran como UE económicas a los estados, los cuales, a su vez, se integran a las regiones económico-funcionales en las que se clasifica el país.

Esto implica considerar al espacio económico como una dimensión económica fundamental para comprender la economía regional y para la elaboración de la MIPR. Asimismo, para hacerlo, se parte de la información estatal, la cual se explora de manera exhaustiva, desagregando los componentes de las variables clave que integran la construcción de las cuentas estatales, en este caso los componentes del valor agregado (VA) y de la demanda final (DF). Los datos nacionales de insumo-producto de los cuadros de oferta y utilización nacionales (COUN) se utilizan como complementarios y para expresar los estatales a nivel país con el fin de darles consistencia estadística. Para ello, se realiza una regionalización indirecta de la infor-

mación nacional que, en esencia, consiste en expresar las variables estatales de acuerdo con los valores nacionales; dicha reexpresión se hace a partir de tomar estas como participaciones del total nacional.

Otra diferencia fundamental con la metodología tradicional es que se considera que se debe dar mayor peso a la construcción de las tablas básicas de insumo-producto a partir del modelo de región única mediante la construcción de cuentas regionales de producción y consumo, considerando inicialmente solo el comercio con el resto del mundo. En contraste, en la literatura tradicional, gran parte de los modelos regionales de insumo-producto construidos corresponden a estimaciones de matrices de comercio interregional, sin conocer las transacciones económicas de producción y consumo de las regiones y sus saldos, lo cual ocasiona que el comercio se considere a partir de los datos agregados, lo que propicia errores significativos, respectivamente para su estimación y para las transacciones de producción y consumo de las entidades federativas.

En la metodología que se propone, el modelo básico permite construir el de comercio como una extensión a partir de los saldos que se identifican una vez que las transacciones de producción y consumo en el modelo básico han sido identificadas y caracterizadas.

III. Concepción y enfoque para la construcción de la MIPR

La orientación analítica de la elaboración de la matriz de insumo-producto estatal (MIPE) aquí propuesta se basa en el enfoque teórico y metodológico de la concentración económica espacial y su *espacialización*, que es parte de una perspectiva amplia de un enfoque de la dimensión espacial de la economía; el planteamiento desarrollado puede verse en Asuad (2014, pp. 312-319; y 2001, pp.137-158).

De acuerdo con esta concepción teórica, la construcción de las MIPE se lleva a cabo mediante una metodología de abajo hacia arriba o *espacializada* a partir de incorporar el espacio económico y su

² Desde ese año, la ONU, en la publicación del *Manual del Sistema Cuentas Nacionales (SGN)*, señala que el sustento del enfoque de insumo-producto radica en los cuadros de oferta y utilización, cuya base corresponde a las cuentas nacionales de producción y consumo.

tendencia a la concentración económica espacial debido a que se asume que el desarrollo económico y el crecimiento en el espacio tienden a ser desequilibrados como resultado de la heterogeneidad del espacio natural y del económico.

La concentración económica en un sitio propicia la formación de unidades espaciales económico-funcionales (UEEF) que determinan la estructura espacial de la economía, así como su comportamiento en el lugar geográfico. De manera genérica, las UEEF se caracterizan por la funcionalidad económica y espacial de un modelo de distribución de las actividades económicas de centro-periferia como resultado del crecimiento y desarrollo económico en el tiempo y en el espacio (Asuad, 2001, 2007 y 2014).

IV. Metodología de abajo hacia arriba

La espacialización de las MIPR aquí desarrollada implica un EAA con información limitada e híbrida, lo cual requiere, inicialmente, de la identificación y delimitación de UEEF que contengan las interacciones económicas espaciales de producción y consumo y que, de acuerdo con su tamaño y funcionalidad, permitan caracterizarlas como macro, meso o microrregiones. Después, se necesita de la identificación y caracterización de las transacciones económicas estatales de producción y consumo a niveles intraestatal e interestatal, que se identifican y cuantifican a través de las cuentas económicas y de la elaboración de los cuadros de oferta y utilización. Su estimación se realiza mediante el modelo básico unirregional de insumo-producto, con el análisis de las interdependencias intraestatales y con el resto del mundo y las extensiones de este modelo, iniciando con el de comercio interestatal, que identifica las relaciones de comercio entre estados.

Método RIISIO

El método que se propone bajo un enfoque económico espacial o de abajo hacia arriba para la ela-

boración de las MIPR a través de métodos híbridos con información limitada consiste, en esencia, en la construcción de un sistema de información integral regional de insumo-producto que, por sus siglas en inglés, denominamos RIISIO (*Regional Integral Information System of Input-Output*). Este tiene su origen a partir de la identificación y selección de las UE de análisis de insumo-producto y de la generación de información acorde con los requerimientos de las identidades contables (IC) regionales para el desarrollo de los COUE, así como para la construcción de matrices base de insumo producto estatales a través de los modelos de transformación que propone la metodología internacional de EUROSTAT (2008, cap. 11).

Supuestos de la metodología

En los que se basa este método para la investigación son los siguientes:

- Las UE funcionales corresponden a las entidades federativas a partir de las cuales se construyen los COU de los que se derivan las tablas de insumo-producto. Regionalmente, se insertan de acuerdo con su localización y distancia para el análisis del modelo de comercio entre estados, el cual se caracteriza a partir de los saldos estatales y su especialización como exportador e importador en la región a la que pertenece cada estado y con respecto al resto de regiones que se agrupan como el resto del país para cada región. Los supuestos de interacción se basan en la proximidad espacial y en la complementariedad, considerando para ello el saldo de los montos comercializados y su integración regional.
- La construcción de un sistema de información integral permite la identificación y delimitación de las regiones económicas funcionales y la inserción de las economías estatales como parte integrante de estas, así como generar las cuentas económicas estatales y crear los COUE y las MIPE consistentes con la información agregada a nivel nacional.

- El procedimiento de calibración de las cuentas económicas estatales y de los COUE es indispensable debido a la inconsistencia que presenta la información desde su inicio hasta su integración en la construcción de la base de datos y de los COUE, dada la heterogeneidad de las fuentes de información y de los procedimientos de compilación.
- Las cuentas estatales y regionales captan las heterogeneidades económicas para construir los COUE al estimar variables clave estatales que, por estar presentes en la integración de todas las IC, permiten que la construcción de las cuentas económicas de producción y consumo recojan la información estatal. El valor agregado y la demanda final desempeñan dicha función debido a que ambas variables son esenciales en la elaboración de las cuentas regionales: el VA en la producción y la DF en la utilización.
- La regionalización indirecta de los datos estatales a partir de los nacionales no modifica las particularidades de estas pues, al realizarse a partir de dichos datos y tomar

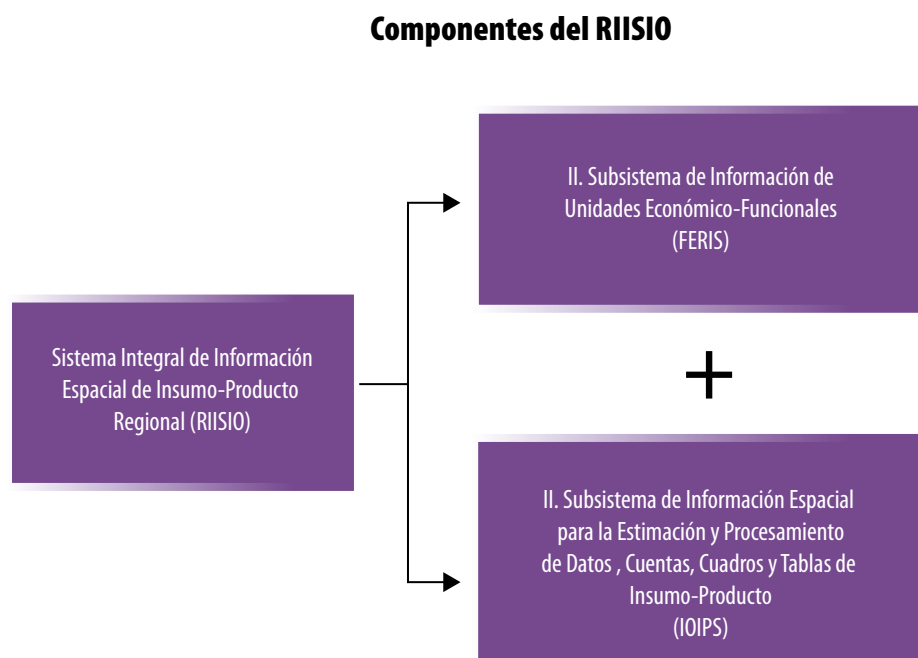
a los nacionales como totales, dan como resultado la reexpresión de los estatales en términos nacionales, lo que permite la consistencia estadística de la información estatal con la nacional.

- Los supuestos anteriores, además, deben cumplir con las siguientes restricciones: 1) estimar las cuentas económicas como resultado de aproximar las transacciones estatales, siguiendo los lineamientos para la construcción de las IC y de las cuentas de producción y consumo, 2) la estimación de las tablas de oferta y utilización por estado debe estar en equilibrio y 3) la suma de las variables de las identidades contables que forman los COUE debe igualar los valores nacionales.

Subsistemas de información del método RIISIO

Este se integra por dos subsistemas interrelacionados (ver esquema 1): 1) Subsistema de Información de Unidades Económico-Funcionales (FERIS, por

Esquema 1



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

sus siglas en inglés),³ cuyo objetivo es identificar y delimitar las UEEF; y 2) Subsistema de Información Espacial para la Estimación y Procesamiento de Datos, Cuentas, Cuadros y Tablas de Insumo-Producto (IOIPS, por sus siglas en inglés).⁴

Estos dos componentes integran el EAA: por un lado, el análisis espacial, que incluye la selección y análisis del área de estudio, actividades que se realizan a través del FERIS; y, por el otro, la construcción tanto de la base de datos que llevan a la elaboración de cuentas económicas como de los COUE y las MIPE mediante el IOIPS. Las estimaciones se realizan con métodos híbridos e información tomada desde los estados y complementada a nivel nacional.

La integralidad del sistema de información se orienta a identificar y establecer las transacciones directas y saldos al construir el modelo unirregional o básico de insumo-producto, lo cual, a su vez, permite estimar el de comercio interestatal. El procedimiento descrito aquí es distinto a los métodos tradicionales tanto para la estimación de la matriz regional como la que corresponde al comercio regional.

El carácter integral y gradual de la metodología se lleva a cabo mediante la creación del sistema de información, lo que permite generar el modelo básico a partir del cual se pueden crear diversas extensiones regionales. Este corresponde al modelo unirregional de insumo-producto que, por sus características, puede ser utilizado como matriz base para alimentar la construcción de las extensiones del modelo, como: los de comercio interestatal, de insumo-producto local y el multirregional de insumo-producto.

La propuesta de la creación del sistema de información, a pesar de que no hay precedente en la literatura regional, fue sugerida por la ONU (1999) para la compilación estadística de la información empleada para la estimación de cuentas nacionales de acuerdo con las experiencias internacionales, la

³ *Functional Economic Regional Information Subsystem.*

⁴ *Input-Output Information Processing Subsystem.*

cual adoptamos debido a las restricciones de información, de acuerdo con los requerimientos de las IC estatales, aplicando los lineamientos metodológicos tradicionales que recomienda la literatura para su construcción y la información disponible a niveles estatal y nacional.

Se asume que el RIISIO recoge la heterogeneidad regional de la producción y consumo al utilizar como base para la construcción de las matrices de insumo-producto a las entidades federativas insertas en las regiones económicas que pertenecen, así como por emplear de inicio datos claves de los estados, complementados con información nacional.

FERIS y sus etapas⁵

Este subsistema se integra por cuatro, divididas en nueve fases (ver esquema 2).

- 1) Identificación y delimitación de regiones económico-funcionales (corresponden a la 1, 2, 3, 4, 5 y 6).
- 2) Desagregación productiva e identificación de posibles cadenas productivas (a la 7).
- 3) Análisis del tamaño y de la red de interacciones para clasificar los subsistemas económico-espaciales (a la 8).
- 4) Agrupación de macrorregiones económico-funcionales en regiones económico-funcionales (a la 9).

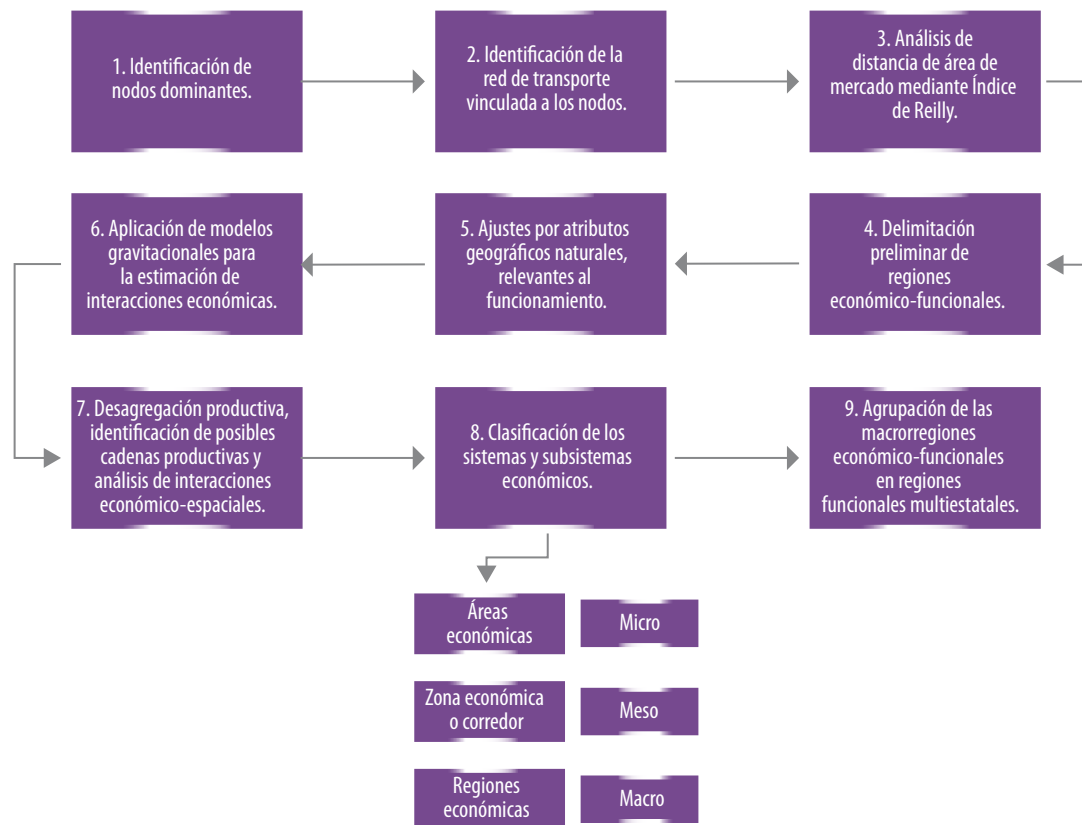
IOIPS y sus etapas⁶

Este permite el almacenamiento, la recuperación y el procesamiento de datos en un entorno segu-

⁵ Los procedimientos de estimación detallados de cada una de estas etapas se presentan en el sitio web del CEDRUS, repositorio *Proyecto de investigación: modelo UNAM para construir, con metodología de abajo hacia arriba, matrices de insumo-producto por entidad federativa para México 2008*, en el documento. *Anexo I. Metodología general de la regionalización económica funcional* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

⁶ Ver el *Anexo II. Procedimientos por etapas del Subsistema de Información Espacial para la Estimación y Procesamiento de Datos, Cuentas, Cuadros y Tablas de Insumo-Producto (IOIPS)* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

Fases de la metodología general de regionalización económico-funcional



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

ro. Las principales etapas son: 1) repositorio de datos, 2) interface de usuario, 3) red y 4) control. La primera es el núcleo del sistema de información, ya que es un subsistema de administración de bases de datos relacionados que contiene tablas preformateadas y estructuradas para el almacenamiento y alimentación de los datos al sistema (ver esquema 3).

V. Etapas de la metodología para el modelo regional de insumo-producto básico

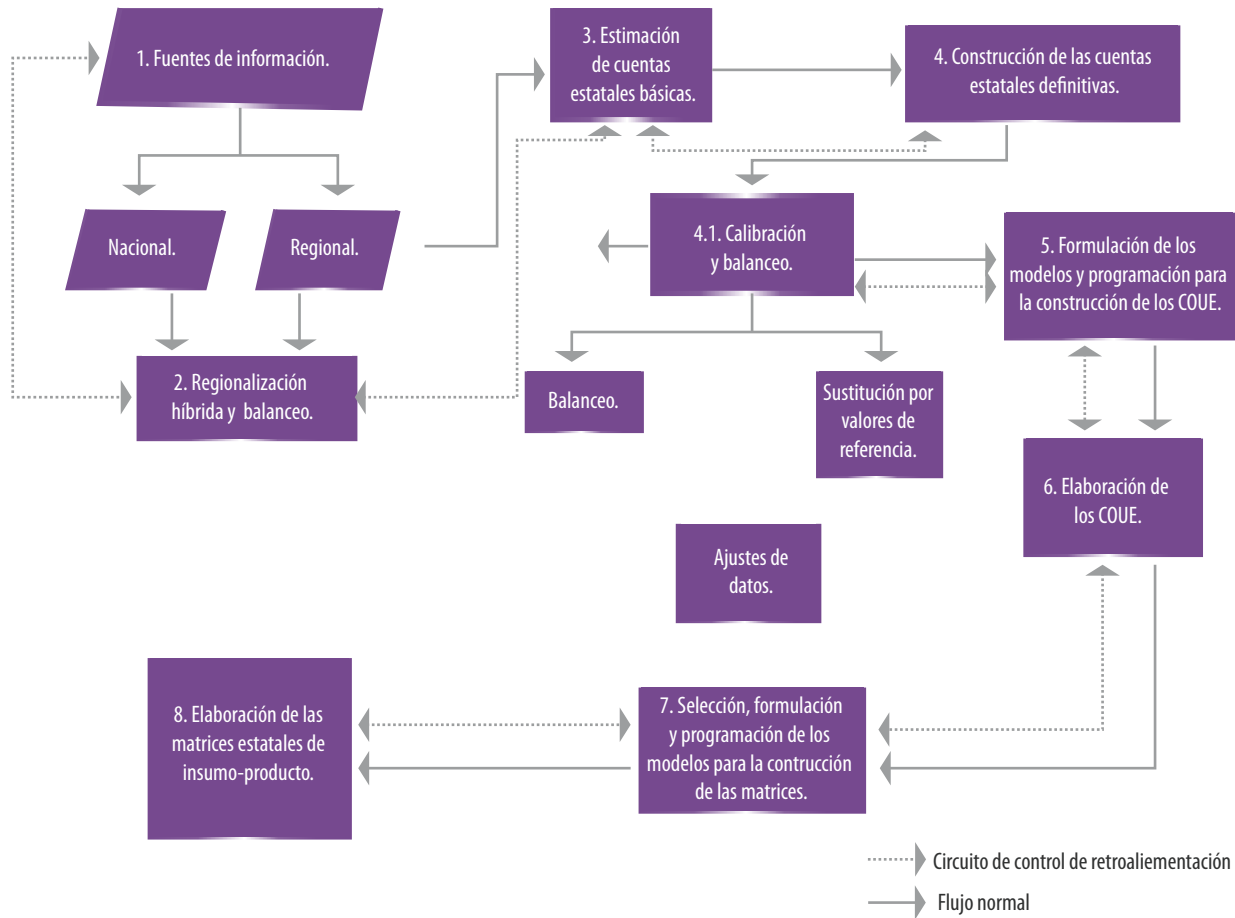
La metodología que se presenta en esta investigación se basa en el modelo de región única, similar

al nacional, con los siguientes objetivos: 1) utilizar los lineamientos internacionales y el mismo marco de contabilidad del país para la construcción de los cuadros de oferta y utilización estatales y para las MIP derivadas para cada uno de los estados de México y 2) analizar la precisión y consistencia estadística de las estimaciones estatales considerando las restricciones contables de las identidades y sus equilibrios, así como las estimaciones estatales de los COUE y las MIPE mediante la comparación con las nacionales a través del resultado de la suma de cada uno de los cuadros y matrices de los estados con los totales a nivel país.

El esquema 4 consigna las fases del método que se mencionan brevemente enseguida.

Esquema 3

Subsistema de Información Espacial para la Estimación y Procesamiento de Datos, Cuentas, Cuadros y Tablas de Insumo-Producto (IOIPS)



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIIISO.

Identificación de regiones económico-funcionales⁷

El sistema de información estadística requirió de la selección previa de la desagregación espacial y sectorial para la regionalización hecha a partir de los cuadros de oferta y utilización nacionales. Se eligieron 19 sectores de actividad económica de acuerdo con la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) para las 32 entidades federativas de México con datos para

⁷ Ver el Anexo I. Regionalización económico-funcional de México (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

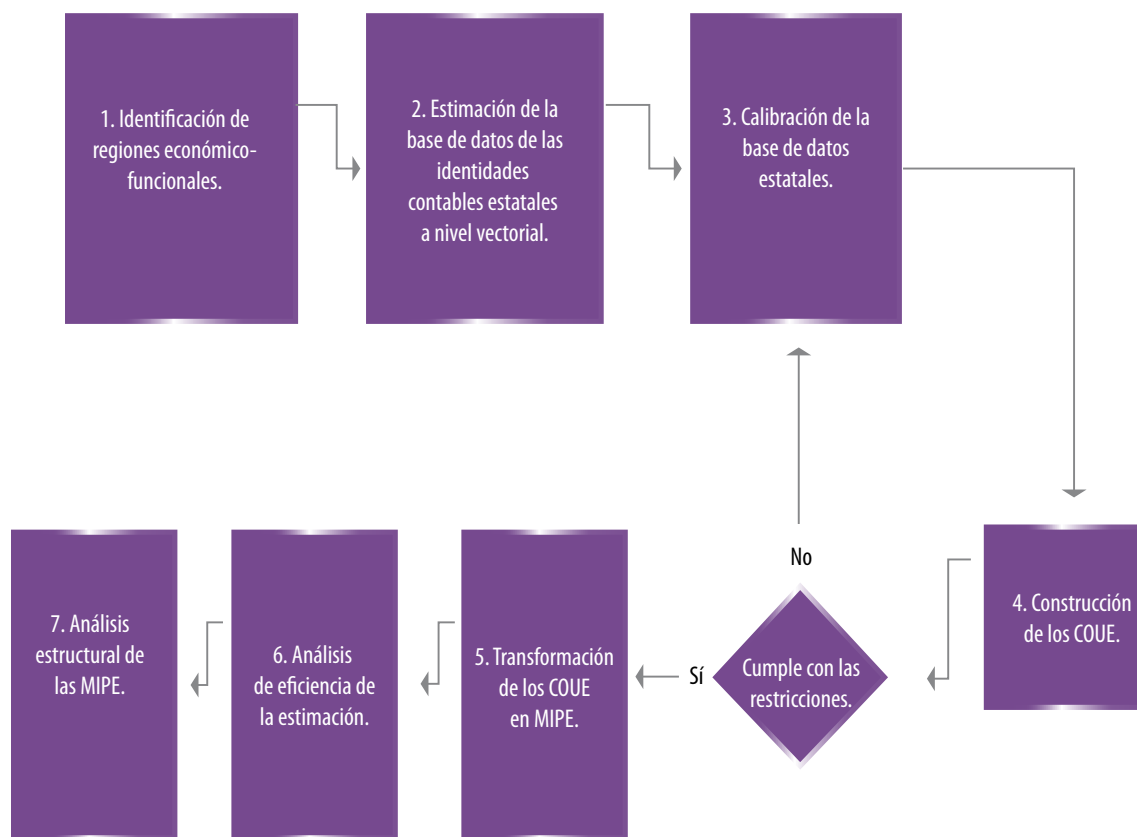
el 2008 a precios corrientes. En este caso, se consideran como regiones político-administrativas a los estados, que forman, a su vez, 11 regiones económico-funcionales del país.

Estimación de la base de datos de las IC estatales a nivel vectorial⁸

A partir de los sectores de actividad económica estatales se estiman las variables clave a nivel vec-

⁸ Ver el Anexo III. Metodología, estimación de la base de datos de las identidades contables estatales a nivel vectorial (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

Etapas de la metodología para la construcción tanto de los COUE como las MIPE y el análisis estructural



Fuente: elaboración propia con base en la metodología RIISIO.

torial (el valor agregado y la demanda final), para lo cual se calculan cada uno de los componentes; posteriormente, se totalizan para obtener su valor y se regionalizan de manera indirecta, es decir, desde los valores nacionales. En su selección se asume que estas tienen la propiedad de anclar o fijar la heterogeneidad regional al resto de las variables, ya que entran directa e indirectamente al formularse las restantes identidades contables y en su equilibrio por estado.

Después, dado que la demanda total (DT) se valora a precios de comprador y la oferta, a básicos, se reestiman las demandas final e intermedia (DI) expresándolas a precios básicos. Para ello, se com-

putan los márgenes de comercialización, transporte, impuestos y subsidios, y se restan de los componentes de la DF y DI con el fin de obtener la total a precios básicos y poder compararlas con la oferta a precios básicos. A continuación, se procede a la construcción de las IC y de los COUE por entidad federativa y sector a nivel vectorial, integrando la oferta total mediante la doméstica y las importaciones por estado y sector. En el caso de la DT se estima por estado y sector, integrada por la DI y DF. Posteriormente, se procede al análisis del equilibrio de la oferta y utilización sectorial en cada una de las entidades del país, por lo que, de no darse el equilibrio estatal, se procede a su balanceo mediante el procedimiento de calibración.

Calibración de la base de datos estatales

Esta etapa se caracteriza por ajustar la estimación de las IC en los COUE a nivel vectorial, considerando las restricciones de las IC de equilibrio a las que están sujetas según la disponibilidad de información estatal. El ajuste se realiza mediante el proceso de calibración, el cual se basa en los principios de las identidades contables y ajustando hacia el equilibrio por medio de un proceso denominado *Benchmarking*⁹ o de referencia, es decir, el que se logra mediante el ajuste correspondiente de los datos según la variable clave que se usa para calibrarlos con el fin de que el equilibrio se cumpla de acuerdo con la identidad teórica establecida, en este caso, el equilibrio entre los cuadros de oferta y utilización a nivel vectorial.

Cualquier desviación de este equilibrio implica una reestimación de las cuentas cuyos resultados muestren el equilibrio alcanzado.¹⁰ Cabe advertir que, para ello, se consideran como variables fijas el VA y la DF, por lo que el ajuste se da en la demanda intermedia, y de requerirse otro ajuste en la demanda final, este se hace en el componente del consumo privado, procedimiento que es usual en la literatura.

Construcción de los COUE¹¹

El objetivo de esta etapa es estimar las IC a nivel matricial y construir los COUE y COUR. Estos cálculos se realizan al obtener las matrices estatales

a partir de los COUE utilizando los coeficientes de mercado domésticos e importados por sector del COU nacional del 2008; el objetivo es obtener las matrices doméstica e importada; posteriormente, se emplea el procedimiento de análisis biproporcional (RAS) para su equilibrio de acuerdo con las restricciones del modelo unirregional abierto al resto del mundo y cerrado al del país.

Transformación de los COUE en MIPE

En esta etapa, a partir de los modelos de transformación de EUROSTAT (2008, cap. 11), se construyen las MIP estatal y regional de acuerdo con el modelo utilizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a nivel país, que corresponden a los modelos B y D, respectivamente producto por producto e industria por industria, además de estimar las matrices de coeficientes directos e indirectos.

Es importante recordar que el modelo industria por industria supone ventas fijas de productos en los que cada uno tiene su propia estructura de ventas específica, independiente de la producción de la industria. Por otra parte, el de producto por producto asume que cada industria tiene su propia forma de producción específica, independiente de su combinación de productos.

Los modelos de transformación requeridos permiten estimar la demanda intermedia, el valor agregado, la demanda final y la producción en formatos de producto por producto e industria por industria tanto en la economía total como en la doméstica o intraestatal y en la importada.

Análisis de eficiencia de la estimación¹²

Para verificar su consistencia estadística con respecto a las matrices nacionales, se mide el error de estimación utilizando los índices tradicionalmente

⁹ Según Shoven y Whaley (1984, p. 1018), una característica adicional importante de este procedimiento es que, una vez que se completa la calibración, debería ser posible reproducir el conjunto de datos de equilibrio de referencia como una solución de equilibrio del modelo. Esta es la verificación de replicación, que sirve como una prueba de precisión importante de un código de computadora; si esta falla, lo más probable es que se deba a un error de programación y se tenga que mejorar la codificación.

¹⁰ El método de calibración, en contraste con los métodos estadísticos, se utiliza para determinar los parámetros de un modelo económico de tal manera que estos, al utilizarse en los modelos, permiten una solución de equilibrio cuantitativo. En concordancia, las identidades contables se ajustan de acuerdo con el equilibrio teórico que debe presentar la secuencia e integración de las identidades en su conjunto, es decir, entre la oferta y la utilización, ver Cardenete *et al.* (2017) y Cardenete (1998).

¹¹ Ver el Anexo IV. Metodología, estimación y resultados de las MIPE (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

¹² Ver el Anexo V. Análisis de eficiencia de la estimación (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

empleados en la literatura: 1) MAPE, Índice de Desviación Media y 2) los índices de similitud de Isard-Romanof y de Leontief Modificado.

Análisis estructural de las MIPE¹³

A partir de las MIPE estimadas se realiza un análisis básico de la estructura productiva desde el lado de la demanda a partir de la matriz inversa de Leontief, indicando los requerimientos directos e indirectos por unidad de producción. Este análisis se complementa con el de la Inversa de Ghosh, que se hace desde la perspectiva de la oferta al analizar las actividades desde su aportación a la producción. Por último, se lleva a cabo el análisis de encadenamientos usando los enfoques de Rasmussen (1963) y de Chenery y Watanabe (1958).

VI. Extensiones del modelo regional básico

Modelo de comercio y flujos intrarregionales e interregionales del país¹⁴

A partir del modelo regional básico de insumo-producto, que se utilizó como matriz base, se estimó el de comercio y flujo interestatal por región económica y con el resto del país; para ello, las entidades se insertaron en las regiones económicas que les correspondía por su situación geográfica y proximidad, procediendo a estimar las importaciones y exportaciones estatales intrarregionales de cada estado, así como con el resto del país, para lo cual se estimaron los coeficientes de especialización regional por entidad a nivel intrarregional y los correspondientes a la especialización estatal a nivel nacional, es decir, al interregional.

Esto requirió, primero, calcular los saldos de las transacciones de la producción y consumo

¹³ Ver el Anexo VI. *Análisis estructural* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

¹⁴ Ver el Anexo VII. *Modelo de comercio* (<https://cedrus-unam.blogspot.com/2019/04/datos.html?m=1>).

estatales, que se reflejan en el saldo del comercio una vez descontado el consumo local de insumos intermedios para la producción y los bienes finales para su consumo a partir de la estimación del producto bruto doméstico. En consecuencia, su valoración se realizó en tres etapas, dedicadas las dos primeras a la obtención de los saldos de la balanza de comercio estatal identificando, primero, el saldo neto —es decir, lo que resulta de obtener la diferencia de exportaciones e importaciones— y, posteriormente, el bruto, que permite tasar el comercio cruzado o simultáneo de exportaciones e importaciones. Para ello, primero se calcularon de manera preliminar las exportaciones e importaciones estatales de cada región para obtener los totales regionales y, posteriormente, a partir de dichos totales, se estimó el comercio cruzado, aplicando la propuesta del método de regionalización ajustado de transporte cruzado (CHARM, por sus siglas en inglés), pero *espacializándolo*. Por último, ambas estimaciones se calibraron con el fin de que nacionalmente las exportaciones totales fueran iguales a las importaciones.

En la última etapa se establece el flujo de comercio intrarregional considerando los estados que forman las regiones. Para ello, se tomaron en cuenta como criterios las interdependencias entre los nodos estatales a partir de las actividades económicas existentes y su especialización estatal a nivel regional, así como su complementariedad incluyendo los saldos cruzados de importación y exportación a nivel nacional, asumiendo que el equilibrio de estos corresponde al comercio entre los estados a nivel regional y las cantidades excedentes reflejan el comercio con el resto del país, lo que dio lugar a la elaboración de la matriz del flujo de comercio interestatal regional e interregional.

Modelo unirregional abierto al resto del mundo y el país

La construcción del modelo de comercio permitió incorporar a los cuadros de oferta y utilización los

vectores de compras y ventas de las entidades al interior de sus regiones, lo que posibilitó la construcción de los COUE y las MIP a nivel local.

VII. Resultados obtenidos¹⁵

En esta sección se enlistan estos a partir de la aplicación de la metodología propuesta; los cuadros descritos se pueden consultar en el portal de internet del CEDRUS de acuerdo con los enlaces referidos enseguida.

Modelo unirregional básico o matrices base

Para cada estado, se crearon una tabla de oferta para la economía total y tres de uso (total, doméstico e importado). Los resultados obtenidos se describen a continuación:

- 128 tablas de oferta y utilización estatales.
- 44 tablas de oferta y utilización regionales.
- 192 matrices de insumo-producto estatales total, doméstica e importada.
- 66 matrices de insumo-producto regionales total, doméstica e importada.
- 128 matrices estatales de coeficientes directos e indirectos.
- 44 matrices regionales de coeficientes técnicos y directos.
- Análisis estructural.

Modelo unirregional abierto al resto del país

- 128 tablas de oferta y utilización locales estatales.
- 44 tablas de oferta y utilización locales regionales.

¹⁵ Los resultados referidos en esta sección se pueden consultar en el Sistema de Consulta de Matrices de Insumo-Producto Estatales y Regionales, alojado en el sitio web del CEDRUS-UNAM, en el enlace <https://cedrus-unam.blogspot.com/p/sistema-de-consulta-de-matrices.html>. Cualquier aclaración, duda o retroalimentación puede remitirla al correo institucional del CEDRUS (cedrus@economia.unam.mx) con el maestro José Antonio Huitrón Mendoza, coordinador de investigación.

- 64 matrices de insumo-producto simétricas totales (industria por industria y producto por producto).
- 64 matrices de insumo-producto simétricas domésticas (industria por industria y producto por producto).
- 64 matrices estatales de coeficientes técnicos (industria por industria y producto por producto).
- 64 matrices estatales de coeficientes técnicos directos e indirectos (industria por industria y producto por producto).

Modelo de comercio

- 11 tablas de la estructura del comercio interestatal por región.
- 11 tablas de la estructura de comercio regional y con el resto del país.
- 32 tablas de comercio interestatal interregional.
- 11 matrices de flujos de comercio por región y con el resto del país.

VIII. Conclusiones del estudio

1. Los resultados de la investigación muestran que la construcción de la base de datos y la aplicación de modelos para la creación de los COUE y las MIPE requieren de la creación de un sistema de información estatal y regional.
2. Las identidades contables deben ajustarse a través de procedimientos de balanceo y calibración para poder lograr el equilibrio del sistema de cuentas estatales en su conjunto para la elaboración de los COUE. Su ajuste aislado mediante el análisis biproporcional RAS es insuficiente debido a que la diversidad de fuentes de datos e información limitada no permiten la construcción adecuada de las IC considerando las restricciones relativas a su equilibrio con otras variables a las que están sujetas de acuerdo con las recomendaciones de la literatura.

3. En consecuencia, la creación de la base de datos, la regionalización indirecta y los procedimientos de equilibrio y calibración son fundamentales para la construcción de tanto de las IC como de los COUE y las MIPE.
4. La metodología empleada permite la elaboración de los COUE y las MIPE de forma similar a las nacionales. Es por eso que consideramos a los COU como un prototipo estatal basado en una economía cerrada respecto a las relaciones comerciales entre estados del país, pero abierta al resto del mundo.
5. Este modelo es apropiado no solo porque permite analizar la economía de regiones de manera semejante a la del país; además, da la posibilidad de validar la congruencia estadística entre las tablas estatales y nacionales; asimismo, es esencial para elaborar los modelos interregionales y multirregionales, ya que se puede utilizar como matriz base regional para dichas estimaciones. Este enfoque difiere sustancialmente del propuesto por la literatura, que minimiza la importancia de la construcción de los COUE y las MIPE en el modelo unirregional cerrado, además de privilegiar la construcción del interregional a través de métodos indirectos, que implican estimar matrices regionales de arriba hacia abajo, con muy dudosos resultados por sus estimaciones indirectas sin considerar las transacciones económicas de las regiones. Desde nuestra perspectiva, el modelo regional propuesto como básico es fundamental e indispensable para estimar los modelos de comercio, interregional y multirregional.
6. Esta información, asimismo, posibilita el análisis de su estructura económica a partir del comportamiento de la demanda estatal y sus efectos en la producción directa e indirecta, así como en el destino, consumo de los bienes y servicios, así como su relación con las exportaciones e importaciones de la economía estatal.
7. Mediante la estimación de las matrices base en el modelo regional básico es posible hacer extensiones regionales y desarrollar otros modelos regionales: unirregional abierto, interregional de comercio con el resto del país y multiestatal.
8. La necesidad de la construcción de los COUR y las MIPR es inminente para la comprensión del desempeño de las economías regionales y urbanas, así como para la política económica y las estrategias de planeación del desarrollo regional y urbano; el primer paso es crear los sistemas estadísticos regionales y estatales que permitan construir y validar en gabinete y campo las cuentas regionales integrales, teniendo como centro los COUE y las MIPE; después, se requiere desarrollar el sistema de cuentas estatales y regionales con los sectores institucionales y las cuentas de capital, integradas y satélite, además de posibilitar la construcción de matrices de contabilidad social y modelos de equilibrio general estatal y regional.
9. La construcción de estas tablas es indispensable para el análisis de su estructura económica a partir del comportamiento de la demanda estatal y sus efectos en la producción directa e indirecta, así como en el destino y consumo de los bienes y servicios, y su relación con las importaciones y exportaciones de la economía estatal y regional.
10. Cabe señalar que los resultados en su conjunto son satisfactorios, sin embargo, se requiere validarlos, sobre todo en los sectores más importantes. Su calibración y ajuste posterior requerirá de una etapa posterior de validación empírica estatal-regional a nivel sectorial mediante información superior derivada de la consulta de estudios, opinión de expertos sectoriales, estatales y regionales, así como con sondeos y método Delphi que, por el tiempo y recursos requeridos, no fue posible llevarlos a cabo; asimismo, es necesario desagregar sectorialmente las

- actividades económicas a subsector y rama económica para los estados y regiones del país para los años 2008 y 2013.
11. A pesar de las limitaciones en cuanto a los supuestos del modelo de insumo-producto (como funciones de producción generalizadas, tecnología constante sin cambio y no considerar rendimientos crecientes a escala), se considera que a partir de los resultados se cuenta con una base y es posible trazar una ruta metodológica de perfeccionamiento de las estimaciones, considerando elementos como la realidad económica estatal y regional, incluyendo su carácter dinámico y desigual.
 12. Cabe destacar que se carece de recursos humanos a niveles nacional e internacional formados para la construcción de los COU y las MIP estatales y regionales de acuerdo con las necesidades existentes; más aún, a los investigadores solo les interesa ser usuarios de los datos o construir de manera muy simplificada las matrices de insumo-producto, lo cual, de acuerdo con nuestro estudio, poco ha arrojado al conocimiento del desempeño económico estatal y regional.
 13. Por último, los resultados desde nuestra experiencia son importantes, ya que no tienen precedente en el país ni a nivel internacional; no obstante, son el inicio de un esfuerzo de investigación que debe continuar y expandirse; sin embargo, las estadísticas generadas en los cuadros de oferta y utilización y en las matrices de insumo-producto a niveles estatal y regional se consideran útiles para la toma de decisiones de política económica dado que no hay precedente en el cálculo de los COUE y las MIPE para todos los estados de la República Mexicana, ya que presentan consistencia estadística contable a niveles estatal y regional, así como con respecto a los datos de los COU y la MIP nacional. Además, el error de estimación de la información obtenida es mínimo, lo que da certeza de la consistencia de los datos estatales y regionales con los nacionales.
 14. A pesar de la importancia de los resultados del estudio, se requiere profundizar y ampliar su desarrollo con el fin de tener una metodología mucho más desagregada y detallada que permita de mejor forma acercarse cada vez más a la realidad económica de los estados y regiones del país, lo cual requiere del apoyo a la investigación y a las universidades para poder lograr estos propósitos.

Fuentes

- Asuad Sanén, N. E. *Insumo-producto regional: teoría, metodología, técnicas y estudios de caso*. Colección *Economía regional y urbana*. Volumen tercero. México, UNAM-Facultad de Economía, 2019.
- _____. *Pensamiento económico y espacio*. Volumen I. México, UNAM, 2014.
- _____. *Desarrollo regional y urbano: tópicos selectos*. Volumen II. México, UNAM, 2016.
- _____. *Economía regional y urbana*. Puebla, México, BUAP, 2001.
- Asuad Sanén, N. E.; C. Vázquez; y E. Quiñones. "El caso de la industria automotriz de la región Centro Norte: un enfoque espacial de insumo-producto-regional", en: Callicó, Josefina *et al.* *Estudios regionales, un enfoque de insumo-producto*. México, Universidad de Guadalajara, 2019, pp. 93-122.
- Asuad Sanén, N. E. y J. M. Sánchez Gamboa. "A methodological proposal for the construction of a regional input-output matrix using a bottom up approach and its statistical assessment", en: *Investigación Económica*. Vol. LXXV, núm. 298, octubre-diciembre, México, 2016.
- _____. "An exploratory and comparative analysis between bottom-up and top-down approaches for a spatialized construction of a regional Input-Output matrix", en: *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*. Vol. 13, núm. 2, 2018, pp. 137-174.
- Asuad Sanén, N. E.; J. M. Sánchez Gamboa; y L. A. Flores Rodríguez. "A proposal for the construction of a regional input-output model using a bottom-up approach with hybrid methods", en: XXVI Congreso Internacional de Insumo-Producto. Junio. Atlantic City, 2017.
- Cardenete, A. "Una matriz de contabilidad social para la economía Andaluza (A social accounting matrix for the economy of Andaluza)", en: *Revista de Estudios Regionales*. Núm. 52, 1990, pp.137-153.
- Cardenete, A.; A. Guerra; y F. Sancho. *Applied General Equilibrium: An introduction*. 2nd edition. Springer, 2012.
- Chenery, H. B. y T. Watanabe. "An International Comparison of the Structure of Production", en: *Econometrica*. Vol. 26, 1958, pp. 487-521.
- EUROSTAT. *Century of statistics*. Capítulo 10. *Statistics Netherlands 1999*. 2013. Citado por EUROSTAT Regional Accounts.

- _____. *EUROSTAT manual of Supply Use and Input-Output tables*. Luxemburg, UE EUROSTAT, 2008.
- _____. *Sistema Europeo de Cuentas 2010 (SEC2010)*. Capítulo 13. SEC-R. 2010.
- Lahr, M. "A strategy for producing hybrid regional input-output tables", en: 12th International Conference on Input-Output Techniques. New York City, May 21, 1998.
- _____. "Reconciling domestication techniques, the notion of re-exports, and some comments on regional accounting", en: *Economic Systems Research*. 13(2), 2001, pp. 165-179.
- _____. "A review of the literature supporting the hybrid approach to constructing regional input-output models", en: *Economic Systems Research*. 5, 1993, pp. 277-293.
- Lahr, M., and B. H. Stevens. "A study of the role of regionalization in the generation of aggregation error in regional input-output models", en: *Journal of Regional Science*. 42(3), 2002, pp. 477-507.
- Miller, R. E., and P. D. Blair. *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. USA, Cambridge University Press, 2009.
- Moses, L. N. "The stability of interregional trading pattern and input-output analysis", en: *American Economic Review*. 45 (5), 1955, pp. 803-32.
- Oosterhaven, J. "A family of square and rectangular interregional input-output tables and models", en: *Regional Science and Urban Economics*. Volume 14, Issue 4, 1984, pp. 565-582.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). "A Systems approach to National accounts compilation", en: *A Technical Report Series F*. No-77, 1999 (DE) https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_77E.pdf
- Rasmussen, P. N. *Relaciones intersectoriales*. Madrid, Aguilar, 1963.
- Sargento. *Introducing input-output analysis at the regional level: basic notions and specific issues*. Portugal, School of Technology and Management, Polytechnic Institute of Leiria, 2009.
- _____. *Regional input-output tables and models: interregional trade estimation and input-output modeling based on total use rectangular tables*. PhD Dissertation in Economics, Faculty of Economics-University of Coimbra, 2009.
- United Nations. *Handbook of National Accounts of United Nations*. Nueva York, 1993.
- _____. *Historic Versions of the System of National Accounts*. 2019 (DE) <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/hsna.asp>
- _____. *Handbook on Supply, Use and Input-Output Tables*. 2017.
- West, G. R. "Regional Trade Estimation: A Hybrid Approach", en: *International Regional Science Review*. 1990, pp. 103-118 (DE) <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/016001769001300108>



Empleo y tráfico aéreo de pasajeros **en ciudades mexicanas,** 2005-2017

*Employment and Air Passenger Traffic
in Mexican Cities,
2005-2017*

Ignacio Javier Cruz Rodríguez y José Feliciano Rodríguez Flores*

*Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, ignacio.rodriguez@uadec.edu.mx y rodriguez.feliciano@uadec.edu.mx, respectivamente.

El objetivo de este artículo es cuantificar la relación a largo plazo entre el tráfico de pasajeros aéreo y el empleo a nivel ciudades en México. Se aplican pruebas de raíz unitaria, cointegración y modelos de corrección de errores. Se dividió la muestra en urbes con alto y bajo volumen de tráfico de pasajeros para observar si este factor podría afectar en el largo plazo al empleo. Los resultados indican una relación de equilibrio de largo plazo; la direccionalidad de la relación va del tráfico de pasajeros al empleo tanto en las ciudades de alto volumen como en las de bajo.

Palabras clave: tráfico aéreo; empleo; ciudades; México.

Recibido: 2 de agosto de 2019.
Aceptado: 4 de diciembre de 2019.

Introducción

La construcción y operación de infraestructura de transporte aéreo suele ser fuente de empleo, así como un polo de desarrollo en los lugares en los que se encuentra localizada, dado que implica inversión en espacio (terreno), logística, comunicaciones, capital humano y tecnología que, a su vez, requiere de una gran cantidad de servicios complementarios, como: transporte terrestre, hoteles, restaurantes y otros servicios turísticos, que son también fuente de empleo, además de que la actividad económica que se deriva de la operación de un aeropuerto comprende otras directamente ligadas al transporte aéreo (como pueden ser personal de vuelo y de pista) y las que tienen alguna conexión con él como resultado de su localización geográfica, en particular con la zona cercana a la terminal aérea.

Se considera que dicha relación es importante porque ofrece evidencia para evaluar la construcción de un nuevo aeropuerto —o mejorar el ya existente— para considerar beneficios en la economía local, pues relocalizar infraestructura aeroportuaria puede detonar una fuerte actividad económica donde no la había antes. El punto de mayor interés a desarrollar en este artículo

The aim of this article is to quantify the long-term relationship between air passenger traffic and employment in Mexico City. Unit-root testing, co-integration and error-correction models are applied. The sample was divided into cities with high and low volume of passenger traffic to see if this factor could affect employment in the long term. The results indicate a long-term equilibrium relationship; the directionality of the relationship goes from passenger traffic to employment in both high and low volume cities.

Key words: air traffic; employment; cities; Mexico.

se orienta en el largo plazo, pues es en este en el que se materializa tanto la construcción de nueva infraestructura de transporte como su operación y puede ofrecer un panorama más completo respecto a su impacto en el empleo. Para conocer dicha situación, este trabajo se divide en tres partes: en la primera se presenta una revisión bibliográfica acerca de la relación entre las variables de interés; en la segunda se encuentra el análisis econométrico que prueba la hipótesis sobre la relación de largo plazo entre el tráfico aéreo de pasajeros y el empleo en una ciudad, así como la discusión de los resultados; en la última se muestran las conclusiones.

Revisión de literatura

Es ampliamente reconocida la importancia para la economía nacional y local la presencia de un aeropuerto. Autores como Hoover y Giarriatami (1984) consideran que la existencia de una terminal puede considerarse como un subcentro de actividad económica y, por lo tanto, de empleo. Para Capello (2007: 177), una gran cantidad de teorías (entre las que se encuentran la del desarrollo balanceado, las etapas del crecimiento, crecimiento con base en exportaciones y la de polos de desarrollo) subrayan la necesidad de contar con una fuerte dota-

ción de infraestructura para fomentar el empleo y, en general, el desarrollo. Otros autores, como Smit (2003), mencionan que la infraestructura de cualquier tipo, incluida la aérea, es parte fundamental de la generación de empleo y del crecimiento de una región, ya que genera otras oportunidades de inversión que provienen de la creación del contexto estratégico en el que se encuentra la inversión en infraestructura que termina por desembocar en una mayor creación de empleo.

Al momento de evaluar los impactos que puede tener ya sea la construcción de un nuevo aeropuerto o la operación de uno, los estudios suelen tomar variables como crecimiento regional —Allroggen y Malina (2013), Blonigen y Cristea (2012), Sellner y Nagl (2010)— o empleo —Lakew y Bilotkach (2017), Blonigen y Cristea (2015), Sheard (2014) y Green (2007)—;¹ respecto a esta última variable, el trabajo de Blonigen y Cristea (2012) encuentra que, en el largo plazo, el crecimiento del tráfico aéreo tiene efectos positivos y significativos en el empleo; este trabajo resalta de los demás por su énfasis en el impacto a largo plazo que es el mismo horizonte temporal en el que se encuadra nuestra investigación. Otros estudios, como los de Chang y Chang (2009), Baker *et al.* (2015) y Hakim y Merkert (2016), que se orientan en las relaciones a largo plazo entre la actividad económica y el volumen de tráfico aéreo, suelen encontrar resultados diversos respecto a la causalidad entre la actividad económica y la demanda de pasajeros.

La importancia económica de los aeropuertos ha sido estudiada en la literatura de manera abundante y se ha abordado a través de los conceptos *efectos directos* e *indirectos*. Según Vennix (2017), estos no deben dejarse de lado al momento de cuantificar la aportación de un aeropuerto. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, por sus siglas en inglés) (2009) identifica como directos los que hacen referencia al empleo e ingresos generados por la construcción, operación y mantenimiento, donde destaca el caso del de Madrid porque

ofrece la mayor cantidad de empleo en Europa respecto al total del mismo en dicha ciudad (López, 2003), mientras que los indirectos consideran la conectividad, que puede incentivar la productividad, el turismo nacional e internacional, la atracción de mano de obra calificada proveniente de otras partes del país o del mundo y la mejora del comercio internacional.

La evidencia empírica indica, en estudios como el de Sheard (2014) quien utiliza datos de áreas metropolitanas en los Estados Unidos de América (EE. UU.), que el tamaño del aeropuerto tiene un impacto positivo en el empleo de servicios comerciables, pero este es pequeño; sus principales conclusiones indican que la presencia de una terminal aérea permite la especialización del empleo, pero tiene un bajo impacto en el crecimiento del mismo. En cambio, Appold (2015) sugiere que las ciudades aeroportuarias se expanden, en parte, como consecuencia de un intenso volumen de transporte aéreo. Cuando el empleo se desagrega en sectores económicos, existen investigaciones como la de Brueckner (2003) que encuentra efectos positivos en el del sector servicios, pero nulo en el manufacturero en áreas metropolitanas de EE. UU., mientras que el trabajo en sectores como el hotelero cercano a las terminales suele dispararse (Meléndez, 2016). Para México, la evidencia empírica en estudios como el de Cruz y Rodríguez (2019) indica que un alto volumen de pasajeros en entidades federativas puede afectar la direccionalidad de la relación entre el crecimiento económico y el tráfico de pasajeros, cuya causalidad se presenta del tráfico de pasajeros al crecimiento.

La revisión bibliográfica llevada a cabo arroja algunos hechos que se deben subrayar, por ejemplo, que el empleo en varios sectores económicos (entre los que se encuentran el turismo y, en general, el sector servicios) se ve incentivado por la presencia de un aeropuerto. También, se aprecia cierta escasez en el énfasis que hace la literatura en los estudios que focalizan el largo plazo, lo que se considera importante, pues la generación y operación de infraestructura aeroportuaria no solo tiene impacto en la economía en el corto plazo.

¹ Existen efectos positivos de otras modalidades de transporte, como el carretero y el tren, en el empleo y en el desarrollo de una ciudad. Para una revisión de literatura, ver Sheard (2019: 4).

Metodología y datos

La aplicación de las técnicas econométricas para analizar la relación entre empleo y tráfico aéreo de pasajeros se divide en tres pasos: en primer lugar, se aplican pruebas de raíz unitaria a las variables para determinar el orden de integración de las mismas; acto seguido, se emplean pruebas de cointegración para determinar la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo y, por último, se estima un modelo de corrección de error.

Para ello, este documento utilizará datos de panel para 29 ciudades del país con una periodicidad trimestral que va desde el primero del 2005 al cuarto del 2017. Los datos que se utilizan son la cantidad de empleos generados en cada ciudad contabilizada, los cuales se obtuvieron a través de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Por su parte, el tráfico aéreo está representado por el total de pasajeros transportados por esta vía, tanto con origen y destino nacional como internacional de los aeropuertos de México, proporcionado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

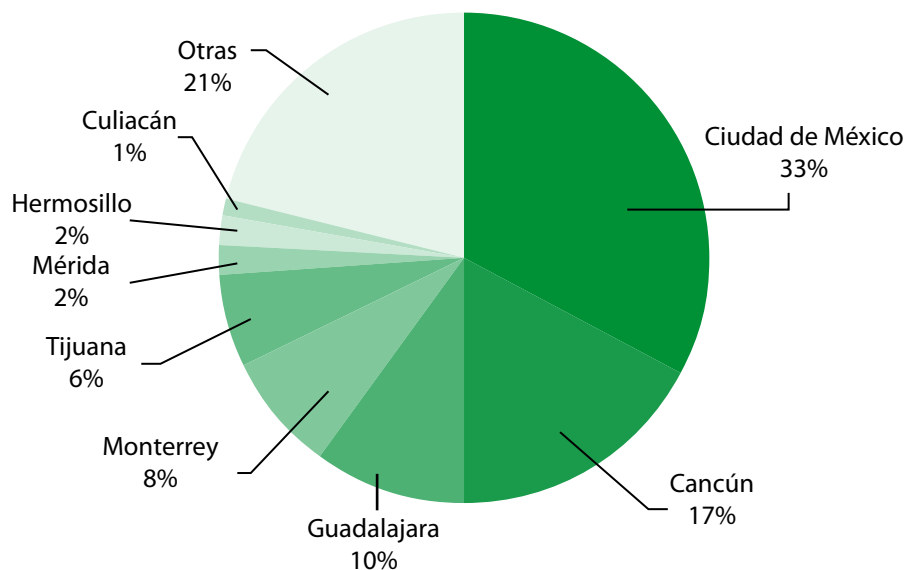
Es bien sabido que existen muchas variables determinantes del empleo y la literatura que habla sobre ellas es abundante; uno de los trabajos más recientes es el de Bracamontes *et al.* (2019) en el que los determinantes del empleo a nivel regional son la inversión extranjera directa, la formación bruta de capital fijo doméstica y el gasto en infraestructura. No obstante, resulta complicado introducir otras, pues la mayoría (como ingreso por habitante o la inversión extranjera) tiene un nivel de agregación diferente al que se utiliza en este documento, por lo cual, si se incluyeran, podrían generar resultados sesgados.

Existe una clara concentración de tráfico aéreo en algunas ciudades de México (ver gráfica 1); 79% de pasajeros transportados por aire entre el 2005 y el 2017 se encuentra en tan solo ocho ciudades: la Ciudad de México (33%), Cancún (17%), Guadalajara (10%), Monterrey (8%), Tijuana (6%), Mérida (2%), Hermosillo (2%) y Culiacán (1%).

La alta concentración de los movimientos de pasajeros representa una clara diferenciación en cuanto a la capacidad operativa y demanda de servicios entre las diferentes ciudades del país, lo cual

Gráfica 1

Pasajeros transportados por vía aérea en ciudades de México



Fuente: elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

sugiere que los efectos y, por lo tanto, las consecuencias de las fluctuaciones de la actividad económica (y viceversa) repercuten en mayor cuantía en las urbes con alto volumen de pasajeros; es por esto que, para realizar el análisis empírico, se separará a las contenidas en la gráfica 1 (centrales) del resto de las analizadas en esta investigación (no centrales)² además de que, como lo demostraron Cruz y Rodríguez (2019), las diferencias en el volumen de tráfico entre aeropuertos pueden modificar la dirección de la causalidad entre variables, ya que en lugares en los que existe un intensivo uso de infraestructura, es decir, con mucho tráfico de pasajeros, la causalidad es bidireccional debido a que un alto volumen de pasajeros incentiva la economía, traduciéndose en un impulso al aumento de estos, mientras que en zonas con bajo nivel el crecimiento resultante no se traduce en impulso al incremento de pasajeros.

La serie de datos que involucra tanto a las ocho ciudades centrales como a las 21 no centrales cubre un panel de 52 periodos trimestrales. Los datos se transformaron a logaritmos naturales para un mejor manejo de los mismos.

El análisis empírico seguirá la metodología expuesta por Hakim y Merkert (2016) y Baker *et al.* (2015), que se orienta en un procedimiento que exige de manera secuencial tres pasos primordiales que permiten evitar problemas de resultados espurios en las estimaciones. En primer lugar, se aplican pruebas de raíz unitaria para panel con el fin de investigar el orden de integración de las variables. En segundo, las de cointegración para buscar las relaciones de largo plazo que se puedan producir entre las variables. Los resultados de ambas determinarán el tipo de prueba de causalidad a utilizar en el siguiente paso; si las series son cointegradas del mismo orden se le aplicará un modelo de corrección de errores (VECM).

De acuerdo con Engle y Granger (2004), cuando se analiza un modelo econométrico que involucra

² Acapulco, Aguascalientes, Campeche, Chihuahua, Colima, Durango, La Paz, León, Morelia, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Saltillo, San Luis Potosí, Tampico, Tepic, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa y Zacatecas.

una regresión lineal entre series de tiempo que no presentan un proceso estacionario se corre el riesgo de obtener resultados espurios, es decir, que el modelo presente relaciones estadísticamente significativas entre variables cuando en realidad no existe tal relación. Por lo anterior, en los últimos años se ha desarrollado una serie de pruebas de raíz unitaria que busca medir las propiedades estacionarias de las series de tiempo y determinar el orden de integración de estas con la finalidad de evitar resultados engañosos.

Este trabajo utilizará la prueba de raíz unitaria de Im, Pesaran y Shin (2003) que, en adelante, se denotará con las siglas IPS debido a que representa una de las alternativas menos restrictivas. Esta prueba desarrolla la formulación de una hipótesis alternativa significativamente más flexible que permite controlar en grado suficiente la heterogeneidad entre individuos, resolviendo en gran medida los problemas de sesgo asintótico (Im *et al.*, 2003). La prueba IPS contrasta si la hipótesis nula de cada serie en el panel de datos no es de tendencia estacionaria, mientras que la hipótesis alternativa denota que al menos una de las series individuales es estacionaria. La ecuación que describe esta prueba tiene la siguiente fórmula:

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i Y_{it-1} + \sum_{k=1}^{\rho_i} \beta_{ik} \Delta Y_{it-k} + X_{it} \delta_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

donde, Y representa a la variable que se le pasará a prueba de raíz unitaria; $i = 1, 2, \dots, N$ son las observaciones de secciones cruzadas para $t = 1, 2, \dots, N$ periodos; X es un vector de variables regresoras específicas que incluye cualquier efecto fijo o tendencias individuales; ρ_i denota el número de rezagos; ϵ_{it} simboliza la perturbación aleatoria; y α_i es un término de corrección de error. La hipótesis nula es que cada serie del panel no tiene tendencia estacionaria y que la alternativa es que al menos una de las series individuales es estacionaria.

Cabe aclarar que no es necesario presentar pruebas de Hausman para determinar estructuras de efectos fijos o aleatorios, pues en este documento no se busca establecer regresiones con variables que se consideren determinantes para cuantificar

sus impactos en el corto plazo, sino aislar la relación entre las variables ya expresadas.

Respecto a las pruebas de cointegración, se utilizará la de cointegración para panel de datos desarrollada por Pedroni (1999), la cual es específica para paneles y permite desarrollar tendencias heterogéneas entre las unidades de sección cruzada, aproximando la heterogeneidad no observable entre individuos. Si las pruebas indican que las series bajo análisis están cointegradas, se excluye la posibilidad de correlación espuria y se confirma la existencia de una relación de causalidad a largo plazo entre variables: sin embargo, esta prueba no determina la direccionalidad de dicha relación. Para ello, se sigue el teorema de representación de Granger, el cual determina la posibilidad de examinar dicha direccionalidad a partir de la estimación de un modelo de VECM que aplica de manera exclusiva si las series bajo estudio son integradas del mismo orden (Ruiz Fuensanta, 2010). Una ventaja de estimar un VECM es que permite distinguir entre la relación de corto y largo plazo de estas variables, y otra es que su cuantificación

permite calcular el porcentaje de corrección del desequilibrio generado entre las variables.

En el corto plazo, los rezagos de la variable independiente indican si esta produce efectos en el desempeño actual de la dependiente, mientras que según Baker *et al.* (2015), en el largo plazo, la causalidad se puede evaluar examinando la velocidad de ajuste que experimenta la variable dependiente para restablecer el equilibrio entre las series a partir de un *shock* externo que será reportada en este documento como causalidad de largo plazo y se le denominará con la letra β . Cabe mencionar que la relación a largo plazo revelada en el VECM se considera unidireccional en cada modelo, revelando la direccionalidad de la relación existente.

La determinación de la direccionalidad permitirá inferir qué variable recibe el impacto y, por ello, se puede utilizar para sugerir la implementación de políticas públicas que incentiven el crecimiento de la variable de interés. En el cuadro 1 se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria donde se aprecia que no se rechaza la hipótesis

Cuadro 1

Resultados de la prueba de raíz unitaria

Variable		Estadístico IPS (Im, Pesaran y Shin)			
		Nivel	Prob.	Primera diferencia	Prob.
Ciudades centrales					
$EMP_{i,t}$	Intercepto individual	1.2017	0.885	-23.144	0.0000
	Intercepto y tendencia individual	-7.365	0.000	-22.932	0.0000
$PAS_{i,t}$	Intercepto individual	3.5935	0.999	-13.196	0.0000
	Intercepto y tendencia individual	0.2009	0.417	-10.601	0.0000
Ciudades no centrales					
$EMP_{i,t}$	Intercepto individual	0.5384	0.704	-38.486	0.0000
	Intercepto y tendencia individual	-8.825	0.000	-38.256	0.0000
$PAS_{i,t}$	Intercepto individual	0.1670	0.566	-20.149	0.0000
	Intercepto y tendencia individual	-2.263	0.011	-19.752	0.0000

Fuente: elaboración propia.

nula de estacionariedad, por lo tanto, se puede decir que el número de pasajeros (PAS) y el empleo (EMP), tanto para las ciudades centrales como no centrales, representan series integradas de primer orden I (1). Esto sugiere investigar si estas dos series presentan una relación de largo plazo mediante las pruebas de cointegración de Pedroni (1999), cuyos resultados se anotan en el cuadro 2.

En la primera parte del cuadro 2 se encuentran los resultados para las ciudades centrales, donde todos los estadísticos de dicha prueba permiten rechazar a cualquier nivel de significancia la hipótesis nula de ausencia de cointegración entre EMP y PAS, aunque el estadístico Rho pasa de forma débil; de manera general, se puede decir que hay suficiente evidencia para concluir que las variables EMP y de PAS son cointegradas y presentan una relación causal de largo plazo. La segunda parte muestra los resultados para las urbes no centrales; en este caso, el estadístico Rho no permite rechazar la hipótesis nula de no cointegración, mientras que el PP solo la rechaza al nivel de 5% y el ADF a 10%, por lo que se puede decir que existe evidencia de cointegración entre las variables.

Una vez establecida la presencia de cointegración entre las series EMP y PAS es posible analizar la relación causal en el largo y corto plazo me-

dante la estimación de un VECM, tanto para las ciudades centrales como para las no centrales, donde se podrá hablar de la direccionalidad de la relación entre las variables de interés.

$$\Delta \ln PAS_{i,t} = \alpha_{it} + \beta_{it} ETC_{it-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \gamma_{ik} \Delta \ln PAS_{it-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \delta_{it} \Delta \ln EMP_{it-1} + \epsilon_{it} \tag{2}$$

$$\Delta \ln EMP_{i,t} = \alpha_{it} + \beta_{it} ETC_{it-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \gamma_{ik} \Delta \ln EMP_{it-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \delta_{it} \Delta \ln PAS_{it-1} + \epsilon_{it} \tag{3}$$

donde Δ es un operador que denota primeras diferencias en EMP y PAS en las $i = 1, 2, \dots, N$ unidades transversales (entidades federativas) durante los periodos $t = 1, 2, \dots, T$; ϵ_{it} es la perturbación estocástica; ρ indica la extensión del rezago, mientras que ETC_{it-1} es el término de corrección de error de la relación de largo plazo que cuantifica la capacidad de ajuste.

Vale la pena señalar que la estimación de causalidad bajo un modelo de corrección de errores es

Cuadro 2

**Resultados de la prueba de cointegración de Pedroni
(between-dimension)**

	PAS _{i,t} and EMP _{it}	
	Estadístico	Prob.
Ciudades centrales		
Estadístico grupo Rho	-2.2833	0.0112
Estadístico grupo PP	-3.8625	0.0001
Estadístico grupo ADF	-3.4262	0.0003
Ciudades no centrales		
Estadístico grupo Rho	-0.2733	0.3923
Estadístico grupo PP	-1.8880	0.0295
Estadístico grupo ADF	-1.4034	0.0802

Fuente: elaboración propia.

sensible a la selección del número de rezagos utilizados porque existe una longitud óptima que, en caso de seleccionar una cantidad menor, puede producirse un sesgo por omisión de variables relevantes, mientras que una elección de rezagos por encima de los necesarios reduciría los grados de libertad en el modelo disminuyendo su calidad, además de que podría producir sesgo por inclusión de variable irrelevante (Toda y Phillips, 1993).

Hurlin (2004) señala que la selección óptima de rezagos debe cumplir la condición de $T_i > 5 + 2K$ (T_i = tiempo analizado para cada sección transversal; K = longitud del rezago). Por su parte, Holtz-Eakin *et al.* (1988) sugieren que la longitud del rezago debe ser menor a 1/3 del periodo total establecido en cada sección transversal del panel de datos; de no ser así, pueden surgir problemas de sobreidentificación en el modelo. Para ello, se eligieron los rezagos óptimos a partir de los criterios de información: *Akaike information criterion (AIC)*, *Schwarz information criterion (SC)* y *Hannan-Quinn information criterion (HQ)*, los cuales determinaron que el número óptimo de rezagos para estos modelos son seis; este valor cumple con los criterios mencionados. Este número de rezagos implica que

el modelo captura efectos de las variables de un año y medio atrás.

El cuadro 3 resume los resultados del VECM de la relación entre EMP y PAS para las ciudades centrales. En el modelo 2 se toma al total de empleo por urbe como variable dependiente y al total de pasajeros que tomaron un vuelo en el aeropuerto localizado en la ciudad correspondiente como explicativa, mientras que en el modelo 1 sucede lo contrario. El coeficiente β para el modelo 2 es significativo y negativo, indicando la existencia de una relación causal de largo plazo que se mueve desde el número de pasajeros transportados hacia el empleo. Este modelo es el que tiene especial interés para el trabajo porque indica una influencia positiva de los pasajeros en el empleo, que es la hipótesis que se busca probar. La velocidad de ajuste es de 0.0031, lo cual sugiere que, aproximadamente, 0.3% del desequilibrio producido entre las series es corregido en un solo lapso de estudio. La estructura de rezagos indica que el empleo se ve incentivado por el volumen de tráfico aéreo en un periodo de rezago de hasta un trimestre, es decir, en el corto plazo también sucede que el tráfico de pasajeros tiene impactos positivos en el empleo de la ciudad en la que se encuentra localizado.

Cuadro 3

Resultados del VECM para ciudades centrales

Modelo 1 $\Delta \ln PAS$		Modelo 2 $\Delta \ln EMP$	
1-trimestre rezago ΔEMP	0.0358***	1-trimestre rezago ΔPAS	0.0527**
2-trimestre rezago ΔEMP	0.0104	2-trimestre rezago ΔPAS	-0.3257
3-trimestre rezago ΔEMP	0.0061	3-trimestre rezago ΔPAS	-0.3384
4-trimestre rezago ΔEMP	0.0154	4-trimestre rezago ΔPAS	-0.1715
5-trimestre rezago ΔEMP	-0.0039	5-trimestre rezago ΔPAS	-0.2320
6-trimestre rezago ΔEMP	-4.38E-05	6-trimestre rezago ΔPAS	-0.1415
Causalidad largo plazo β	-0.0030	Causalidad largo plazo β	-0.0031***
Constante	0.0084***	Constante	0.0278
R^2	0.2609	R^2	0.4239
R^2 ajustada	0.2332	R^2 ajustada	0.4022
Log likelihood	971.32	Log likelihood	470.91
Estadístico F	9.3986	Estadístico F	19.585

Nota: ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 4 se presenta el VECM para las ciudades no centrales; el modelo 4 de nuevo resalta por los resultados. En él, la variable dependiente está representada por los empleos al igual que en el modelo 2. Tanto ciudades centrales como no centrales presentan impactos positivos en el nivel de empleo que se ve incentivado por el volumen de tráfico aéreo. El valor del coeficiente β indica que alrededor de 0.06% del desequilibrio se corrige en un solo periodo.

Los modelos para ciudades centrales y no centrales arrojaron el mismo resultado, indicando que, aunque con diferente intensidad, el empleo se ve impulsado por el tráfico aéreo de pasajeros. Es conveniente dimensionar estos resultados en dos contextos diferentes: el primero es sobre la diferencia de impactos que tienen ambos tipos de ciudades ya que en las centrales el impacto en el empleo es mayor que en las no centrales, posiblemente porque en las de mayor tamaño se presentan economías de localización y urbanización que reaccionan a la demanda que representa la llegada de pasajeros nacionales e internacionales; el segundo, porque la construcción de nueva infraestructura aeroportuaria puede ser vista como instrumento de apoyo al empleo en una región.

Sobre esta segunda razón se puede introducir el contexto en que se ubica la discusión nacional acerca de la construcción de nueva infraestructura aeroportuaria en la que la decisión de edificación de un nuevo aeropuerto en la Ciudad de México para suplir el existente tendrá impactos positivos en el empleo de la región en que se lleve a cabo.

Conclusión

El presente documento tuvo como objetivo estudiar la relación de largo plazo entre el empleo y el tráfico de transporte aéreo (número de pasajeros) para distintas ciudades de México durante el periodo 2005-2017. Se planteó dividir la muestra de datos y examinar por separado a las urbes con una fuerte concentración de la actividad aeroportuaria (centrales) y las de una baja participación nacional (no centrales) con el fin de ilustrar si los mayores volúmenes de transporte aéreo de pasajeros podrían influir en la vinculación entre variables como lo mostraron estudios previos. Los resultados mostraron que las variables están cointegradas y que la direccionalidad de la causalidad en el largo plazo va del volumen de pasajeros a la cantidad de em-

Cuadro 4

Resultados del VECM para ciudades no centrales

Modelo 3 $\Delta \ln PAS$		Modelo 4 $\Delta \ln EMP$	
1-trimestre rezago ΔEMP	0.1189	1-trimestre rezago ΔPAS	0.0155***
2-trimestre rezago ΔEMP	-0.3710	2-trimestre rezago ΔPAS	-0.0006
3-trimestre rezago ΔEMP	-0.0456	3-trimestre rezago ΔPAS	0.0006
4-trimestre rezago ΔEMP	0.1494	4-trimestre rezago ΔPAS	0.0031
5-trimestre rezago ΔEMP	-0.3536	5-trimestre rezago ΔPAS	0.0025
6-trimestre rezago ΔEMP	-0.2535	6-trimestre rezago ΔPAS	-0.0002
Causalidad largo plazo β	-0.0067	Causalidad largo plazo β	-0.0006***
Constante	0.0139***	Constante	0.0078***
R^2	0.1779	R^2	0.1090
R^2 Ajustada	0.1664	R^2 Ajustada	0.0966
Log likelihood	595.00	Log likelihood	2397.12
Estadístico F	15.4991	Estadístico F	8.7680

Nota: ** p < 0.05, *** p < 0.01

Fuente: elaboración propia.

pleos tanto para las ciudades centrales como para las no centrales, mientras que, en el corto plazo, el VECM mostró, para ambos tipos de urbes, que el volumen de pasajeros puede impulsar al empleo. Lo anterior es relevante para la formulación de políticas pues indica que, si se busca impactar el empleo, una opción es tratar de aumentar el flujo de pasajeros nacionales e internacionales, por ejemplo, mediante la construcción de infraestructuras de transporte.

Fuentes

- Allroggen, Florian y Robert Malina. "Do the regional growth effects of air transport differ among airports?", in: *Journal of Air Transport Management*. Vol. 37, May, 2014, pp. 1-4.
- Appold, Sthephen. "The impact of airports on US urban employment distribution", in: *Environment and Planning*. Vol. 47, num. 2, 2015, pp. 412-429.
- Baker, D.; R. Merkert & M. Kamruzzaman. "Regional aviation and economic growth: cointegration and causality", in: *Journal of Transport Geography*. Vol. 43, 2015, pp. 140-150.
- Bracamontes, Joaquín; Christian Millán y Mario Camberos. "La elasticidad empleo-producto en la región sur-sureste de México", en: *El mercado de trabajo en México: Tendencias en el siglo XXI*. Saltillo, Universidad Autónoma de Coahuila-Fontamara, 2019.
- Blonigen, Bruce y Anca Cristea. *Airports and Urban Growth: Evidence from a Quasi-Natural Policy Experiment*. Working Paper No. 18278 NBER, 2012.
- _____. "Air Service and urban growth: Evidence from a quasi-natural policy experiment", in: *Journal of Urban Economics*. Vol. 86, 2015, pp. 128-146.
- Breitung J. y M. Pesaran. "Unit Roots and cointegration in Panles", en: Mátyás, L. y P. Sevestre (eds.). *The Econometrics of Panel Data. Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics*. Vol. 46. Berlin, Heidelberg, Springer, 2008.
- Brueckner, J. *Airline Traffic and Urban Economic Development*. *Urban Studies*. 40(8), 2003, pp. 1455-1469.
- Burdisso, T. y M. Sangiácomo. "Series de tiempo en panel. Una reseña de la evolución metodológica", en: *Estudios BCRA*. Vol. 16, 2015, pp. 3-18.
- Capello, Roberta. *Regional Economics*. Nueva York, Routledge, 2007.
- Chang, Y.-H. & Y.-W. Chang. "Air cargo expansion and economic growth: Finding the empirical link", in: *Journal of Air Transport Management*. Vol. 15, 2009, pp. 264-265.
- Cruz, Ignacio y Feliciano Rodríguez. "Crecimiento económico y tráfico de pasajeros: un análisis para las entidades federativas en México", en: *Estudios Sociales*. Vol. 29(53), 2019, pp. 1-33.
- Engle, R. y C. Granger. "Econometría de las series de tiempo, cointegración y heterocedasticidad condicional autoregresiva", en: *Cuestiones Económicas*. Vol. 20(2), 2004, pp.85-119.
- Green, R. "Airports and Economic Development", en: *Real Estate Economics*. Vol. 35, num. 1, 2007, pp. 91-112.
- Gujarati, D. y D. Porter. "Modelos econométricos dinámicos: modelos autoregresivos y de rezagos distri-buidos", en: Chacón, J. *Econometría*. México, McGraw Hill, 2010.
- Hakim, M. M. & R. Merkert. "The causal relationship between air transport and economic growth: Empirical evidence from South Asia", in: *Journal of Transport Geography*. Vol. 56, 2016, p. 120-127.
- Holtz Eakin, D.; W. Newey & H. S. Rosen. "Estimating vector autoregressions with panel data", in: *Econometrica*. Vol. 56, 1998, pp 1371-1395.
- Hoover, Edgar y Frank Giarratani. *An Introduction to Regional Economics*. Nueva York, Alfred A. Knopf, 1984.
- Hurlin, C. *Testing Granger Causality in Heterogeneous Panel Data Models with Fixed Coefficients*. Mimeo. University Paris IX, 2004.
- IATA. *Economic Benefits from air Transport in Mexico*. Suiza, 2007.
- Im, K.; M. Pesaran y Y. Shin. "Testing for unit root in heterogeneous panels", in: *Journal of Econometrics*. Vol. 115, num. 1, 2003, pp. 53-74.
- Lakew, Paulos y Volodymyr Bilotkach. "Airport delays and metropolitan employment", in: *Journal of Regional Science*. Vol. 58(2), 2017, pp. 424-450.
- López de la Mota, Ángel. "El aeropuerto como motor económico. Beneficios generados por Madrid-Barajas", en: *Economistas*. 21(95), 2003, pp. 91-97.
- Meléndez, Paulo. *Perspectivas financieras y de empleo en el sector hotelero, relacionadas con el funcionamiento del aeropuerto internacional de Palmerola*. Tesis. Mimeo. 2016.
- Pedroni, Peter. *Critical Values for Cointegration Test in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors*. Vol. 61(1), 1999, pp. 653-670.
- Ruiz FuenteSanta, M. *Influence of district external economies on firm productivity: a multilevel approach*. 18, 2010, pp 61-82.
- Sellner, Richard y Phillip Nagl. *Air accessibility and growth. The economic effects of a capacity expansion at Vienna International Airport*. Vol. 16, num. 6, 2010, pp. 325-329.
- Sheard, Nicholas. "Airports and Urban sectoral employment", in: *Journal of Urban Economics*. Vol. 80, Mar, 2014, pp. 133-152.
- _____. "Airport size and urban growth", in: *Economica*. Vol. 86(342), 2019, pp. 300-335.
- Smit, Han. "Infrastructure investment as a real options game: The case of European airport expansion", in: *Financial Management*. Vol. 32(4), 2003, pp. 27-57.
- Toda, Hiro y Peter Phillips. "Vector Autoregressions and Causality", in: *Econometrica*. Vol. 61(6), 1993, pp. 1367-1393.
- Vennix, Saskia. *Economic importance of air transport activities in Belgium*. Working Paper Document. Num. 324. National Bank of Belgium, 2017.

Disponibilidad de estadísticas ambientales en nueve países latinoamericanos

An Assessment of the Availability of Environmental Statistics in Nine Latin American Countries

Alejandro Eduardo Guevara Sanginés,* Alfonso Mercado García** y José Alberto Lara Pulido***

El artículo examina el desarrollo de las estadísticas ambientales (EA) en nueve países de América Latina y el Caribe e identifica varios desafíos de política estadística. Los objetivos son: revisar el progreso de las EA en la región, evaluar el impacto en la satisfacción de su uso por los responsables de las políticas ambientales e identificar los factores explicativos del desarrollo de estas estadísticas. El estudio se basa en una encuesta de autodiagnóstico aplicada a los responsables de los datos ambientales en este grupo de naciones en el 2014. Se encuentra un progreso notable en las EA producidas en la zona, aunque es muy heterogéneo y necesita consolidarse. Una mayor institucionalidad y cooperación internacional han favorecido este avance, pero se tienen los obstáculos de restricciones de recursos (financieros y humanos) y una limitada institucionalización.

Palabras clave: desarrollo de las estadísticas ambientales; disponibilidad de datos; acceso a los datos; utilidad de las estadísticas para decisiones de política pública.

Recibido: 1 de agosto de 2019.
Aceptado: 20 de diciembre de 2019.

* Universidad Iberoamericana, alejandro.guevara@uia.mx y alejandro.guevara.sangines@gmail.com

** El Colegio de México, amercado@colmex.mx y amercadogarcia@hotmail.com

*** Universidad Iberoamericana, jose.lara@ibero.mx y jose.alberto.lara@gmail.com.

Nota: los autores agradecen el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como la participación de varios funcionarios de instituciones responsables de la estadística ambiental en los nueve países del estudio; el documento se enriqueció con las sugerencias de cuatro evaluadores anónimos, a quienes también agradecemos sin comprometerlos.

The article examines the development of environmental statistics (ES) in nine countries in Latin America and the Caribbean and identifies several statistical policy challenges. The objectives are: to review the progress of ES in the region, to assess the impact on the satisfaction of their use by environmental policy makers, and to identify the explanatory factors of the development of these statistics. The study is based on a self-diagnostic survey applied to those responsible for environmental data in this group of nations in 2014. Remarkable progress has been made in ES produced in the area, although it is very heterogeneous and needs to be consolidated. A greater institutionalization and international cooperation have favored this progress, but there are the obstacles of resource restrictions (financial and human) and limited institutionalization.

Key words: development of environmental statistics; data availability; data access; usefulness of statistics for public policy decisions.



Graphica/Arts/ The 'Vischer Map of the New World' including North and South America; hand-colored engraving, 1658/Getty Images

Introducción

En este documento se analiza la disponibilidad de estadísticas ambientales (EA) en nueve países selectos de América Latina y el Caribe: Bahamas, Colombia, Costa Rica, Jamaica, México, Panamá, República Dominicana, Surinam y Venezuela. El análisis se basa en una encuesta dirigida, con un autodiagnóstico¹ de los responsables de la estadística sobre el ambiente en estas naciones,² en

- 1 El cuestionario se apejó al Marco Conceptual para el Desarrollo de Estadísticas Ambientales (MDEA) 2013 y se amplió con dos módulos, uno de los cuales trató acerca de las cuentas ambientales y el otro sobre la información geoespacial; además, abarcó las siguientes secciones: dimensión institucional de las EA, las EA a nivel de variable, las EA a nivel de tópico estadístico, proyectos vigentes de estadísticas básicas de medio ambiente y los de cuentas ambientales.
- 2 Se aplicó una primera versión del cuestionario como prueba piloto directamente entre funcionarios de los institutos de estadística y los ministerios de medio ambiente en Costa Rica y Jamaica. Después, la versión corregida y definitiva se aplicó por vía informática en línea durante dos meses, aproximadamente

el 2014. Se investiga este grupo porque ocho de ellos ya habían sido estudiados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el 2008 (CEPAL, 2009); es decir, se eligieron con fines comparativos; se agregó Jamaica para incluir un tercer caso en el Caribe.³ También, se hacen comparaciones con otro estudio más reciente de la misma CEPAL hecho en el 2015 y cubriendo 22 naciones de la región (CEPAL, 2017). Así, el objetivo de la investigación es profundizar en el avance de la disponibilidad de EA en el caso de este grupo de países.

Las EA incluyen cifras básicas, estadísticas derivadas (también llamadas *procesadas*) e indicadores

- 3 Por razones presupuestales no se amplió la encuesta a otros países de América del Sur (más allá de Colombia, Surinam y Venezuela); por ello, esta es dirigida, no representativa.

sobre el medio ambiente y los recursos naturales. El presente documento cubre este conjunto de información estadística. La información geoespacial organiza estas estadísticas por su entorno geográfico y las cuentas nacionales ambientales incorporan las derivadas e indicadores en las cuentas económicas nacionales.⁴

Como se verá en la siguiente sección, desde hace casi medio siglo que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha hecho llamados al desarrollo de información estadística y geográfica sobre el medio ambiente, a los cuales se sumaron muchos gobiernos del mundo. Ya se dijo que el objetivo general del estudio es evaluar esa evolución. De este se derivan tres objetivos particulares: revisar el progreso de las EA en la región, evaluar el impacto en la satisfacción del uso hecho por los responsables de las políticas ambientales y conocer los factores explicativos del estado que guardan dichos datos.

Se comprende la disponibilidad de EA como "... la posibilidad de que las estadísticas ambientales, concebidas éstas como un producto, sean realizadas, encontradas y utilizadas en forma oportuna y con cierta periodicidad..." (Mercado García, A. y C. R. López Pérez, 2015, p. 16). La evaluación se hace con respecto a la oferta 2013 (ONU, 2016), por variable, frecuencia, fuente, cobertura y su relación con las prioridades ambientales de la región estudiada.

Antecedentes

El desarrollo de las EA en el mundo es relativamente reciente (en comparación con las estadísticas económicas, demográficas y sociales), lo cual incide en que haya multitud de dificultades aun no resueltas o en las que las acciones que han

realizado los países para resolverlas todavía sean incipientes (Mercado y López, 2014).

Los antecedentes de la mayoría de los datos ambientales son de apenas unas décadas, con el impulso original de la ONU durante su Conferencia sobre el Medio Humano de 1972, realizada en Estocolmo. En 1973, el Programa de Estadísticas de las Naciones Unidas solicitó un financiamiento para la División de Estadísticas del mismo organismo con el fin de coordinar y desarrollar estadísticas y programas ambientales (ONU, 1975).

En 1984, la División de Estadísticas de las Naciones Unidas (DENU) elaboró el Marco Conceptual para el Desarrollo de Estadísticas Ambientales (MDEA) con conceptos y métodos para la elaboración de estadísticas de manera homologada (ONU, 2013). A principios de la década de los 90, la *Agenda 21*, en su capítulo 40, exhortó con urgencia al desarrollo de sistemas de información e indicadores de sostenibilidad para el proceso de toma de decisiones, a la mejora de la producción de datos, indicadores e informes, así como a garantizar el acceso público a dichos instrumentos (ONU, 1993). Luego, al final de la misma década, la Comisión Económica para Europa adoptó el Convenio Aarhus en Dinamarca, con sendas propuestas de mecanismos para garantizar el acceso público a la información ambiental (Comisión Económica Europea, 1999). En el 2013, la DENU publicó un nuevo MDEA, organizando conceptos y estadísticas en diferentes áreas.

En cuanto al desarrollo de estas estadísticas en América Latina y el Caribe, un antecedente importante se encuentra en el estudio hecho por Quiroga (2005) para la CEPAL, evaluando la situación de los datos ambientales de la región. El documento revela una importante falta de disponibilidad de datos ecológicos (sobre el *stock* y la calidad del agua, la atmósfera, los suelos, la biodiversidad, los ecosistemas marinos, etcétera). El mismo estudio aboga con urgencia por una mayor generación de información estadística económica, social y, propiamente, ecosistémica para la toma de decisiones en la gestión de una mayor sostenibilidad del desarrollo.

⁴ En tres de los nueve países se genera información geoespacial relacionada con el medio ambiente. No obstante su incipiente desarrollo, los proyectos que se han publicado tienen las características deseables para su uso en la toma de decisiones (existencia de metadatos, disponibilidad de capas cartográficas y escala aceptable). En lo concerniente a las cuentas ambientales, cuatro de las nueve naciones reportaron producirlas en términos físicos y monetarios (Colombia, Costa Rica, México y República Dominicana).

Luego, en el 2008, se hizo un análisis similar al que se ofrece en este documento cubriendo ocho de los países estudiados —Jamaica no se había incluido— (CEPAL, 2009). En dicho estudio se había encontrado cierta institucionalización para la producción de EA, contando ya con un marco legal para ello y siendo los principales instrumentos legales las leyes generales de estadística y de medio ambiente. La primera no hacía explícito el tema ambiental, pero los institutos de estadística se apegaban a ella cuando trataban este rubro. En el segundo caso, las leyes ambientales incluían mandatos de desarrollo de sistemas de información al respecto.

Seis de esos ocho países ya disponían de oficinas responsables dedicadas en especial a las EA (Colombia, Panamá, Venezuela, México, Costa Rica y República Dominicana). Adicionalmente, Jamaica tenía una agencia de planeación ambiental que producía información estadística sobre el tema. Sin embargo, en el estudio referido, se observa que la institucionalización era incipiente y con limitaciones importantes, por ejemplo, la relación de las oficinas de estadística con los ministerios del medio ambiente (MMA) era informal, carente de una mínima plataforma institucional; además, la mayoría de los países disponía de poco personal dedicado a las EA, con la excepción de Colombia y México, donde se contaba con grupos de 20 y 24 personas, respectivamente (las demás naciones tenían grupos de entre solo una y ocho personas). Estas limitaciones han sido reveladas en otras publicaciones (Quiroga, 2005; UNEP/GRID-Arendal, 2009 y Mercado y López, 2014).

Otro trabajo —más amplio que el presente— acaba de publicarse hace un par de años, con observaciones del 2015 (CEPAL, 2017), el cual se basa en una encuesta levantada en 26 países de la región de América Latina y el Caribe. Entre los resultados destaca un progreso significativo, aunque heterogéneo, en las EA generadas en la zona. También, se encuentra un avance institucional, de manera que 22 naciones ya contaban con un marco legal para producir EA y 13 tenían un comité interinstitucional a cargo de organizar dicha pro-

ducción. No obstante, existían limitaciones, como la falta de un programa o plan formal de EA, las carencias de recursos financieros y humanos y varios problemas de coordinación entre las instituciones involucradas.

Además de lo anterior, varias publicaciones señalan desafíos importantes (Quiroga, 2015; UNEP/GRID-Arendal, 2009; Taboulchanas, 2013; De Miguel, Soto y Núñez, 2014; Mercado y López, 2014): homologar los distintos marcos ordenadores utilizados en los países, resolver la escasez de recursos financieros, fortalecer la vinculación institucional para compartir y generar estadísticas entre las diversas agencias, llenar vacíos de información, corregir la irregularidad en la producción de estadísticas, aprovechar al máximo las tecnologías de información y comunicación (TIC) para facilitar el acceso a la información estadística y geográfica y vincular de manera efectiva la oferta de EA con los demandantes para influir en la toma de decisiones.

Estos desafíos han motivado respuestas de buenas prácticas en la región (ver cuadro 1), como las siguientes:

- Vinculación interinstitucional. Como respuesta a este reto, en la mayoría de los países latinoamericanos bajo estudio se constituyó un comité u organismo interinstitucional con la tarea de definir políticas y aspectos técnicos para la MDEA 2013 (ONU, 2016), por variable, frecuencia, fuente, cobertura y su relación con las prioridades ambientales de la región estudiada.
- Vacíos de información. Al respecto, se identifican dos importantes: uno acerca de valoración ambiental y otro sobre metadatos. En cuanto al primer asunto, el gobierno canadiense brindó la iniciativa *Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI)* para difundir y sistematizar información relacionada con la valoración de bienes y servicios ambientales. México se adhirió a esta iniciativa en fecha reciente. Con respecto a la ausencia de metadatos, se empieza a avan-

zar, siendo nuestro país pionero en su producción.⁵ La EVRI se ha venido adoptando a nivel mundial desde hace unos seis años (Stockins, 2012).

- Acceso a los datos. La principal respuesta a la falta de acceso a las estadísticas ha sido el uso de la tecnología en la difusión. Al respecto, en la mayoría de las naciones bajo estudio se dispone de un portal que concentra EA de cada país ofreciendo mapas, estadísticas, indicadores y documentos (ver cuadro 2). Se encuentra el problema de que, en muchos casos, no se pueden descargar capas cartográficas y en otros, si existe tal opción, se restringe a funcionarios de gobierno o a su solicitud con la condición de que tiene que ser aprobada.⁶

- Desequilibrio entre la oferta y la demanda de EA. Este tema es un desafío que sigue vigente, sobre todo en el caso de las cuentas ambientales y ecológicas recomendadas desde 1992 en la *Agenda 21* (ONU, 2016). Colombia y México empezaron a desarrollar un sistema de dichas cuentas en la década de los 90.⁷ También, sobresale el caso de Costa Rica, que ha establecido un convenio de colaboración para la contabilidad del capital natural con la iniciativa *Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services (WAVES)*, auspiciada por el Banco Mundial, con el fin de contribuir a generar mayor información sobre los recursos hídricos, bosques, recursos marinos y costeros, turismo y recursos energéticos (Banco Mundial, 2012 y 2014).

Las buenas prácticas mencionadas han ayudado a un mejor desarrollo de las EA en la región. Enseguida, se estudia este tema, en especial lo

⁵ En especial, se ha estado adoptando el protocolo *Statistical Data and Management Exchange (SDMX)*, el cual permite el intercambio de datos y metadatos estadísticos mediante normas y directrices comunes (INEGI, 2014).

⁶ Cabe resaltar los casos del Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB) de Colombia (<https://github.com/SIB-Colombia/sib-dataportal>) y el portal de geoinformación del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en México. En ambos casos se ofrece un portal interactivo de información cartográfica con la opción de descargar los archivos de la fuente, de manera que cualquier sector de la sociedad puede acceder a la información.

⁷ En los dos casos, las cuentas referidas están vinculadas al sistema de contabilidad nacional (DANE, 2003 y Martínez, 2000).

Cuadro 1

Relación entre varios desafíos y varias buenas prácticas identificadas

Desafío	Ejemplo de una respuesta de buena práctica
Falta de vinculación interinstitucional	Comités técnicos interministeriales
Falta de conocimiento	<i>Iniciativas Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services (WAVES)</i> y <i>Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI)</i> , impulsadas en Costa Rica, por el gobierno canadiense, y en México, por el Banco Mundial, respectivamente.
Falta de acceso a la información	TIC y acceso a la información.
Notable desequilibrio entre la oferta y la demanda de estadísticas ambientales	Cuentas ambientales y ecológicas en México y Colombia, <i>WAVES</i> .
Ausencia de metadatos	<i>Statistical Data and Management eXchange (SDMX)</i> .

Fuente: Guevara Sanginés y Lara Pulido, 2014.

Sistemas en línea selectos para la difusión de indicadores ambientales

País	Sistema	Sitio
Colombia	Sistema de Información Ambiental (SIA)	https://www.siac.gov.co/portal/default.aspx
Costa Rica	Sistema Nacional de Información Ambiental (SINA)	http://www.sinac.go.cr/ceniga/
México	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN)	http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales
Panamá	MiAmbiente	https://www.miambiente.gob.pa/biblioteca-virtual/ y https://www.miambiente.gob.pa/mapas/
República Dominicana	Sistema de Información Ambiental	http://www.ambiente.gob.do/IA/Presentacion/Paginas/default.aspx
Venezuela	Sistema de Información Ambiental (SIA)	http://sia.geoportalsb.gob.ve/sia/

Fuente: Guevara Sanginés y Lara Pulido, 2014.

relativo a la disponibilidad, con base en una encuesta dirigida en nueve países seleccionados, tal como se explicó en la sección introductoria. Más adelante se identifican los factores explicativos y se revisa la articulación con los principales usuarios.

Disponibilidad de EA en los países estudiados

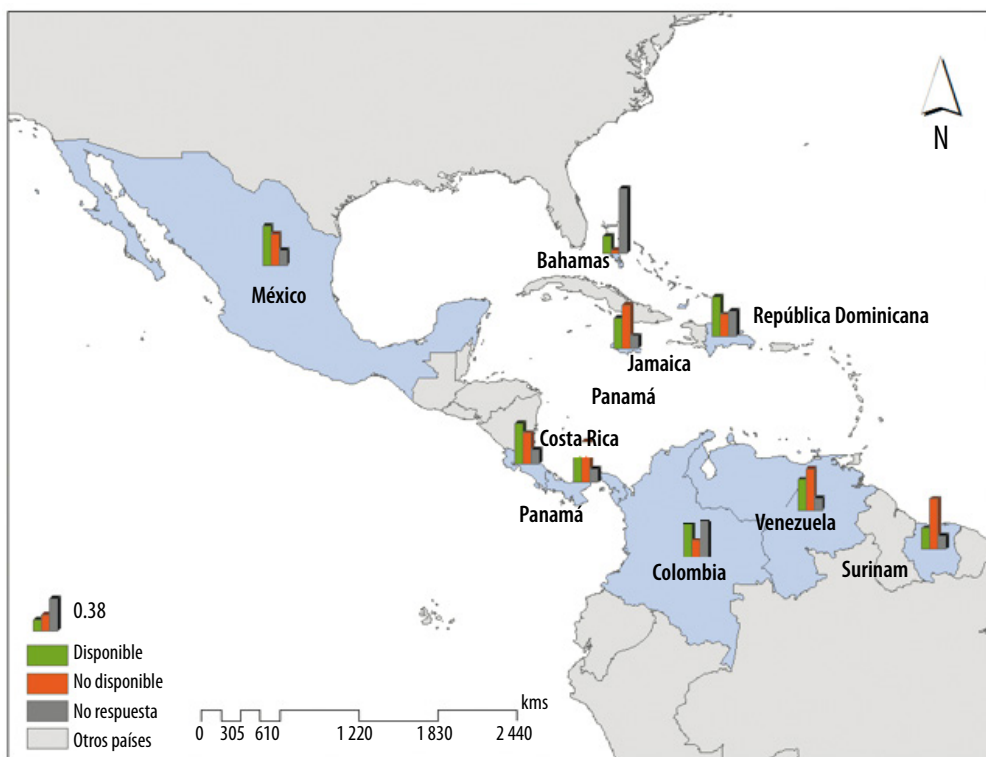
Similar al mencionado estudio de la CEPAL (2017), en el presente se encuentra un progreso notable en las EA producidas en la región, aunque el mismo es muy heterogéneo; además, este desarrollo necesita consolidarse. A continuación, se presentan resultados relevantes de la encuesta en lo concerniente a la disponibilidad por variable ambiental, por tipo de programa, su periodicidad, fuentes y cobertura espacial.

Por variable ambiental

La encuesta captó información sobre qué disponibilidad tenían los países respecto a 512 variables ambientales en el 2014, las cuales se agrupan en tópicos, mismos que se agregan en subcomponentes y componentes. Se encontró una disponibilidad promedio de 33.5% del total de las variables; 34.5% no estaba disponible; y para el restante 32% no se registró información. Excluyendo los casos sin respuesta, la relación de disponibilidad respecto a la no disponibilidad es un poco menos que 1, lo cual revela un importante rezago y un desafío por atender. Estos datos se muestran desagregados por país en el mapa y la gráfica, mostrando que, en un extremo, Costa Rica y la República Dominicana son los dos países con mayor disponibilidad en el presente análisis con una oferta equivalente a 55 y 53%, respectivamente, de las variables del MDEA y, en el otro, Bahamas y Surinam con 24 y 29%;

Mapa

Disponibilidad de información por país

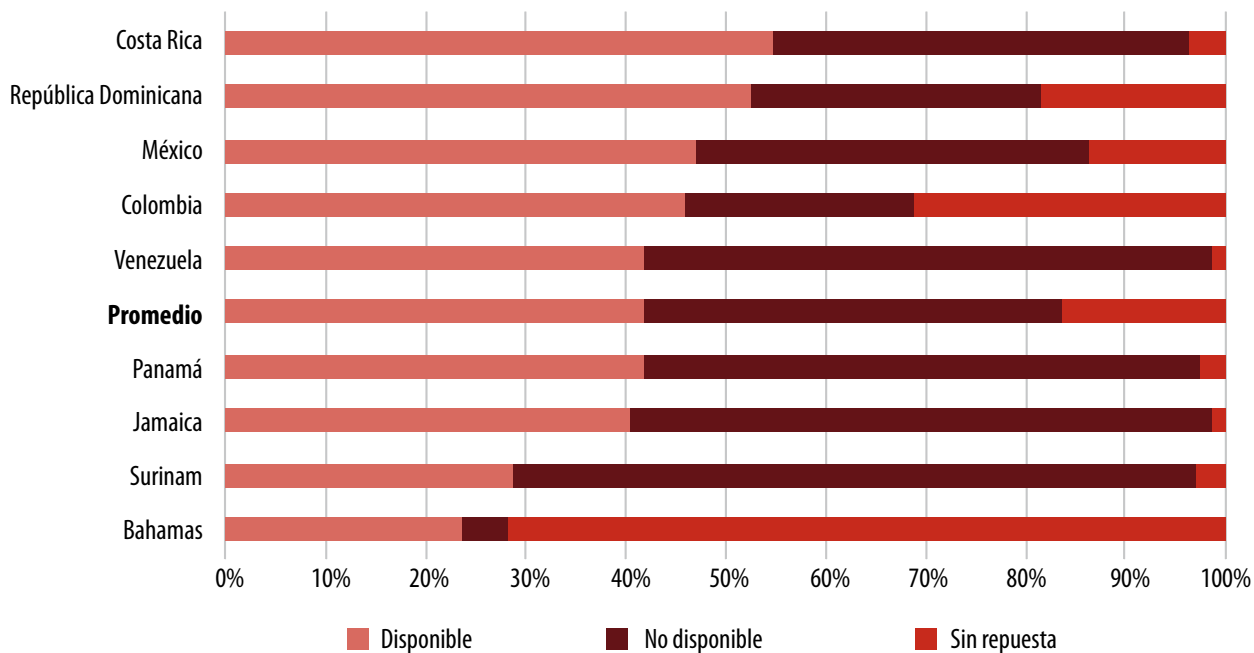


Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

Gráfica 1

Disponibilidad de estadísticas a nivel de variable

(% del total de variables)



Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

México, Colombia, Panamá, Jamaica y Venezuela se ubican en lugares intermedios con 47, 46, 42, 41 y 39%, cada uno.

Utilización de programas especiales

La encuesta captó 15 programas vigentes de generación de estadísticas básicas y derivadas, así como indicadores del medio ambiente en los nueve países

bajo estudio. Seis de ellos dieron información sobre programas de EA: Jamaica y México con cuatro cada uno, Surinam con tres, República Dominicana con dos y Panamá y Venezuela con uno cada país; es decir, con excepción de Jamaica y México, en la mayoría de las naciones estudiadas parece faltar el desarrollo de programas de producción de estas estadísticas. De los captados, 80% cuenta con datos ya publicados y 7% está en etapa de implementación (ver cuadro 3). Asimismo, 80% se actualiza, como mínimo, cada dos años.

Cuadro 3

Continúa

Programas y proyectos vigentes de estadísticas básicas de medio ambiente

Nombre o tema	Institución	Fuente de los datos	Periodicidad	Cobertura geográfica	Estado del programa
Jamaica					
Temas: calidad de la vivienda, población urbana y rural	<i>Statistical Institute of Jamaica</i>	Censos, encuestas	Decenal, anual	Cuarto nivel (poblado), primer nivel (nacional)	Datos publicados
Temas: lluvias, temperatura	<i>Meteorological Service of Jamaica</i>	Registro administrativo	Mensual	Tercer nivel (Parish, municipio)	
Temas: emisiones, calidad de agua	<i>National Environment and Planning Agency</i>	Registro administrativo	Mensual	Nacional	Datos publicados (algunos sin publicar)
Temas: minería, energía	<i>Ministry of Science, Technology, Energy and Mining</i>	Registro administrativo	Mensual	Nacional	Datos publicados/bajo petición
México					
Módulo Ambiental de Agua Potable y Saneamiento del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	Censo	Bianual	Municipios y delegaciones	Datos publicados
Módulo Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales	INEGI	Censo	Bianual	Municipios y delegaciones	Datos publicados
Módulo de Hogares y Medio Ambiente	INEGI	Encuesta	Bianual	Nacional	Datos publicados

Cuadro 3

Programas y proyectos vigentes de estadísticas básicas de medio ambiente

Continúa

Nombre o tema	Institución	Fuente de los datos	Periodicidad	Cobertura geográfica	Estado del programa
Módulo sobre la Gestión Ambiental de los Gobiernos Estatales. Temas: agua, atmósfera, suelo, actividades productivas, energía y edificaciones	INEGI	Censo	Anual	Nacional, estatal	En implementación
Panamá					
Estadísticas ambientales. Temas: asentamientos humanos, atmósfera, recursos hídricos, recursos forestales y suelo, biodiversidad, desechos sólidos, recursos pesqueros, recursos mineros, gestión ambiental	Instituto Nacional de Estadística y Censo	Registro administrativo	Anual	Provincia	Datos publicados
República Dominicana					
Sistema de Indicadores de Desempeño Ambiental	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	ND	ND	ND	ND
Sistema de Monitoreo de la Reforestación	ND	ND	ND	ND	ND
Surinam					
<i>UNSD/CARICOM Project (CARICOM Program). Strengthening Capacity in the Compilation of Statistics and Indicators for Conference Follow-up in the CARICOM Region.</i> Temas: características sociodemográficas, clima y desastres naturales, turismo, transporte, medio ambiente y salud, agua, energía y minerales, forestal, recursos costeros y marinos, uso de suelo y agricultura, biodiversidad, aire, desechos	<i>General Bureau of Statistics (GBS)</i>	Censos, encuestas	Bianual	Nacional, algunos datos subnacional	Datos publicados
<i>Framework for the Development of Environment Statistics (FDES)</i>	GBS	Censos, encuestas	Bianual	Nacional; algunos datos, subnacional	Próximo a publicar

Programas y proyectos vigentes de estadísticas básicas de medio ambiente

Nombre o tema	Institución	Fuente de los datos	Periodicidad	Cobertura geográfica	Estado del programa
MDG-Millennium Development Programme-Goal 7. Temas: la cubierta forestal, emisiones de CO ₂ , consumo de sustancias que afectan la capa de ozono, stocks de pesca, consumo de agua, biodiversidad, áreas protegidas, especies en peligro, acceso a agua y drenaje, población en zonas urbanas marginadas	GBS	Censos, encuestas	Irregular	Nacional, algunos datos subnacional	Datos publicados
Venezuela					
Situación de la generación y manejo de los residuos sólidos	Instituto Nacional de Estadística	Registro administrativo	Anual	Nacional, entidad federal y municipal	Datos publicados

ND: no disponible.

Fuente: elaboración propia, con base en la encuesta.

Siete de los programas reportados se especializan en un tema (emisiones, por ejemplo) y ocho abarcan una amplitud de ellos. Hay, también, grandes diferencias en la periodicidad y la fuente de los proyectos; como muestra, en un extremo, Jamaica dio información de tres con frecuencia mensual y basados todos en registros administrativos⁸ y en el otro, México brindó datos de cuatro que son anuales y bianuales, siendo las fuentes dos censos, una encuesta y uno derivado de registros administrativos.

Por periodos

Poco más de la mitad de las variables disponibles (55%) se empezó a generar entre 1990 y el

2009 (ver cuadro 4), sin embargo, hay un porcentaje de ellas no tan bajo (16%) que se comenzó a obtener entre 1960 y 1969. Las variables con un periodo de producción más amplio están relacionadas con temperatura, niveles de precipitación, población total y servicios públicos, así como condiciones geológicas, geográficas y geomorfológicas, entre otras. En contraste, las que se producen desde años más recientes tratan de forma más directa sobre problemas ambientales como residuos, descargas y emisiones contaminantes. También, se observa que 76% de las variables tienen como último periodo de actualización del 2010 al 2014, y 48% de estas se empezó a generar entre 1990 y el 2009 (ver cuadro 4); es decir, los países de estudio empezaron a producir datos ambientales principalmente a partir de la década de los 90, han mantenido su actualización y han incorporado nuevas variables. Así, la producción de este tipo de estadísticas ha venido creciendo.

⁸ El concepto de registros administrativos se usa aquí acorde con la definición del INEGI (2012, p. 1): "... serie de actividades y recursos orientados a la recopilación de datos sobre un hecho, evento, suceso o acción sujeto a regulación o control que recaba una oficina del sector público como parte de su función, y que responden al cumplimiento de necesidades de información de utilidad para la administración pública y la sociedad..."

Cuadro 4

Periodo inicial de las variables y periodo de su última actualización (% del total de variables)

Década inicial	Década de última actualización							Total
	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2014	No aplica	
1960-1969	0.6	0.2	0.3	0.2	2.0	13.0	0.0	16
1970-1979	0.0	0.0	0.2	0.2	3.6	4.0	0.0	8
1980-1989	0.0	0.0	0.2	0.2	3.1	8.0	0.0	12
1990-1999	0.0	0.0	0.0	1.4	3.9	22.0	0.0	27
2000-2009	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	26.0	0.0	28
2010-2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2
No aplica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	7
Total	0.6	0.2	0.6	2.1	14.2	76.0	6.6	100

Nota: algunas sumas no son exactas por efecto del redondeo.

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

Por fuente

En lo que concierne a la fuente de información de las variables, la mayor proporción (44%) proviene de registros administrativos. En segundo lugar se ubica la categoría de monitoreo (23%) y las demás son otro tipo (modelaje e investigación, estimación a partir de imágenes remotas, encuestas y censos, por ejemplo). Si bien los registros administrativos tienen la ventaja económica de ser información derivada de procesos que llevan a cabo de por sí las dependencias de gobierno, el desafío para transformarlos en estadísticas básicas es contar con un sistema confiable, coordinado y oportuno. Dada la alta proporción de información que se genera por ellos, se sugiere diagnosticar y, en su caso, fortalecer dichos sistemas para asegurar la disponibilidad de la información con calidad.

Por cobertura espacial

De las variables disponibles, 63% tiene una cobertura solo a nivel nacional. Las que son subnaciona-

les de los niveles segundo, tercero y cuarto (en los ámbitos por entidad federativa, municipal y de poblado, respectivamente) quedan en un lejano segundo plano. Esta situación plantea el desafío de buscar un mejor balance en el tema.

Por prioridad ambiental

En la revisión de las estadísticas según las prioridades ambientales, se consideran los tres niveles (*Tier*)⁹ en los que el MDEA clasifica las estadísticas ambientales; el porcentaje de variables disponibles del *Tier* 1 en los países estudiados es 61 y va disminuyendo conforme se pasa del *Tier* 1 al 2 y al 3 (ver cuadro 5); es decir, el *Tier* básico prioritario ya cuenta con una disponibili-

⁹ El MDEA y otros documentos internacionales usan el término *Tier* en el sentido de nivel de agrupación de datos, clasificándolos en orden de prioridad y complejidad. De los tres mencionados, el *Tier* 1 constituye el conjunto básico prioritario de estadísticas ambientales, cuya base metodológica es sólida y es recomendado por el MDEA para que los países lo produzcan a corto plazo. El 2 corresponde a otro conjunto prioritario y pertinente, pero requiere una mayor inversión de tiempo, recursos o desarrollo metodológico; el MDEA recomienda su producción a medio plazo. El 3 incluye estadísticas del entorno de menor prioridad o requieren un desarrollo metodológico significativo y son recomendadas que sean producidas a largo plazo. El *Tier* 1 incluye 21% del total de variables del MDEA, el 2, 44% y el 3, 35% (ONU, 2013, pp. 100 y 101).

Cuadro 5

Disponibilidad de estadísticas por Tier, 2014

Tier	Disponible	No disponible	No respuesta	Total
1	61%	23%	16%	100%
2	41%	39%	20%	100%
3	22%	53%	25%	100%

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

dad relativamente alta en el grupo de naciones; el siguiente observa una baja y el tercero, una aún menor. Así, la priorización de las estadísticas disponibles es consistente con el MDEA. No obstante, reconociendo que los mayores desafíos de avance en la oferta estadística se concentran en los Tier bajos (2 y 3), queda el reto en el principal Tier de ofrecer un aumento significativo de cobertura que lo acerque más a 100 por ciento.

El subcomponente que las autoridades de los nueve países juzgan de mayor relevancia es el de

asentamientos humanos, el cual contiene información sobre poblaciones urbana y rural, acceso a agua, saneamiento y energía, condiciones de la vivienda y población expuesta a la contaminación, entre otros; en segundo lugar se ubica el de recursos biológicos, el cual agrupa información relativa a stocks y flujos de recursos forestales, hídricos, acuáticos y agropecuarios; en tercero está el de cobertura terrestre, ecosistemas y biodiversidad; y en cuarto, el de calidad ambiental. Este orden es un reflejo de la prioridad que otorgan los países a los temas ambientales (ver cuadro 6).

Cuadro 6

Principales subcomponentes con alta relevancia en las prioridades nacionales
 (% del total de tópicos)

Subcomponente	
Asentamientos humanos	10.2
Recursos biológicos	9.6
Cobertura terrestre, ecosistemas y biodiversidad	9.6
Calidad ambiental	9.2
Condiciones físicas	8.0
Salud ambiental	7.4
Regulación y gobernanza ambiental	6.8
Generación y gestión de las aguas residuales	6.1
Emisiones al aire y atmósfera	5.9
Generación y gestión de desechos	4.7
Subtotal	77.5
Otros nueve subcomponentes ^a	22.5
Total	100.0

^a Incluyen: recursos hídricos, eventos naturales extremos y desastres naturales, recursos energéticos, protección ambiental y gestión de recursos naturales, recursos minerales no energéticos, tierra, desastres tecnológicos, aplicación de bioquímicos y recursos del suelo.

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

Impacto

Las EA se utilizan para el diseño y evaluación de políticas públicas en cinco de los nueve países. Algunos de los casos específicos reportados son la *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico* (Colombia), el *Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014* (Costa Rica) y el *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018* (México).¹⁰ De manera adicional, en ocho países se utilizan las EA para la elaboración del reporte *Objetivos de Desarrollo del Milenio* (Meta 7). En un porcentaje mucho menor (tres de nueve casos) se usan estadísticas ambientales para la elaboración de cuentas ambientales y en cinco, para elaborar reportes de acuerdos ambientales multilaterales (ver cuadro 7).

Las respuestas revelan que el impacto es todavía limitado en casi la mitad de los países. Sin embargo, se ha comenzado a utilizar información estadística ambiental para el diseño y evaluación de políticas. Hay mayor utilización de esta cuando se trata de responder a un acuerdo o exigencia internacional,

10 El resto de los casos específicos fueron en Colombia: Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (CONPES), Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, Política Gestión Ambiental Urbana, Política Nacional de Educación Ambiental (Sistema de Información Ambiental) y la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos; en México: Programa Especial de Cambio Climático y Estrategia Nacional de Cambio Climático; Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2008-2012; Programa Nacional Forestal y el Programa Nacional Hídrico. Otros dos países reportaron que utilizan información ambiental para políticas públicas sin especificar casos concretos.

pero todavía hay el desafío de que estos sistemas, en efecto, sirvan de sustento para las decisiones políticas.

En general, el nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de las EA es consistente con las prioridades nacionales (ver cuadro 8). Sin embargo, falta una mayor disponibilidad que esté acorde con la relevancia de varios subcomponentes, como la información estadística sobre la calidad ambiental y la generación y gestión de aguas residuales, en cuyos casos se juzga una mayor relevancia que la de otros temas, pero con un nivel de disponibilidad más bajo. Es en estos temas relevantes en los que es conveniente generar mayor información.

Factores explicativos de la disponibilidad analizada

El grupo de países estudiado tiene una composición muy diferenciada, aunque todos son economías en desarrollo y de baja participación en la emisión de gases efecto invernadero (GEI).¹¹ Se observa una alta correlación (coeficiente de Pearson = 0.993) entre las emisiones GEI y el PIB de los países en el 2014. Sin embargo, no hay un alto valor de correlación de estas dos variables

11 Por ejemplo, el Producto Interno Bruto (PIB) de México equivalía a 7.5% del de Estados Unidos de América en el 2014, y Bahamas, Costa Rica, Jamaica, República Dominicana y Surinam tenían 5% o menos del PIB de México, en tanto que Colombia y Venezuela contaban con 29 y 37%, respectivamente, del PIB mexicano (CEPAL, 2019).

Cuadro 7

Utilización de estadísticas ambientales en política pública

Tipo de utilización	Países
Para la elaboración del reporte Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (Meta 7) en el país	8
Para la construcción de indicadores ambientales y de desarrollo sostenible	6
Para el diseño y evaluación de políticas públicas centrales	5
Para la elaboración de reportes relacionados con acuerdos ambientales multilaterales	5
Para la elaboración de cuentas ambientales	3

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

Nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de información y su relevancia

Subcomponente	Disponibilidad satisfactoria (%)	Lugar en términos de relevancia
Asentamientos humanos	12.6	1
Cobertura terrestre, ecosistemas y biodiversidad	12.1	3
Recursos biológicos	9.8	2
Condiciones físicas	9.3	5
Regulación y gobernanza ambiental	9.3	7
Salud ambiental	9.3	6
Emisiones al aire y atmósfera	7.7	9
Calidad ambiental	4.9	4
Recursos energéticos	4.9	13
Eventos naturales extremos y desastres naturales	3.8	12
Generación y gestión de las aguas residuales	3.8	8
Recursos minerales no energéticos	3.3	15
Generación y gestión de desechos	2.7	10
Protección ambiental y gestión de recursos	2.2	14
Tierra	2.2	16
Recursos hídricos	1.6	11
Aplicación de bioquímicos	0.5	18
Desastres tecnológicos	0.0	17
Recursos del suelo	0.0	19
Total	100.0	

Fuente: elaboración propia con base en la encuesta.

con la evaluación de la disponibilidad de las EA,¹² otros son los factores que la explican.

La encuesta permite identificar factores favorables al desarrollo de las EA y los que lo obstaculizan o limitan. Entre los primeros se encuentran los siguientes:

¹² La correlación entre la disponibilidad de las EA y el PIB es muy baja (coeficiente de Pearson = 0.241), similar a la observada entre dicha disponibilidad y las emisiones de GEI (0.188).

tes: avances en la institucionalización —destacando el mayor marco legal y los comités interinstitucionales—, la cooperación internacional y un creciente uso de las TIC. Entre los obstáculos sobresalen la restricción de recursos (financieros y humanos), los rezagos en la institucionalización, las dificultades técnicas y metodológicas para la recolección de información, la cobertura no apropiada y la falta de coordinación. A continuación, examinaremos los tres favorables y los dos principales limitantes.

Factores favorables

Avances institucionales

En los países en estudio se observa un marco jurídico e institucional favorable, en general, para el desarrollo de las EA, en virtud de que la mayoría de los mismos cuenta con características deseables para ello. Por ejemplo, siete tienen un sistema estadístico nacional y un departamento estadístico exclusivo; cuatro cuentan con un grupo interinstitucional, consejo u otro órgano colegiado de participación, donde se definen las políticas, estrategias y los diferentes planes que guían la producción de datos ambientales y de otros dominios¹³ y hay comités o grupos técnicos especializados en seis: cada grupo cuenta con representantes de diferentes instituciones y definen de forma colegiada aspectos relacionados con normas técnicas y metodologías aplicables a los procesos de generación de datos ambientales. El estudio de la CEPAL (2017) encuentra que 50% de los 26 países investigados tenía un comité interinstitucional en el 2015.

En solo cuatro países se mencionó que la calidad de la colaboración entre socios institucionales para generar este tipo de datos es satisfactoria; en dos se dijo que es insuficiente y en uno se declaró que es inexistente. En las dos naciones restantes no se tuvo respuesta.

Entre los problemas relacionados con la colaboración interinstitucional, se mencionó con mayor frecuencia la falta de recursos económicos y de personal calificado, y en un segundo plano, la rotación de personal.

Cooperación internacional

La totalidad de los países analizados reporta información estadística a organismos internacionales; cuatro participan en el grupo experto interna-

¹³ El estudio de la CEPAL (2017) observa este desarrollo institucional, de manera que 22 de los 26 países estudiados contaban en el 2015 con un marco legal para la producción de las EA.

cional en las EA (en el contexto de las actividades de la DENU); además, cinco han participado en la implementación del MDEA y tres, en grupos regionales expertos en el tema. Todos participan en, por lo menos, un grupo experto a nivel internacional. La mayor parte de los proyectos y eventos de cooperación técnica internacional en materia de las EA se refiere a cursos o talleres recibidos. Entre los organismos internacionales involucrados en estos proyectos y eventos se encuentran la CEPAL, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la Comunidad del Caribe (CARICOM, por sus siglas en inglés), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la DENU. La mayor parte de los eventos han sido financiados con recursos externos.

Utilización de las TIC

Ha habido un esfuerzo para ampliar el acceso a la información utilizando medios electrónicos; sin embargo, hay un área de oportunidad en la modernización de los medios de difusión de las EA, porque el acceso a microdatos o bases de datos en línea todavía es muy bajo, pues solo está disponible en dos de los países. Dicha información se difunde de forma impresa en ocho naciones, por medios digitales en seis y mediante sitios de internet en siete. Respecto a este último caso, cinco países presentan información en cuadros o tabulados en línea y cuatro de ellos cuentan con sistemas de consulta. Hay un área de oportunidad en la modernización de los medios de difusión de las cifras ambientales.

Factores limitantes

Varios problemas fueron señalados en la encuesta, sobresaliendo la restricción de recursos, con 72% de los casos; en segundo lugar, se mencionaron dificultades técnicas y metodológicas para la recolección de información (14%) y en tercero se hizo referencia a la cobertura no

apropiada y la falta de coordinación (cada uno con 7%); también se observan rezagos en la institucionalización.

La alta frecuencia de menciones referidas a la escasez de recursos económicos para generar las EA es consistente con lo encontrado en otras secciones del cuestionario de la encuesta, como: la irregularidad en la actualización de variables, los recursos humanos limitados y la falta de crecimiento de los presupuestos a pesar de que se ha generado más de este tipo de estadísticas en los últimos años. Es decir, todo ello indica que los encargados de producir los datos ambientales han realizado esfuerzos por consolidar los sistemas de información ambiental con escasos recursos. De forma adicional, se observa una irregularidad en la actualización de variables.

La escasez de recursos financieros se mencionó en casi todos los países, con excepción de Colombia; al respecto, respondieron cinco países. Se observa que la evolución de los presupuestos nacionales en términos reales se ha mantenido constante del 2010 al 2014, salvo Colombia. En efecto, su Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) incrementó su presupuesto 2.1 veces en el 2014 respecto al año anterior. Así, a pesar de que se ha generado más información ambiental en los últimos años, casi todas las naciones (con excepción de Colombia) no han contado con crecimientos reales en presupuesto.

En cuanto a los recursos humanos, en el grupo de los nueve países bajo estudio hay un total de 98 personas dedicadas a la producción de las EA; del total, 57 laboran en las oficinas nacionales de estadística (ONE) y el resto, en oficinas de estadística e indicadores en los ministerios de medio ambiente. La mayor parte participa directamente en los procesos de generación de información (71) y el resto, labora en apoyos administrativos. La mayoría de los empleados de las ONE cuenta con maestría u otro tipo de preparación técnica, en tanto en los MMA la mayor cifra solo cuenta con licenciatura.

Hay diferencias importantes entre países: Colombia y México cuentan con una cantidad de personas dedicadas a las EA mucho más alta que el resto de las ONE (17 y 19, respectivamente); en México sobresale el número de personas trabajando sobre indicadores ambientales en el MMA (34). En el resto de los países, los recursos humanos están entre una persona como mínimo y cinco como máximo; es decir, estos son escasos para la producción de las EA y el tamaño de sus agrupaciones es heterogénea.¹⁴

En lo concerniente al avance institucional, este es todavía limitado. Por ejemplo, solo en cuatro de los países existe un sistema nacional de estadística ambiental, y el desarrollo de programas estadísticos ambientales se encuentra apenas en su fase inicial en tres; en otros dos no se ha iniciado y en ninguno se ha consolidado. Por otro lado, se observa poca colaboración interinstitucional, de manera que en dos países es insuficiente y en otros dos, inexistente (o no hubo respuesta en la encuesta). Solo en cuatro naciones se aprecia una colaboración satisfactoria, ello se explica, en parte, por la falta de recursos humanos calificados y la rotación del personal, los cuales fueron señalados por cinco países como su principal problema para la colaboración interinstitucional. Un avance que se ha logrado es la formación de comités técnicos especializados, como ya se había comentado.

Conclusiones

A las convocatorias mundiales para el desarrollo de las EA, sobre todo las promovidas desde la década de los 70 por la ONU, se ha respondido con una mayor gama de datos en varias regiones del mundo,¹⁵ incluidos los nueve países latinoamericanos estudiados aquí. La producción de las EA en ellos tuvo un inicio relativamente reciente; la mayor parte de las variables disponibles (55%) se empezó a generar entre 1990 y el 2009. Se ha mantenido la actualización y se han incor-

¹⁴ El estudio de la CEPAL (2017) encuentra esta escasez y heterogeneidad del personal dedicado a la producción de las EA en la región en el 2015 con un promedio de ocho personas en los 26 países.

¹⁵ Ver, por ejemplo, Banco Mundial (2012) y UNEP/GRID-Arendal (2009).

porado nuevas variables. La mayor proporción de las estadísticas (44%) proviene de registros administrativos; en segundo lugar se ubica la categoría de monitoreo (23%) y lo demás corresponde a otras fuentes.

Uno de los puntos concluyentes es que, aunque se han realizado importantes pasos en mejorar la disponibilidad, esta se encuentra todavía en proceso de consolidación. En un extremo, Costa Rica y la República Dominicana son los dos países con mayor nivel en el presente estudio, mientras que, en el otro, Bahamas y Surinam son los más rezagados. Sin embargo, el tema se viene fortaleciendo con base en programas especiales de estadísticas, aunque en la mayoría de las naciones estudiadas parece faltar su desarrollo. En cuanto a la cobertura espacial, 63% de las variables disponibles solo están a nivel nacional. Esta situación plantea el desafío de buscar un mejor balance en ella.

Si bien la priorización de las estadísticas disponibles es consistente con el orden establecido por el MDEA, es preciso avanzar en la disponibilidad del nivel básico prioritario (que es de 60%) y, sobre todo, en los otros dos niveles, los cuales observan mayores rezagos.

En cuanto al impacto, se observa que todavía es limitado en casi la mitad de los países; en efecto, las EA se utilizan para el diseño y evaluación de políticas públicas en cinco de las nueve naciones. En promedio, es incipiente el uso de información ambiental para el diseño y evaluación de políticas. Ello reclama una estrategia de vinculación sustantiva entre la oferta y la demanda de las EA. Hay mayor utilización de estas cuando se trata de responder a un acuerdo o exigencia internacional, pero todavía hay el desafío de que estos sistemas efectivamente sirvan de sustento para las decisiones políticas. Es aconsejable afrontar este reto mediante el impulso de iniciativas como las de WAVES y EVRI, promovidas por el Banco Mundial y, en el caso de Costa Rica, por Canadá.

En resumen, el nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de las EA es consistente con las prioridades nacionales. Sin embargo, falta una mayor disponibilidad que esté acorde con la relevancia de

varios temas, como la información estadística sobre la calidad ambiental y la generación y gestión de aguas residuales, en cuyos casos se juzga una mayor relevancia que la de otros temas, pero con un nivel de disponibilidad más bajo. Es en estos en los que es conveniente generar mayor información.

Otro punto concluyente es que las características económico-ambientales de los países no muestran relación con los diferentes estados de disponibilidad estadística. Son otras las fuerzas conductoras. Entre los factores favorables al desarrollo de las EA se encuentran los siguientes: a) avances en la institucionalización (aunque todavía está por fortalecerse), destacando su marco legal y los comités interinstitucionales; b) la cooperación internacional; y c) la difusión de las TIC. Por otro lado, los obstáculos más importantes son la restricción de recursos (financieros y humanos) y una institucionalización que necesita mejorar, factores que ya se habían detectado en un estudio hecho con anterioridad en ocho de los nueve países en el 2008 (CEPAL, 2009).

El reto de atender estos factores persiste hoy en día y reclama respuestas de buena práctica (como la organización de comités especializados interinstitucionales) para vencer la falta de vinculación entre los institutos de estadística y los ministerios del ambiente, usuarios de la información. Por cierto, se sabe poco sobre buenas prácticas, las cuales pueden ser compartidas, difundidas y adaptadas por los países. En este sentido, se recomienda establecer un medio de comunicación continuo de dichas prácticas, lo cual puede servir para afrontar desafíos. Este mecanismo de comunicación debería ser promovido por un organismo internacional regional (como la CEPAL o el BID) y podría tomar la forma de un repositorio en el que los países compartan y retroalimenten estas experiencias.

Fuentes

Banco Mundial. *Políticas ambientales prioritarias y potenciales contribuciones de WAVES: Fase II Costa Rica*. Borrador para consulta. Washington, Banco Mundial, 2012.

- _____. *Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services (WAVES): Costa Rica Country Report 2014*. Washington, Banco Mundial, 2014 (DE) <http://www.wavespartnership.org/sites/waves/files/documents/WAVES%20Policy%20Note%20Costa%20Rica.pdf>
- CEPAL. "Estado de la situación de las estadísticas ambientales en América Latina y el Caribe en 2008: avances, desafíos y perspectivas", en: *Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos*. 67. Santiago de Chile, CEPAL, 2009 (DE) <http://css.escwa.org.lb/sd/esiap/P-5-EA-ALEC.pdf>
- _____. *La situación de las estadísticas, indicadores y cuentas ambientales en América Latina y el Caribe*. Series de la CEPAL, Estudios Estadísticos. Santiago de Chile, CEPAL, 2017 (DE) <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43139-la-situacion-estadisticas-indicadores-cuentas-ambientales-america-latina-caribe>, consultado el 20 de julio de 2019.
- _____. *Estadísticas e indicadores ambientales*. Santiago de Chile, CEPAL-CEPALSTAT, 2019.
- Comisión Económica para Europa. *Convención sobre el Acceso a la Información, la Participación del Público en la Toma de Decisiones y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales*. Ginebra, Comité de Política Ambiental, ECE/CEP/INFORMAL/1999/1, 1999 (DE) <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43s.pdf>, consultado el 20 de julio de 2019.
- DANE. *Metodología de la Cuenta Satélite de Medio Ambiente*. Colombia, DANE, 2003 (DE) https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Met_Cuenta_Satelite_Medio_Ambiente.pdf
- De Miguel, C., H. Soto y G. Núñez. "Contexto latinoamericano de las estadísticas sobre las fuentes de contaminación y explotación de recursos. El gasto en protección ambiental del sector público y privado", en: Mercado, A. y C. R. López (eds.). *La estadística ambiental en México*. México, DF, El Colegio de México-CEPAL, 2014, pp. 45-75.
- Guevara Sanginés, A. y J. A. Lara Pulido. *Diagnóstico de la situación actual de las estadísticas ambientales en América Latina y el Caribe*. México, DF, BID-CEPAL-INEGI, octubre de 2014.
- INEGI. *Proceso estándar para el aprovechamiento de registros administrativos*. Aguascalientes, México, INEGI, 2012 (DE) https://www.snieg.mx/documentacionportal/normatividad/vigente/doctos_genbasica/proc_estandar_registros.pdf
- _____. *¿Qué es SDMX?* Aguascalientes, México, INEGI, 2014 (DE) <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/servicios/sdmx/>
- Martínez, A. "La información del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas en México: algunos usos y desafíos en la elaboración de estadísticas", en: *Papeles de Población*. 6. Abril-junio del 2000 (DE) <http://www.redalyc.org/pdf/112/11202405.pdf>
- Mercado, A. y C. R. López Pérez. "Introducción general", en: Mercado, A. y C. R. López (eds.). *La estadística ambiental en México*. México, DF, El Colegio de México-CEPAL, 2014.
- Mercado García, A. y C. R. López Pérez. *Las estadísticas ambientales de México: una evaluación de su disponibilidad y calidad*. Documento de trabajo núm. III, 2015. Serie documentos de trabajo del Centro de Estudios Económicos. Contribuciones de investigación del Programa de Análisis Económico de México (PRAEM). México, DF, El Colegio de México, 2015 (DE) <http://cee.colmex.mx/images/documentos/DTCEEIII2015.pdf>
- ONU. *Statistical Commission: Report on the Eighteenth Session*. Economic and Social Council, Official Records: Fifty-Eight Session. October 7-18, 1974. Nueva York, 1975 (DE) <https://unstats.un.org/unsd/statcom/18th-session/documents/statcom-1974-18th-report-E.pdf>
- _____. *Agenda 21: The United Nations Programme of Action from Rio*. Nueva York, ONU, 1993.
- _____. *Framework for the Development of Environment Statistics (FDES)*. Nueva York, UN, Statistics Division, 2013 (DE) unstats.un.org/unsd/statcom/doc13/BG-FDES-Environment.pdf
- _____. *Framework for the Development of Environment Statistics (FDES 2013)*. Nueva York, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division, 27 de junio de 2016 (DE) <http://unstats.un.org/unsd/environment/FDES/FDES-2015-supporting-tools/FDES.pdf>
- Quiroga, R. "Estadísticas del medio ambiente en América Latina y el Caribe: avances y perspectivas", en: *Serie Manuales*. 43. Santiago de Chile, CEPAL, 2005 (DE) www.cepal.org/publicaciones/xml/3/22873/lcl2348e.pdf
- Stockins, P. "Buenas prácticas en el monitoreo y reporte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio: lecciones nacionales desde América Latina", en: *Estudios Estadísticos y Prospectivos*. Series de la CEPAL, núm. 80, LC/L.3564. Santiago de Chile, CEPAL, División de Estadísticas, diciembre del 2012.
- Taboulchanas, K. *Coordinación de las actividades estadísticas internacionales en el área de medio ambiente en América Latina y el Caribe*. LC/W.520. Chile, CEPAL, 2013 (DE) <http://www.cepal.org/es/publicaciones/coordinacion-de-las-actividades-estadisticas-internacionales-en-el-area-de-medio>.
- UNEP/GRID-Arendal. *Best Practices in Environmental Information Management in Africa: The Uganda Case Study*. UNEP/GRID-Arendal, 2009 (DE) <http://www.unep.org/pdf/UgandaCaseStudy.pdf>



Propuesta para crear un comité de fechado de los ciclos económicos en México: una reseña

*Proposal to create a dating committee
for business cycles in Mexico: an overview*

Jonathan Heath*

A mediados del año pasado, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) convocaron a un grupo de expertos para estudiar la posibilidad y conveniencia de formar un comité de fechado de los ciclos de la economía mexicana —parecido a los que existen en varios países desde hace un par de décadas—, cuya idea central fuera determinar las fechas de inicio y término de las recesiones en nuestra nación de forma lo más cercana posible a la de un árbitro oficial.

Lo anterior, ¿es necesario? La respuesta es que sí; por ello, surgió el estudio titulado *Propuesta para crear un comité de fechado de los ciclos económicos en México*, elaborado por el Grupo Técnico de Expertos para el Diseño de un Comité de Fechado de los Ciclos de la Economía de México (GTDCFC).¹

Las fechas de inicio y término de las recesiones han sido tema de discusión desde hace mucho tiempo tanto en México como en la mayoría de

* Banco de México, jonathanheath54@gmail.com. El autor agradece los comentarios y apoyo de Edwin Tapia, Jaime Acosta y Sergio Martín.

¹ GTDCFC. 2020 (DE) http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/GTDCFC_2020.pdf

los países. Posiblemente, la razón principal es que la definición original de lo que es una recesión es compleja, difícil de precisar por los iniciados en el tema y casi imposible de entender para el público en general. Si respetamos el concepto original, el debate debería concentrarse en el ámbito académico mediante definiciones precisas, alimentado con indicadores económicos sólidos. Sin embargo, los medios de comunicación quieren participar ante las connotaciones políticas, mientras que los políticos no aceptan quedarse fuera de la controversia ante el peso mediático. Peor aún, algunos economistas y el público en general opinan de manera superficial sobre el tema, lo cual contribuye a la confusión y termina por trivializar el debate.

La necesidad de un marco conceptual adecuado para participar en la discusión fue muy aparente en el 2019 cuando la actividad económica no logró crecer por cuatro trimestres consecutivos y el año terminó con una tasa marginalmente negativa de -0.1 por ciento. Dado que coincidió con un nuevo gobierno que instrumenta un modelo económico alternativo, el debate se vio contagiado por consideraciones políticas y muchos argumentos sin sustento. Esto se expresó de forma visible en los medios de comunicación, donde comentarios hirientes y hasta groseros fueron vertidos. Para algunos, la negación de si estábamos o no en una recesión es meramente una postura política, sin importar la evidencia empírica, y para otros es una controversia sin sentido, pues no importa la *etiqueta* que se le ponga a las condiciones económicas por las que se atraviesa.

En el 2020, la pandemia por covid-19 azota los sistemas de salud y el desarrollo de los negocios sin respetar fronteras. Frente a la severidad de este fenómeno sin precedentes, quienes hacen política económica han reaccionado para contener los efectos negativos sobre la economía. Tal situación le ha dado todavía un mayor protagonismo al concepto de recesión, el cual se lee en casi todos los periódicos hoy en día. Sin embargo, a diferencia del año pasado —y sin contar todavía con los datos necesarios—, ahora podemos afirmar la existencia de una recesión. Pero, al final de cuentas, para saber

si un país se encuentra en tal situación, se requiere comprender las características de dicho proceso y contar con la información necesaria.

¿Es importante o, incluso, necesario definir de manera correcta una recesión y puntualizar su existencia? En mi opinión, para los economistas debería ser el equivalente a la importancia que da un médico a distinguir de forma clara entre catarro, gripe, influenza, neumonía y covid-19. Cada enfermedad tiene cierta dosis de peligro y demanda un tratamiento distinto. Conocer con exactitud dónde nos ubicamos en el ciclo económico no solo permite tomar mejores decisiones de política económica, sino también ayuda al empresario en la aplicación de medidas adecuadas en términos de producción, inventarios y ventas futuras, a los consumidores a pensar mejor en sus compras y a los trabajadores en su decisión de incorporarse al mercado laboral.

He tenido la oportunidad de escribir mucho sobre el tema desde hace varias décadas. Le dediqué un capítulo entero en mi libro *Lo que indican los indicadores* (2012). Obviamente, abordamos más el tema cuando estamos cerca de iniciar una recesión, pero los puntos centrales siempre han sido los mismos. El más importante es la definición misma, por lo que siempre he argumentado que debemos aceptar la original de hace casi 100 años y no trivializar el concepto mediante reglas mecánicas o mediáticas, como concentrarse solo en la existencia de por lo menos un par de trimestres consecutivos con una tasa negativa del PIB.² Por lo mismo, para mí fue muy grato ver que una de las conclusiones y recomendaciones principales del trabajo realizado por el GTDCFC fue que se debería de partir de las definiciones clásicas de lo que es un *ciclo económico* y una *recesión*.

De acuerdo con la del Buró Nacional de Investigación Económica (NBER, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, en la década de los 20 del siglo pasado, una *recesión clásica* es un concepto com-

² Tasas trimestrales negativas anualizadas utilizando series con ajuste estacional. Para más detalles, ver: Heath, J. *Lo que indican los indicadores*. México, INEGI, 2012, capítulos 2 y 3.

plejo. En efecto, se considera una contracción significativa y generalizada en la actividad económica que no solo sea visible en la producción industrial, las ventas al menudeo y el ingreso personal, sino que se extienda a los mercados laborales y cuya duración sea más allá de unos cuantos meses. De esta definición se derivan tres características esenciales: profundidad (significativa), difusión (generalizada) y duración (por lo menos seis meses). Si adoptamos la regla mecánica/mediática de solo concentrarnos en la existencia de dos trimestres consecutivos con tasas negativas, contaremos con la característica de *duración*, pero dejaremos fuera las de *profundidad* y *difusión*.³

De hecho, una recesión solo es una fase de lo que los economistas llaman *ciclo económico*, en el cual hay episodios de significativa debilidad económica, pero también de fortaleza y avance tecnológico, estos últimos conocidos como etapas de expansión. Los ciclos tienen efectos considerables en el bienestar presente y futuro de la sociedad. Es por ello que los profesionales en esta materia han hecho un esfuerzo por identificarlos y caracterizarlos con el fin de comprender el conjunto de factores sociales y económicos que los forman, así como entender la influencia que tienen las políticas públicas sobre sus fases.⁴

Algunas causas de estos podrían justificarse por factores psicológicos (modas y costumbres, por ejemplo), así como por la acumulación de fricciones económicas que se traducen en desequilibrios que producen cambios bruscos en cómo está organizada la economía.⁵ También, se deben considerar los eventos inherentes a la Naturaleza, como es el caso de la pandemia que estamos viviendo hoy en día. Lo anterior dimensiona la magnitud del reto que es caracterizar las causas, consecuencias y la ubicación en el tiempo de los eventos del ciclo económico.

3 "Su significado es inmediato: magnitud de la recesión, persistencia temporal y grado de incidencia o propagación entre las diversas actividades y mercados de la economía en cuestión", ver INEGI. *Propuesta para crear un comité de fechado de los ciclos económicos en México*. 2020, p. 11.

4 Vale la pena mencionar la existencia de otra escuela de ciclos que, para diferenciarla de la Escuela del Ciclo Económico Clásico, se le denomina Ciclos de Crecimiento.

5 Posibles fuentes de tales roces pueden ser de carácter pecuniario, político, por asimetría de información y fallas en la formación de expectativas de los agentes económicos.

¿Qué es un comité de fechado de los ciclos económicos?

La complejidad del tema requiere de una diversidad de criterios derivados de un entendimiento profundo de la materia, así como la consideración de distintas fuentes de información por parte de un grupo de profesionales altamente capacitados. A estos grupos, por lo común, se les ha denominado comités de fechado de los ciclos económicos, integrados por expertos (por lo general ligados al sector académico), que se encargan de definir y mantener una cronología de fases de expansión y recesión de la economía de un país o región. En principio, las deliberaciones de estos se consideran como *oficiales* en el sentido de ser resultado de un arbitraje profesional e independiente.

El primer antecedente de la creación de un grupo de esta naturaleza fue el que hizo el NBER, que estableció un comité especializado en el tema en 1978.⁶ Este ejemplo fue seguido por otras instituciones públicas y privadas en diferentes lugares del mundo, las cuales comenzaron a formalizar el estudio de este problema económico de la misma forma.

Así, en México, el INEGI y el CIDE formaron el GTDCFC con el objetivo central de evaluar la pertinencia y utilidad pública de establecer un comité para nuestro país. Los especialistas convocados que realizaron el estudio son: Arturo Antón, Luis Foncerrada, Víctor Guerrero, Jonathan Heath, Gerardo Leyva, Pablo Mejía, Juan Carlos Moreno y Ernesto Sepúlveda, con la coordinación técnica de Maite Guijarro.⁷ El resultado de su trabajo fue publicado por el INEGI en febrero del 2020 en el documento ya mencionado al inicio de esta reseña. Su lectura se recomienda para los iniciados en el tema y es de seguro interés para los que desean profundizar.

¿Cuál fue la estrategia empleada por el GTDCFC para elaborar su recomendación?

6 Ver: <https://www.nber.org/cycles/recessions.html>

7 Sus currículos se encuentran en un anexo del estudio. *Comunicado de prensa 314/19*. INEGI, 2019 (DE) <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/InstacionGTDCFC2019.pdf>

Estrategia del GTDCFC para su recomendación

La sugerencia sobre la conveniencia de contar con un comité de fechado de ciclos económicos se desarrolló en dos secciones. La primera de ellas (capítulos 1 al 3 del documento citado) consistió en realizar una extensa revisión académica sobre estos desde el punto de vista conceptual, seguida por los esfuerzos de investigadores para fechar sus fases sin la existencia de un comité de fechado y que utilizaron algoritmos de identificación, así como la experiencia internacional de los comités de fechado alrededor del mundo. En los siguientes párrafos se sintetizan los principales mensajes de esta sección.

Al ser los ciclos económicos fenómenos complejos, los economistas han recurrido a la combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas para detectar sus fases. En la parte cuantitativa se desarrollaron indicadores compuestos (los cuales se calculan mediante estimaciones estadísticas y se forman de variables que tienen una sincronía coincidente con la economía en general)⁸ que sintetizan en una sola serie la naturaleza cíclica de un conjunto amplio de variables económicas.

El esfuerzo de síntesis hizo que los eventos del ciclo económico fuesen relativamente sencillos de identificar. Sin embargo, la variedad de metodologías estadísticas que pueden emplearse abre la posibilidad de llegar a conclusiones discordantes respecto a la cronología de las fases de este.⁹ Con el fin de brindar una solución única y decisiva, en diversos países se ha convocado a expertos de los sectores público y privado para formar comités que, mediante consenso y el respaldo de un análisis riguroso de una amplia cantidad de variables económicas, puedan determinar una cronología consistente del ciclo económico en esas naciones.

8 El INEGI cuenta con dos juegos de indicadores compuestos: al primero, que se desarrolló a fines del siglo pasado, se le denomina Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado (SICCA) y corresponde al ciclo clásico; el segundo se introdujo en el 2010 y se llama Sistema de Indicadores Cíclicos (SIC) y corresponde a la Escuela de Ciclos de Crecimiento.

9 El propio INEGI fue culpable de introducir confusión derivada de la aplicación de indicadores compuestos al presentar el SIC en el 2010 sin explicar, en su momento, las diferencias conceptuales con el SICCA.

Las mejores prácticas internacionales sugieren que estos comités tengan como misión establecer una cronología de los ciclos económicos y mantenerla actualizada. La mayoría de ellos está financiada por alguna institución independiente y sin fines de lucro que les proporciona respaldo institucional, apoyo logístico para su operación y difusión de resultados, así como asistencia técnica para análisis cuantitativos.

Para cumplirla, poseen ciertos atributos principales: credibilidad provista por su autoridad técnica, independencia de intereses de lucro o hacia grupos particulares, congruencia entre la evidencia empírica y su toma de decisiones, trabajo permanente y abstención de cualquier opinión ajena a su misión.

Para alcanzar una caracterización clara de los comités de fechado, fue particularmente útil recopilar de primera mano las experiencias de miembros de comités similares de Estados Unidos, la Unión Europea, Canadá, España y Brasil durante el inédito Seminario Internacional sobre Fechado de los Ciclos Económicos, realizado por el INEGI y el CIDE el 30 y 31 de octubre de 2019. La discusión académica y reflexiones están disponibles para el público en general en el sitio web del Seminario,¹⁰ donde se puede consultar material escrito y audiovisual de todas las sesiones, lo cual representa una significativa aportación al material de referencia sobre ciclos económicos. Como fruto de este evento y de investigaciones realizadas por el GTDCFC, se recopiló una matriz de características similares de los diversos comités de fechado alrededor del mundo, que fue fundamental para la elaboración del capítulo 3.¹¹

La segunda sección del documento presenta la recomendación técnica del Grupo de Expertos (ver capítulo 4). Derivado de un examen de las experiencias internacionales y de un análisis riguroso de todas las opciones para la determinación del fecha-

10 <https://www.inegi.org.mx/eventos/2019/cide/>. El material audiovisual se puede consultar directamente en: <https://www.youtube.com/channel/UCvFp7Fse31ECLPVA4g9xD9A>.

11 Por su aportación al estudio internacional —que es muy difícil encontrar en una sola fuente— se incluyó la matriz como anexo al estudio del GTDCFC.

do de los ciclos económicos en México, el GTDCFC decidió sugerir de forma amplia la formación de un comité permanente sobre el tema.

Para salvaguardar los elementos clave que caracterizan a un comité de fechado sólido, consideró adecuado que, para el caso de México, el INEGI fuese la institución que anidara al Comité de Fechado de Ciclos Económicos, ya que posee la infraestructura técnica necesaria e independencia de influencias políticas e ideológicas, es la institución que cuenta con mayor experiencia en el análisis de los ciclos económicos y, en la actualidad, auspicia a otros comités nacionales e internacionales dedicados a la producción y análisis de estadísticas.

Asimismo, dentro de las recomendaciones, se busca que el Comité establezca una metodología rigurosamente transparente sobre sus actividades, la cual tendrá un marco legal para este fin; también, que explique las razones que fundamentarán sus decisiones de fechado y que proporcione la información y los análisis respectivos que respalden sus decisiones, esto para que pueda existir un mecanismo de rendición de cuentas y, con ello, brindar amplia evidencia que sostenga su credibilidad.

¿Qué sigue?

El GTDCFC concluyó su estudio el 27 de enero de 2020 y lo entregó de manera formal a Julio Santaella, presidente del INEGI, el 19 de febrero del mismo año. Después quedaría en manos del Instituto elaborar la lista de economistas expertos en el tema y convocar la primera reunión. Esperamos que esto suceda en los siguientes meses

Su primera tarea será la ubicación consensuada de los picos y valles de los ciclos económicos desde la información disponible a la fecha, es decir, la

construcción del acervo histórico de las fechas de inicio y término de cada recesión que hemos tenido.

La segunda —la de mayor anticipación mediática—, la determinación de la fecha en la que comenzó la recesión actual —si es que existe—, lo cual no es nada fácil, pues tendría que establecer la fecha mediante evidencia empírica y completa, es decir, no podrá utilizar datos preliminares, sujetos a revisión. Esto implica un rezago importante en la determinación del mes exacto, primero, porque la mayoría de los indicadores relevantes se publican con un atraso de dos a tres meses; segundo, es necesario recopilar información que compruebe que la caída en la actividad económica cumple con las tres características propias de una recesión, lo que implica un residuo adicional de, por lo menos, seis meses. Sumando ambos rezagos, necesitaría mínimo de nueve meses —y tal vez más— después de que haya empezado la recesión para poder asegurar la fecha (por ejemplo, el del NBER se demora entre 10 y 11 meses, aproximadamente, en dar su veredicto). A pesar de la larga espera, el tiempo será un aliado del Comité para no ser víctima de presiones políticas que pudieran ejercer grupos de interés sobre los miembros.

Para finalizar, el INEGI también tendrá una tarea importante: en el 2010 se tomó la decisión de sustituir al SICCA por el SIC.¹² Sin embargo, el GTDCFC recomienda que el Comité establezca las fechas del ciclo económico utilizando el enfoque clásico, por lo que el Instituto tendrá que determinar, ahora, si deja de difundir los resultados del SIC para favorecer de nuevo al SICCA. Incluso, esta labor podría significar una actualización y reestimación completa de este sistema.

¹² Véase nota 8 de pie de página 121. El Instituto no dejó de publicar el SICCA en su Banco de Indicadores Económicos (BIE), pero sí de emitir boletines de prensa para difundir sus resultados, favoreciendo, así, al SIC.

Colaboran en este número

Miguel Ángel Mendoza-Meléndez

De nacionalidad mexicana. Es médico cirujano por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Unidad Xochimilco, licenciado en Psicología por la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), especialista en Farmacodependencia por la Universidad de Morelos, maestro en Salud Pública en Epidemiología por el Instituto Nacional de Salud Pública y doctor en Neurociencias, Ciencia y Tecnología por la UNAM y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (IPN); en el 2017 se le otorgó la beca (2R25DA026401) por *The National Institute on Drug Abuse (NIDA)* y el *National Institute of Health (NIH)* para realizar durante dos años el programa de entrenamiento en adicciones en la Universidad del Sur de California (USC); cuenta, además, con una variedad de cursos de formación de posgrado en farmacología clínica, neuropsicología, polismonografía, imagenología y políticas públicas, entre otros. Ha trabajado en diversas instituciones del servicio público e iniciativa privada como director de investigación realizando el diseño, implementación y evaluación de estudios científicos originales, todos financiados por organismos nacionales e internacionales, entre los que destacan los ensayos clínicos aleatorizados: *Estudio binacional del modelo de prevención mantente REAL* (NIDA/NIH: R01DA038657), *Estudio de diagnóstico y tratamiento mediante imagenología cerebral PET-CT Inhalables (Clinical Trials, NCT02188914)* y *Estudio neurogenética-bioinformática para la búsqueda de marcadores biológicos relacionados con enfermedades mentales* (CINVESTAV), así como en los protocolos de investigación: encuestas nacionales epidemiológicas, medicina del sueño, VIH y consumo de drogas en mujeres, adultos mayores, discapacidad y salud mental, ciencias forenses, modelos matemáticos, observatorios especializado de drogas y políticas públicas (CIDE-INEGI-CONACYT); desde hace 20 años ejerce como profesor en diferentes universidades del país. Su área de interés principal es la investigación científica transdisciplinaria en salud mental. Las publicaciones derivadas de sus trabajos se pueden consultar en <https://orcid.org/0000-0001-7522-5237> y https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Angel_Mendoza-Melendez

Contactos: mmendozam@cinvestav.mx y miguelangelmag@hotmail.com

Mateo López-Macario

De nacionalidad mexicana. Es psicólogo por la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM. Ha colaborado en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz en proyectos de investigación de ensayos clínicos aleatorizados en salud mental y prevención de adicciones. Sus áreas de interés son la neuropsicología, las neurociencias y los cambios en procesos cognitivos que suceden en jóvenes y adultos mayores.

Fany Pineda-Miranda

Nació en México. Tiene la Licenciatura en Psicología por la Facultad de Psicología de la UNAM, así como las especialidades en Psicopatología por

el Centro ELEIA y en Innovación de Política de Drogas por la Universidad Nacional de Chile. Actualmente, es coordinadora del área Innovación y Aprendizaje de ReverdeSer Colectivo, AC y líder coordinadora de Proyectos para la Atención de Personas Usuarias de Sustancias Psicoactivas en la Alcaldía de Iztapalapa. Es experta en temas de reducción de riesgos y daños e implementado estrategias y desarrollando talleres psicoeducativos para grupos de adolescentes, padres de familia, maestros, consumidores de sustancias psicoactivas, familiares de consumidores y personas que viven en situaciones extremas; desde el 2012, ha trabajado en temas relacionados con política de drogas, especialmente en desarrollo e implementación de estrategias de salud basadas en el respeto a los derechos humanos desde la salud pública.

Iván Flores-Martínez

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Ciencia Política y Relaciones Internacionales y maestro en Administración y Políticas Públicas por el Centro de Investigación y Docencia Económicas, AC (CIDE); en la actualidad, estudia el doctorado en Políticas Públicas y la maestría en Salud Pública en la Universidad de Carolina del Norte en Charlotte. Se ha desempeñado como asistente de investigación del Programa de Política de Drogas del CIDE, funcionario de la administración pública local de Aguascalientes en las áreas de Planeación y de Evaluación de Proyectos y director general en dos radiodifusoras en el estado de San Luis Potosí. Su agenda de investigación consiste en estudiar los efectos que la violencia relacionada con el narcotráfico tiene en la población.

Rodrigo Córdova-Ponce

Nació en México. Cuenta con la Licenciatura en Políticas Públicas por el CIDE y es egresado de la Maestría en Administración Pública en Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard. Actualmente, colabora en distintos proyectos de investigación del CIDE y de *Innovations for Poverty Action (IPA)*. Sus temas de interés son: composición de los mercados informales e ilegales (principalmente del narcotráfico), evaluación de políticas públicas y diseño de instrumentos de recolección de información, en específico la violencia y sus consecuencias en desarrollo económico y su intersección con la violencia en México y América Latina.

Roberto Maldonado-Montesinos

De nacionalidad mexicana. Es psicólogo por la Universidad Latinoamericana (ULA) y cuenta con la Maestría en Ciencias en Salud Mental Pública por la UNAM. Ha participado en diversos proyectos de investigación en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz y colaboró como asistente en el proyecto *Mantente real*. Sus áreas de interés son: consumo de sustancias, evaluación de programas de intervenciones breves, salud mental global y adolescentes en conflicto con la ley.

Guus Zwitter

Es de nacionalidad holandesa (*Dutch*). Tiene las maestrías en Medicina con una especialidad en Neurociencias y en *Management, Policy Analysis and Entrepreneurship in Health and Life Sciences* con especialidad en Salud Pública Internacional por la Universidad Libre de Ámsterdam, Países Bajos. Ha trabajado en varios proyectos, como: coordinador ejecutivo del Programa de Política de Drogas del CIDE, Región Centro; en la actualidad, es coordina-

dor de Proyectos Especiales México Unido contra la Delincuencia, AC., donde coordina el proyecto *Conocer para transformar desde lo local: diagnósticos y políticas públicas estatales para retrasar el primer consumo de drogas ilegales entre las juventudes*. El enfoque de su investigación son las drogas desde la perspectiva de la salud pública.

Contacto: guuszwitser@gmail.com, guus.zwitser@cide.edu y g.zwitser@mucd.org.mx

Juan Bacilio Guerrero Escamilla

De nacionalidad mexicana. Tiene Licenciatura en Economía, Maestría en Matemáticas y estudios de Doctorado en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), así como una especialidad en Probabilidad y Estadística por la UNAM, además del Diplomado en Econometría Aplicada y el Posdoctorado en Matemáticas por el IPN. En la actualidad, se desempeña como profesor-investigador titular B en la UAEH. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel 1. Su línea de investigación son las matemáticas aplicadas.

Contacto: bacimate@gmail.com

Sócrates López Pérez

Nació en México. Es doctor en Ciencias Sociales en el área de Planeación y Desarrollo Económico y maestro en Sociología del Trabajo por la UAM y tiene la especialidad en Control de Calidad por el Instituto de Ciencias Exactas de la UAEH. En la actualidad, es profesor-investigador titular C en la UAEH. Es miembro del SNI con nivel 1.

Contacto: lopezsoc@gmail.com

Francisco José Zamudio Sánchez

De nacionalidad mexicana. Es *Ph. D.* con *Mayor* en Estadística por la Universidad Estatal de Iowa. En la actualidad, es profesor-investigador de tiempo completo, profesor emérito, miembro del Comité de Posgrado de la División de Ciencias Forestales y director del Programa de Investigación sobre Desarrollo Humano en México de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Forma parte del SNI con nivel II. Sus líneas de investigación son en estadística social y modelos multivariados. Ha publicado artículos sobre temas de modelos lineales, desarrollo humano, género, sustentabilidad y recursos forestales en diversas revistas.

Contactos: fzamudios@taurus.chapingo.mx y zafra1949@gmail.com

Marco Antonio Andrade Barrera

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Estadística por la UACH. Actualmente, es miembro del equipo de investigación en estadística social del Departamento de Estadística, Matemática y Cómputo de la UACH. Sus áreas de interés principales son estadística social y ciencia de datos.

Contacto: mandradebs@gmail.com

Geovanni Becerril González

De nacionalidad mexicana. Es maestro en Estadística por la UNAM. En la actualidad, es miembro del equipo de investigación en estadística social del Departamento de Estadística, Matemática y Cómputo de la UACH. Sus áreas de interés principales son estadística social y ciencia de datos.

Contacto: geo.gonz118@gmail.com

Luis Ortiz

De nacionalidad paraguaya. Es doctor en Sociología por la Escuela de Altos Estudios de Ciencias Sociales en Francia. En la actualidad, es docente en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede Paraguay, y de la

Universidad Nacional de Asunción, así como investigador del Instituto de Ciencias Sociales (ICSO). Es miembro de número de la Sociedad Científica del Paraguay.

Contacto: l.ortiz@yahoo.com

Kevin Goetz

De nacionalidades francesa y paraguaya. Es doctor en Geografía y Ordenamiento Territorial por la Universidad de Toulouse II-Jean Jaurès. En la actualidad, es co-director de Isthme-Estudio Meridional y miembro del ICSO.

Contacto: kevingoetz50@gmail.com

Colin Gache

De nacionalidad francesa. Tiene un Máster en Geografía y Ordenamiento Territorial por la Universidad de Toulouse II-Jean Jaurès y un Post-Máster en Peritaje Internacional-Ciudades en Desarrollo de la Escuela de Urbanismo de París. En la actualidad, es co-director de Isthme-Estudio Meridional y se desempeña como investigador del ICSO.

Contacto: colin.gache@gmail.com

Normand Eduardo Asuad Sanén

De nacionalidad mexicana. Tiene estudios de Licenciatura en Economía y Maestría en Geografía, ambas por la UNAM; obtuvo la Licenciatura en Economía en la Facultad de Economía (FE) de la UNAM; cuenta con el Diplomado en Planeación del Desarrollo Regional y Urbano del ILPES-CEPAL; es maestro en Estudios de Desarrollo con Especialidad en Planeación Regional por el Instituto de Estudios Sociales de la Haya, Holanda, y doctor en Economía por la FE-UNAM. En el ámbito laboral, es maestro de tiempo completo de carrera titular C de la FE-UNAM desde 1994 y profesor del posgrado en la Especialidad de Economía Regional y Urbana y en la Licenciatura de Economía; también, ha sido profesor invitado en instituciones académicas externas (Ecuador y Colombia) y en otras del país (destacan la Universidad Autónoma de Aguascalientes y la de Yucatán), así como del Colegio de Puebla, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y de la Universidad Autónoma del Estado de México, además de asesor de la Maestría en Administración del Desarrollo Regional.

Contacto: cedrus@economia.unam.mx

Ignacio Javier Cruz Rodríguez

De nacionalidad mexicana. Es doctor en Economía por la Facultad de Estudios Superiores (FES) Acatlán de la UNAM, donde, en la actualidad, es profesor de Economía; además, es catedrático CONACYT asignado al Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Es especialista en temas de economía del transporte.

Contacto: ignacio.rodriguez@uadec.edu.mx

José Feliciano Rodríguez Flores

De nacionalidad mexicana. Es doctor en Economía. En la actualidad, labora en el Centro de Investigaciones Socioeconómicas en la Universidad Autónoma de Coahuila. Su tema de interés es la economía del transporte.

Contacto: rodriguez.feliciano@uadec.edu.mx

Alejandro Eduardo Guevara Sanginés

De nacionalidad mexicana. Es doctor en Economía del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Madrid. Fue vicerrector académico en la

Universidad Iberoamericana, campus Ciudad de México, donde, en la actualidad, es catedrático de Economía Ambiental. Pertenece al SNI con nivel II.

Contactos: alejandro.guevara@uia.mx y alejandro.guevara.sangines@gmail.com

Alfonso Mercado García

De nacionalidad mexicana. Es maestro en Economía del Desarrollo por la Sussex University. Fue coordinador del Programa de Análisis Económico de México, así como profesor-investigador del Centro de Estudios Económicos en El Colegio de México (El COLMEX). En la actualidad, es catedrático de Economía Ambiental en El COLMEX. Pertenece al SNI con nivel II.

Contactos: amercado@colmex.mx y amercadogarcia@hotmail.com

José Alberto Lara Pulido

De nacionalidad mexicana. Es doctor en Economía por El COLMEX. Es director del Centro Transdisciplinar Universitario para la Sustentabilidad (CENTRUS), así como profesor-investigador de tiempo completo del Instituto de Investigaciones para el Desarrollo con Equidad (EQUIDE) y del Departamento de Estudios Empresariales en la Universidad Iberoamericana, campus Ciudad de México, institución donde sigue laborando en la actualidad. Pertenece al SNI con nivel I.

Contactos: jose.lara@ibero.mx y jose.alberto.lara@gmail.com

Jonathan Heath

Es economista por la Universidad Anáhuac, con estudios doctorales en Economía Monetaria y en Economía Internacional en la *University of Pennsylvania*. En la actualidad, es miembro de la Junta de Gobierno del Banco de México. Tiene acumulados más de 35 años de experiencia en el análisis de la economía mexicana y sus perspectivas, tiempo durante el cual fue el economista principal de México para varias instituciones financieras globales y consultorías internacionales. Ha escrito cerca de tres mil artículos que se han publicado en más de 60 revistas y periódicos de México y el extranjero; ha dado conferencias sobre las perspectivas económicas de México y América Latina en más de 20 países; tuvo una columna semanal en la sección de negocios del periódico *Reforma* desde 1995 hasta principios del 2019; y es autor de los libros: *Lo que indican los indicadores*, *Para entender al Banco de México*, *La maldición de las crisis sexenales* y *El dinero*. Desde 1992 es miembro del Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas (IMEF). Es autor del Indicador IMEF Manufacturero y no Manufacturero y de la Encuesta Mensual de Expectativas IMEF.

Contacto: jonathanheath54@gmail.com

Política y lineamientos editoriales

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA es una publicación cuatrimestral que sirve de enlace entre la generación de la información estadística y geográfica oficial y la investigación académica para compartir el conocimiento entre especialistas e instituciones con propósitos similares.

Se publicarán sólo artículos inéditos y originales relacionados con la situación actual del uso y aplicación de la información estadística y geográfica a nivel nacional e internacional.

Es una revista técnico-científica, bilingüe, cuyos trabajos son arbitrados por pares (especialistas), bajo la metodología doble ciego, con los siguientes criterios de evaluación: trabajos inéditos, originalidad, actualidad y oportunidad de la información, claridad en la definición de propósitos e ideas planteadas, cobertura de los objetivos definidos, estructura metodológica adecuada y congruencia entre la información contenida en el trabajo y las conclusiones.

El resultado del proceso de dictaminación se comunica por correo electrónico y contempla tres variantes: recomendado ampliamente (con modificaciones menores), recomendado (pero condicionado a modificaciones sugeridas) y no recomendado (rechazado). Dos dictámenes aprobados, se notifica al autor que se publica y se envía a corrección de estilo; un aprobado y uno rechazado, se le solicita realizar cambios; y dos rechazados, se notifica la no publicación.

Indizaciones y registros

- LATINDEX Catálogo (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).
- CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades).
- REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico).

Lineamientos para publicar

Se publicarán trabajos en español e inglés: artículos de investigación, revisión y divulgación; ensayos; metodologías; informes técnicos; comunicaciones cortas; reseñas de libros; revisiones bibliográficas y estadísticas, entre otros.

1. El artículo —o cualquier otro tipo de escrito de los mencionados— deberá entregarse con una carta dirigida al editor responsable de REALIDAD, DATOS Y ESPACIO. REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA en la que se proponga el texto para su publicación, que se declare que es inédito y que no ha sido postulado de manera paralela en otro medio. Asimismo, deben incluirse los datos completos del(los) autor(es), nacionalidad(es), institución(es) de adscripción y cargo(s) que ocupa(n), domicilio(s) completo(s), correo(s) electrónico(s) y teléfono(s). Esto debe dirigirse a la atención de la M. en C. Virginia Abrin Batule, virginia.abrin@inegi.org.mx (tel. 5278 10 00, ext. 1161).
2. El trabajo se debe presentar en versión electrónica (formato *Word* o compatible) con: a) extensión no mayor de 20 cuartillas; b) letra Helvética, Arial o Times de 12 puntos y c) interlineado de 1.5 líneas. El material adicional al texto se requiere por separado: a) las imágenes, con resolución de 300 ppp y un tamaño no menor a 17 centímetros de base (ancho) en formato JPG o TIF —no remuestrear (ampliar) imágenes de menor resolución—; si son líneas o mapas, deben entregarse en formato vectorial (EPS o Ai), en caso de incluirse imágenes en mapa de bits, incrustarlas o enviarlas con el nombre con el cual se creó el vínculo (conservando los requerimientos de resolución y tamaño estipulados); y para fotografías, éstas no deben ser menores a 5 megapíxeles; b) las fórmulas o expresiones matemáticas tienen que elaborarse con el editor de ecuaciones propio de *Microsoft*[™], pero en caso de usar *software* de terceros, incluir en la entrega PDF testigo en el cual figuren exactamente cómo deben representarse; c) las gráficas, que incluyan el archivo en *Excel* con el cual se desarrollaron o, en su defecto, la imagen JPG legible, de origen, en alta resolución; y d) los cuadros, que sean editables, no se deben insertar como imagen.
3. La colaboración debe incluir: título del trabajo (en español e inglés o viceversa); resúmenes del trabajo en español e inglés (que no excedan de un párrafo de 10 renglones); palabras clave en español e inglés (mínimo tres, máximo cinco); bibliografía u otras fuentes; así como breve(s) semblanza(s) del(los) autor(es) que no exceda(n) de un párrafo de cinco renglones y que incluya(n) nacionalidad(es), grado(s) académico(s), principal(es) experiencia(s) profesional(es), adscripción(es) laboral(es) actual(es) y dirección(es) electrónica(s) de contacto.
4. Las referencias bibliográficas u otras fuentes deberán presentarse al final del artículo de la siguiente manera: nombre(s) del(los) autor(es) comenzando por el(los) apellido(s); título de la publicación con cursivas (si se trata de un artículo, debe estar entrecomillado, seguido de coma y la preposición en con dos puntos y, enseguida, el título de la revista o libro donde apareció publicado, con cursivas); país de origen; editorial; lugar y año de edición; página(s) consultada(s). En el caso de las fuentes electrónicas (páginas web) se debe seguir el mismo orden que en las bibliográficas, pero al final se pondrá entre paréntesis DE (dirección electrónica), la fecha de consulta y la liga completa. Se tienen que omitir aquellas que se mencionen como notas a pie de página. Si se aplica la opción de incluir en cuerpo de texto la referencia de nombre de autor y año de la fuente consultada entre paréntesis, sí deben aparecer todas las referencias mencionadas.

Página electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>

Editorial Guidelines and Policy

REALITY, DATA AND SPACE INTERNATIONAL JOURNAL OF STATISTICS AND GEOGRAPHY is a four-monthly publication that connects statistics and geographic official information with academic research in order to share knowledge among specialists and institutions with similar aims.

We will publish only original and unpublished articles related to the current use and appliance of statistical and geographical information at both national and international levels.

It is a technical-scientific and bilingual magazine, with articles previously peer-reviewed by specialists under a double-blind methodology with the following evaluation criteria: unpublished works, originality, information related to opportunity and current affairs, we expect clarity in the definition of aims and ideas stated, defined objectives coverage, accurate methodological structure and coherence between the information of the paper as well as its conclusions.

The result of the paper-assessment process is delivered by email, and it involves three possibilities: fully recommended (with slight modifications), recommended (on condition of suggested modifications) and not recommended (i.e. rejected). When there are two reports of approval, the author gets notified that his/her paper will be published and it is sent to a style editing process. When one report approves the paper for publication and another one rejects it, the author is requested to make some changes for the text to be published. If the text submitted receives two non-favourable reports, the author is notified that the text will not be published.

Index and Registers

- LATINDEX Catalogue (Online Regional Information System for Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal).
- CLASE (Latin American Quotations in Humanities and Social Sciences)
- REDIB (Latin American Net of Innovation and Scientific Knowledge)

Publishing Guidelines

Articles will be published in Spanish or English: research, revision and scientific-spreading articles; methodologies; technical reports; short texts; book reviews; and bibliographical and statistical revisions, among others.

1. The article —or any other kind of text from those aforementioned— must be delivered with an attached letter addressed to the chief editor of Reality, Data and Space. International Statistics and Geography Magazine in which the text intended for publication will be submitted. There it must be stated that the text has not been published, and that it has not been submitted for publication in any other media. The names in full of the authors must be included, as well as their nationalities, adscription institutions, position in those institutions, postal address, e-mail address, and telephone numbers. This must be addressed to MSc Virginia Abrin Batule, virginia.abrin@inegi.org.mx (tel (+52) (55) 52.78.10.00, extension 1161).
2. The article must be submitted in an electronic version (a Microsoft Word file or a compatible one) with the following format: a) the text should not exceed the 20 pages of length; b) typography must be Helvetic, Arial or Times (12 points); and c) there should be a 1.5 line spacing in each paragraph. Additional material to the text will be delivered separately: a) images with a resolution of 300 ppp and no smaller than 17 cm width will be delivered in format JPG or TIF —please do not amplify images with lower resolution—. If the added materials are lines or maps, these must be delivered in vectorial format (EPS or Ai). If there are images in bits map, these must be embedded or attached with the name of the original file with which the link was created (keeping the resolution and size requirements above stated). As regards to photographs, these should not be inferior as 5 megapixels; b) mathematical expressions or formulae have to be created with the equations editor by *Microsoft*[™], but in case of using third-parties software, please attach a witness PDF in which the exact representation of mathematical formulae or expressions is contained; c) graphics must include the Excel file in which they were created or a legible image in the original JPG format in high resolution; and d) charts must be editable, and must not be inserted as images.
3. The text must include the following: the article's title (both in English and Spanish); the abstract of the article—both in English and Spanish (not longer than a 10-line paragraph); key words—both in English and Spanish (three as minimum and five as maximum); bibliography and other sources; as well as brief biographical sketches of the authors not exceeding a five-line paragraph each including nationalities, academic titles, main professional experiences, current work-related affiliations, and electronic addresses for the authors to be contacted.
4. Bibliographical references and other sources must be included at the end of the article in the following way: author's name (Surname first), and publication's title (in italics). If it is an article, the title must be in quotation marks followed by a comma and the preposition "en" with semicolon (in Spanish), then it should appear the title of the book or magazine in which the article was published (in italics); country of origin; publishing house, edition year, and consulted pages. As regards to electronic sources (web pages) the same order of the bibliographical references must be followed, but at the end the word "EA" (as for Electronic Address) ("DE" in Spanish) must be added within parenthesis followed by consultation date and the complete reference link. Those web links referred previously as footnotes, must be omitted in this section. However, if the name of the author and the year of the consulted source were included in the main body of the text within parenthesis, all these must be included as part of the bibliographical references.

Webpage: <http://rde.inegi.org.mx>

El agua en México

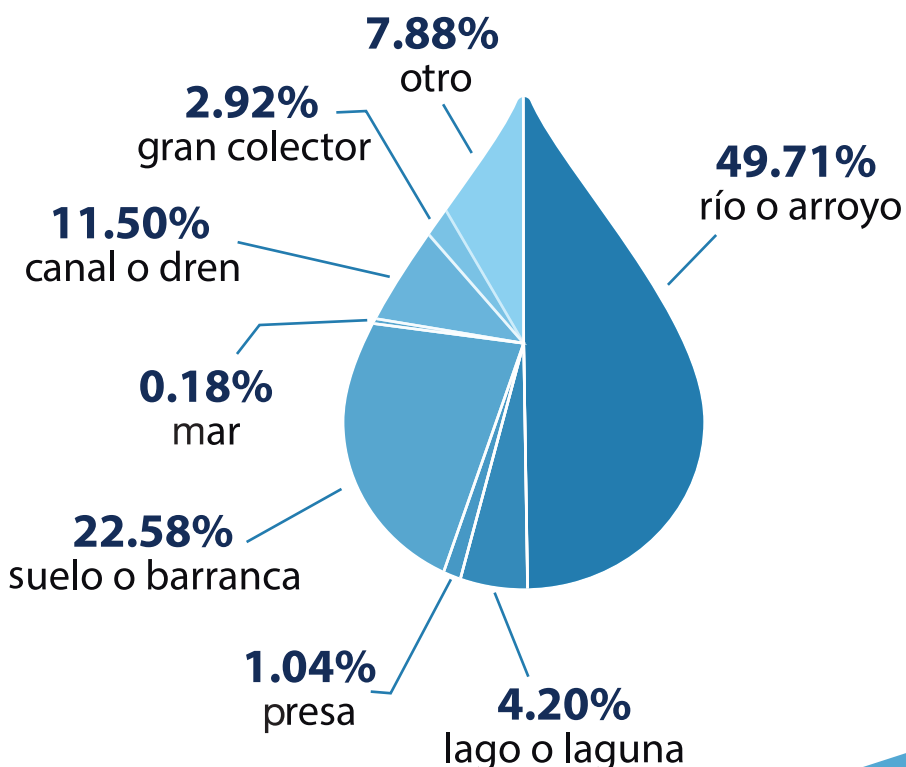
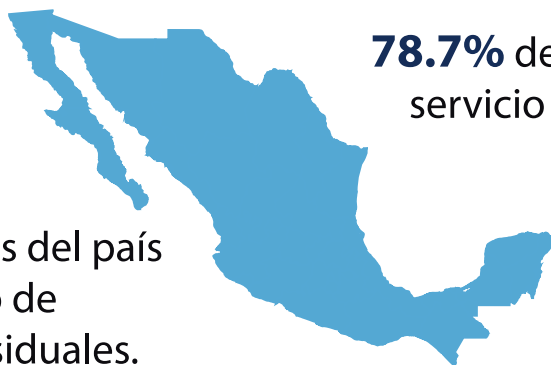
De **2 447 municipios** y **16 demarcaciones** territoriales:

98.6% tiene servicio de agua de la red pública.

78.7% de los municipios cuenta con servicio de drenaje y alcantarillado.

49.6% de los municipios del país no cuenta con el servicio de tratamiento de aguas residuales.

La mayoría del agua para abastecimiento público proviene de pozos.



Puntos de **descarga** de **aguas residuales** municipales **sin tratamiento** (nacional)

Conociendo **México**

800 111 46 34

www.inegi.org.mx

atencion.usuarios@inegi.org.mx

INEGI Informa

Fuente: INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019.*

INEGI

