

SOBRE MÉXICO

TEMAS DE ECONOMÍA

NUEVA ÉPOCA

AÑO 2 NÚMERO 3
ENERO-JUNIO 2021



Políticas prodensificación y cambio climático:
los desafíos de las ciudades mexicanas

Manlio Castillo ■ Edgar Ramírez de la Cruz ■
Heidi Smith

La expansión de Covid-19 en México
en 2020: un enfoque desde la econometría
de series de tiempo

Alejandro Rodríguez Arana

¿La educación es el gasto más eficiente? Análisis
de costo-beneficio, retornos a la educación,
y simulaciones contrafactuales para el sistema
educativo boliviano

Ludwing Torres Carrasco

Competencia política y desempeño
de los gobiernos municipales

César Velázquez Guadarrama

Brechas salariales por autoidentificación indígena
y rasgos lingüísticos en México

Pedro J. Torres ■ Eva O. Arceo-Gómez



SobreMéxico. Temas de Economía. Nueva Época
Año 2, número 3, enero-junio 2021

Editores

Alejandro Rodríguez Arana (Universidad Iberoamericana Ciudad de México)
Isidro Soloaga (Universidad Iberoamericana Ciudad de México)

Responsable Editorial

María Alejandra Villegas Gutiérrez (Universidad Iberoamericana Ciudad de México)

Comité Editorial

Willy Cortés (Universidad de Guadalajara, México)
Eduardo Mendoza (El Colegio de la Frontera Norte, México)
Ernesto Aguayo (Universidad Autónoma de Nuevo León, México)
Carlos A. Ibarra (Universidad de las Américas Puebla, México)
Raymundo Campos (El Colegio de México, México)
Cristiana Abbafati (Universidad de Roma La Sapienza, Italia)
Alfonso Miranda (Centro de Investigación y Docencia Económicas, México)

Consejo Editorial

Gonzalo Castañeda (Centro de Investigación y Docencia Económicas, México)
Santiago Levy (Banco Interamericano de Desarrollo, Estados Unidos)
Luis Felipe López Calva (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Estados Unidos)
Nora Lustig (Tulane University, Estados Unidos)
Jacques Silber (Bar-Ilan University, Israel)

Sobre México. Temas de Economía. Nueva Época. Núm. 3, Año 2, enero-junio 2021 es una publicación electrónica semestral editada por la Universidad Iberoamericana, A. C. domicilio de la publicación: Departamento de Economía de la Universidad Iberoamericana. Prol. Paseo de la Reforma 880, Col. Lomas de Santa Fe, 01210, Ciudad de México, tel. (55) 5950-4000, sobremexico-revista.ibero.mx, sobremexico.revista@ibero.mx. Editor responsable: Isidro Soloaga. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-050908445000-203, ISSN: 2448-7325, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de diseño web y actualizaciones: Dirección de Publicaciones de la Universidad Iberoamericana. Prol. Paseo de la Reforma 880, col. Lomas de Santa Fe, 01219, Ciudad de México, tel. (55) 5950-4000, fecha de última modificación: 30 de junio de 2020. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. El material de esta revista puede ser reproducido sin autorización para su uso personal o en el aula de clases, siempre y cuando se mencione como fuente el artículo, su autor y a la Revista *SobreMéxico. Temas de Economía*. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Índice

- Políticas prodensificación y cambio climático:
los desafíos de las ciudades mexicanas** 5
*Pro-densification policies and climate change:
The challenges of Mexican cities*
Manlio Felipe Castillo Salas ■ Edgar Ramírez de la Cruz ■
Heidi Jane M. Smith
- La expansión de Covid-19 en México
en 2020: un enfoque desde la econometría
de series de tiempo** 34
*The expansion of Covid-19 in Mexico
in 2020: an approach
from time series econometrics*
Alejandro Rodríguez Arana
- ¿La educación es el gasto más eficiente?
Análisis de costo-beneficio, retornos
a la educación, y simulaciones contrafactuales
para el sistema educativo boliviano** 67
*Is education the most efficient expenditure?
Cost-benefit analysis, returns to education,
and counterfactual simulations
for the Bolivian educational system*
Ludwing Torres Carrasco

**Competencia política y desempeño
de los gobiernos municipales** 108
*Political competition and the performance
of municipal governments*
César Velázquez Guadarrama

**Brechas salariales por autoidentificación
indígena y rasgos lingüísticos en México*** 129
*Wage gaps due to indigenous self-identification
and linguistic traits in Mexico*
Eva O. Arceo-Gómez ■ Pedro J. Torres L.



Políticas prodensificación y cambio climático: los desafíos de las ciudades mexicanas

*Pro-densification policies and climate
change: The challenges of Mexican cities*

Manlio Felipe Castillo Salas
Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C. (CIDE)
manlio.castillo@cide.edu

Edgar Ramírez de la Cruz
Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C. (CIDE)
edgar.ramirez@cide.edu

Heidi Jane M. Smith
Universidad Iberoamericana (UIA)
Heidi.smith@ibero.mx

Resumen

El artículo discute los principales desafíos que enfrentan las ciudades mexicanas para promover políticas prodensificación. Después de describir el acelerado proceso de urbanización del país, se argumenta cómo las políticas prodensificación pueden contribuir a combatir el cambio climático. La principal aportación del artículo es un modelo de clasificación de las ciudades en función de su potencial para generar políticas prodensificación. Tal clasificación se propone con base en el grado de autonomía local y la capacidad de las urbes para crear una arquitectura institucional apropiada. Esta clasificación es un punto de partida para un diagnóstico que permita intervenciones de política certeras, de acuerdo con la realidad de cada urbe. El artículo concluye con algunas observaciones y recomendaciones para que los gobiernos locales de México fortalezcan su agenda de sostenibilidad urbana y adquieran mejores herramientas para la gestión exitosa de sus políticas prodensificación.

Palabras clave: políticas urbanas; densificación urbana; políticas prodensificación; gobiernos locales; cambio climático; instituciones locales; México.

Abstract

The article discusses the main challenges of Mexican cities to promote pro-densification policies. After describing Mexico's accelerated urbanization process, the paper describes how densification policies may contribute to fighting climate change. The main contribution of the article is a model for classifying cities according to their potential to generate pro-densification policies. The model is based on the level of local autonomy and the capacity of cities to create an appropriate institutional architecture. This classification is a starting point for a diagnosis that allows accurate policy interventions, according to the reality of each city. The paper concludes with some observations and recommendations so that Mexico's local governments can strengthen their urban sustainability agenda and acquire better tools for the successful management of pro-densification policies.

Keywords: urban policies; urban densification; pro-densification policies; local governments; climate change; local institutions; Mexico.

JEL classification: R14, R51, R58, Q54, Q58.

Fecha de recepción: 2 de noviembre de 2020.

Fecha de aceptación: 23 de febrero de 2021.

1. Introducción: la evolución del fenómeno urbano en México

En las últimas décadas, las ciudades mexicanas han experimentado un pronunciado crecimiento demográfico. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 1950 la población urbana del país era de 43% y para 1990 había aumentado a 71%. Los datos más recientes, captados por la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2015), muestran que la población urbana de México ha alcanzado el 77%, de acuerdo con la definición del INEGI, que considera como urbanas las localidades con al menos 2500 habitantes. Según esta misma fuente, actualmente, 62% de la población vive en localidades de 15 mil habitantes o más.

El Consejo Nacional de Población (Conapo) estima que para 2030 habrá 747 centros urbanos en el país (según el censo de 2010, en ese año había 249), de los cuales 17 serán ciudades con una población de entre 1 millón y 5 millones de habitantes, 76 serán ciudades medianas de hasta 500 mil habitantes, y habrá aproximadamente 102 ciudades pequeñas de hasta 100 mil habitantes. Conapo también estimó que para 2020 las zonas metropolitanas de México albergarían a 72.4% de la población total del país; es decir, que se prevé que esta proporción aumente hasta 78% en 2030 (Organización de las Naciones Unidas [ONU]-Hábitat, 2018).

El patrón de crecimiento expansivo y acelerado de las ciudades mexicanas ha dado lugar a la intensificación del fenómeno metropolitano. En 2015 se añadieron 50 municipios a la lista de áreas metropolitanas. En total, las 74 áreas metropolitanas reconocidas en México comprenden, hoy en día, a 417 municipios; 278 de ellos constituyen los núcleos de las zonas urbanas y el resto se ubica en torno a ellos, en función de su integración o de las tendencias de crecimiento de las ciudades. De los 417 municipios mencionados, 372 (89.2%) cuentan con una conurbación municipal y/o interestatal (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [Sedatu] et al., 2015).

Entre 2010 y 2015 las tasas de crecimiento demográfico de las zonas metropolitanas disminuyeron ligeramente su ritmo de crecimiento, aunque este sigue siendo superior a la tasa media de crecimiento de México, que es de 1.3% anual. De acuerdo con la información de Sedatu et al. (2015), la tasa media anual de crecimiento de la población en las zonas metropolitanas entre 2010 y 2015 fue de 1.4%. Del conjunto, las ciudades que crecen a mayor ritmo son las que tienen entre 1 millón y 5 millones de habitantes (1.8%), y las que tienen entre 500 mil y 1 millón de habitantes (1.7%).

En total, las áreas metropolitanas mexicanas albergan a una población de alrededor de 75 millones de habitantes, con una densidad media de 108.3 habitantes por hectárea (hab/ha). Sin embargo, cabe destacar que, debido al patrón expansivo de crecimiento urbano, la densidad urbana media ha disminuido sistemáticamente en los últimos años, pasando de 124 hab/ha en 2000 a 118.2 hab/ha en 2005, y a 111.5 hab/ha en 2010 (Sedatu et al., 2015).

Con base en la información del Índice de Ciudades Prósperas (ICP), ONU-Hábitat (2018) plantea dos posibles consecuencias de la actual tendencia de expansión metropolitana en México, caracterizada principalmente por el uso ineficiente de la tierra y la baja densidad de los asentamientos de población. Por una parte, la movilidad y la conectividad de las ciudades requerirán cada vez más inversiones, a medida que aumenten la distancia, el tiempo y los costos del transporte interurbano, lo que afectará principalmente a la población de menores ingresos. Por otra parte, si continúan las deficiencias en la planificación urbana, es probable que los asentamientos irregulares sigan creciendo y, por lo tanto, perpetúen los problemas de prestación de servicios públicos, así como los conflictos por el uso de la tierra y la preservación del medio ambiente.

En la esfera económica, las cosas no se ven mejor. A pesar de la amplia urbanización que presenta el país y de que las áreas urbanas generan casi 80% del producto interno bruto (PIB) nacional, existen fuertes desigualdades sociales y económicas entre las 74 zonas metropolitanas. El Índice de Competitividad Urbana 2016 (Instituto Mexicano para la Competitividad [IMCO], 2016) —una medida resumida del desempeño de las ciudades para atraer inversiones y recursos humanos calificados— encuentra que solo dos ciudades (2.7% del total) son altamente competitivas y 11 (14.9%) tienen un desempeño adecuado en esta materia. Del resto, 50 (67.5%) se encuentran en un nivel de desempeño intermedio y 11 (14.9%) tienen bajos niveles de competitividad.

Al igual que el resto de los municipios del país, las ciudades mexicanas padecen problemas financieros que requieren atención inmediata. Como señala ONU-Hábitat (2016), tienen capacidades de recaudación diversas y limitadas, con dos consecuencias principales. En primer lugar, hace que los gobiernos locales dependan en gran medida de las transferencias de los gobiernos estatales y, sobre todo, del gobierno federal. Debido a esta condición, los municipios mexicanos —urbanos o no— tienen un margen severamente restringido para la libre administración de los recursos financieros de que disponen.

En segundo lugar, las restricciones financieras son una de las principales barreras para que los gobiernos locales enfrenten con éxito las desigualdades sociales y económicas que prevalecen entre la población, y que se reflejan en la formación de bolsas o corredores de pobreza dentro de los espacios urbanos. En estas áreas existen asentamientos irregulares, viviendas precarias, escasa cobertura de servicios públicos y bajas condiciones de bienestar social. Adicionalmente, las ciudades tienen serios problemas para gestionar la conservación del medio ambiente, construir diferentes alternativas de movilidad, gestionar y mantener los sistemas de agua y saneamiento, establecer políticas sobre contaminación atmosférica, seguridad pública, espacio público y acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones, por mencionar solo algunas de las cuestiones más importantes (ONU-Hábitat, 2016).

En tal contexto, el objetivo de este artículo es explorar las capacidades que tienen las ciudades de México para promover políticas prodensificación, que les permitan disminuir su impacto negativo en el cambio climático. Después de explicar la forma en que la densificación urbana puede ayudar a combatir el cambio climático, la sección tres enumera los principales retos que enfrentan los gobiernos locales en México para adoptar políticas de densificación o redensificación. La cuarta sección propone un modelo de clasificación de las ciudades, según su potencial para generar políticas prodensificación, de acuerdo con su grado de autonomía local y su capacidad para crear una arquitectura institucional adecuada a los propósitos de dichas políticas. El artículo concluye con algunas observaciones y recomendaciones a fin de que los gobiernos municipales de México fortalezcan su agenda de sostenibilidad urbana y adquieran mejores herramientas para la gestión exitosa de políticas prodensificación.

2. Densidad urbana y cambio climático

Tanto los académicos como los encargados de la formulación de políticas están monitoreando con atención el comportamiento de diversos indicadores de desarrollo de las ciudades alrededor del mundo, y proporcionando evaluaciones de las políticas urbanas, con el propósito de mejorar las respuestas de los gobiernos ante el cambio climático. Destacados autores como Sassen (2000, 2005) y Taylor y Fink (2003) han trabajado para clasificar las ciudades del mundo en términos de su desarrollo económico, incluyendo factores ambientales (Amin, 2000).

Recientemente, el Banco Mundial creó el *Global Cities Indicators Facility* (GCIF) y las Naciones Unidas idearon el *Global Compact Cities Program* (UNGCCP) para evaluar el impacto de las ciudades en diversas variables climáticas (Scerri y James, 2010). La premisa básica de todos estos esfuerzos es construir indicadores comparables sobre la calidad de vida en las ciudades, el desarrollo económico, el bienestar social y las vulnerabilidades climáticas. Tal combinación de factores nos permite un acercamiento razonable a una medición del desarrollo urbano sostenible.

No es extraño que la evidencia reciente señale a las áreas urbanas como las principales fuentes de contaminación. Las ciudades albergan a más de 50% de la población mundial (se estima que esta proporción crecerá a 60% en 2030) y también consumen entre 60 y 80% de la producción mundial de energía (Levin et al., 2011; Merk et al., 2012), lo cual incrementa sustancialmente las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI). De acuerdo con la *Emission Database for Global Atmospheric Research* (EDGAR), a pesar de los esfuerzos internacionales, las emisiones de CO₂ se incrementaron 1.9% en 2018 y 0.9% en 2019, mientras que las emisiones globales de GEI han aumentado en alrededor de 50% en el período 1990-2015 (Crippa et al., 2019, 2020).

Las principales fuentes de GEI provienen de la producción y el uso de la electricidad, la calefacción y el combustible industrial, los procesos industriales, el transporte terrestre, la aviación y los residuos sólidos. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es el estilo de vida de las personas, junto con la forma urbana, lo que causa el aumento en el uso de contaminantes. Para combatir este problema, la OCDE sostiene que las ciudades deben volverse “compactas”, a través de un diseño y operación adecuados de enlaces de transporte, una mezcla correcta de usos del suelo y la provisión de servicios urbanos de alta calidad, todo con el fin de fomentar menos emisiones de GEI y CO₂ (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2012).

Sin embargo, la densificación urbana está lejos de ser una solución ideal. Aunque ciudades más densas pueden contribuir a mitigar los efectos del cambio climático, la evidencia reciente muestra que las medidas de densificación también pueden generar condiciones de inequidad y efectos regresivos para las personas con menores ingresos. Ahlfeldt y Pietrostefani (2019) encuentran que esto puede suceder porque las políticas prodensificación tienden a aumentar el precio de los alquileres y el valor del suelo urbano, incrementando el costo de la prestación de servicios (independientemente de la demanda) y causando una escasez artificial

de suelo, debido a que parte de este se “separa” para ser utilizado en programas de densificación.

Ante tal escenario, las políticas de densificación o redensificación urbana requieren balancear adecuadamente el combate a los efectos sobre el cambio climático y la equidad social. Para lograr el equilibrio se necesita, entre otras cosas, la colaboración interlocal e intergubernamental, así como una reconciliación entre los intereses políticos y económicos de los actores urbanos. Orientar a las ciudades hacia esos objetivos requiere que los gobiernos locales posean fortalezas institucionales y capacidades de gestión adecuadas. La sección siguiente enumera los principales desafíos que enfrentan los gobiernos locales en México a este respecto.

3. Desafíos de los gobiernos locales mexicanos para equilibrar la densificación urbana y la equidad social

La creación de densidad es solamente una de las múltiples prioridades que enfrentan los gobiernos locales y, con frecuencia, la demanda hacia los tomadores de decisiones no se corresponde con las capacidades de los gobiernos para hacerles frente o proveer servicios públicos en cantidad y calidad suficientes. La abundancia de asuntos que deben tratar los gobiernos locales hace que la gestión urbana sea aún más compleja, lo que resulta problemático si se toman en cuenta la escasez de recursos financieros y las dificultades de organización a las que se enfrentan muchos de ellos en México. En esta sección se destacan los principales retos (institucionales, de colaboración, de gestión y financieros) de los gobiernos municipales mexicanos cuando emprenden políticas urbanas como las de densificación.

3.1. Desafíos institucionales

En general, las políticas, los programas y los proyectos de resiliencia climática son gestionados por las dependencias del gobierno federal. De los incentivos que proveen las políticas federales depende, en buena medida, que los agentes privados inviertan en energías limpias, tecnologías amigables con el medio ambiente y, en general, en actividades y procesos productivos ambientalmente sostenibles. El diseño de las políticas contra el cambio climático también influye en la capacidad de coordinación con los gobiernos estatales y municipales en el logro de los objetivos contra los efectos del cambio climático. Por su parte, el principal

reto de los gobiernos locales mexicanos es crear una base mínima desde la cual promover políticas urbanas sostenibles, y sintonizarse con los lineamientos de las políticas federales sobre el tema.

Actualmente, las ciudades mexicanas no vinculan sus planes de inversión con esfuerzos de sostenibilidad ambiental, ni piensan en poner en marcha proyectos que, una vez implementados, podrían reducir los GEI. Si bien algunas ciudades y estados ocasionalmente invierten en proyectos que promueven la eficiencia energética o bajas emisiones de carbono, no se puede afirmar que sean parte de una estrategia ambiental coherente y sólida.

La última evaluación disponible sobre el avance subnacional de la política nacional de cambio climático fue realizada en 2018, por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). En este documento se hace hincapié en que los principios de la política de cambio climático no han logrado transversalizarse en los instrumentos de planeación de las diversas dependencias del ejecutivo federal. En cuanto a la situación de los estados y municipios, la evaluación muestra diferencias importantes en el conocimiento sobre el problema del cambio climático y sus consecuencias, así como en la capacidad de respuesta de los gobiernos estatales y locales para asumir el papel que les corresponde en esta materia, lo cual dificulta la coordinación intersectorial e intergubernamental (INECC, 2018).

El Programa Institucional del INECC para el período 2020-2024 resalta también el problema anterior, al afirmar que el Sistema Nacional de Cambio Climático (Sinacc) no ha logrado colocarse como el mecanismo de comunicación, concertación y coordinación para la política de cambio climático que le otorga la Ley General de Cambio Climático. El programa enfatiza especialmente que, aunque las capacidades nacionales para atender este problema han mejorado, el desarrollo de capacidades institucionales para gestionar el medio ambiente y las consecuencias del cambio climático es especialmente urgente en los estados y municipios, donde se observan las mayores carencias y atrasos (INECC, 2020).

En algunos casos, los gobiernos de las entidades federativas han promovido acciones para avanzar en la protección y la renovación de los recursos naturales, dentro de sus ámbitos de competencia. Por ejemplo, Aguascalientes, Baja California y el Estado de México han impulsado programas para promover el ahorro de energía y la reforestación, así como la educación ambiental para fomentar el reciclaje y proteger las reservas de agua. Los gobiernos de estos estados han construido

plantas de energía solar, y algunos de los programas que impulsaron han continuado a pesar de los cambios de gobierno. Sin embargo, estos esfuerzos estatales no alcanzan a configurar una estrategia sólida y definida para el mediano y largo plazos. El INECC (2018) documenta que algunos estados ni siquiera cuentan con una ley en materia de cambio climático ni tienen un programa estatal al respecto. Sin embargo, el caso más dramático es el de los municipios (incluyendo a los urbanos y metropolitanos), pues solo una minoría ha desarrollado alguna política o programa sobre el cambio climático.

Entre las entidades de la Federación, la Ciudad de México es un caso especial porque tiene las políticas y los programas más avanzados en desarrollo sostenible en el país, al nivel urbano.¹ Por ejemplo, el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2008-2012 estableció la meta de reducir 7 millones de toneladas de bióxido de carbono para 2012, lo que representaba 12% de las emisiones anuales de GEI, solo en la capital de la República. De acuerdo con la evaluación de este programa, realizada por el Centro Mario Molina, el PACCM fue implementado correctamente y la ciudad logró reducir sus emisiones de GEI en 4.5% durante el período 2008-2012. Sin embargo, el reporte también señaló la deficiente institucionalización de la política climática, que ponía en riesgo su continuidad en el futuro (Centro Mario Molina, 2012).

Los pronósticos de los evaluadores del PACCM, en 2012, parecen haberse cumplido. Aunque el gobierno de la Ciudad de México actualizó el programa para el período 2014-2020, no es posible contar con evaluaciones recientes ni información de seguimiento. Aun así, las autoridades de la ciudad están en proceso de elaborar el PACCM 2021-2030 (Secretaría del Medio Ambiente [Sedema], 2021).

Iniciar o consolidar políticas urbanas orientadas a afrontar los desafíos del cambio climático en las ciudades mexicanas es un desafío múltiple. Además de luchar por colocar el tema en la agenda local, los gobiernos locales mexicanos deben lidiar con la captura de intereses económicos que tienden a restringir su capacidad regulatoria y de adopción de políticas urbanas sustentables (Lubell et al., 2005).

¹ La Ciudad de México no se utiliza en el análisis posterior porque tiene un estatus político especial en comparación con los demás estados y ciudades del país. Debido a su considerable población y presupuesto, la Ciudad de México tiene características más cercanas a las de un gobierno estatal consolidado que a las de un conjunto de municipios. Además, tiene características demográficas y económicas que la alejan del promedio de las ciudades mexicanas; por ejemplo, su área metropolitana tiene 20 millones de habitantes y sus índices de endeudamiento son más altos que los de cualquier otro estado en particular.

Un ejemplo claro al respecto es la intervención de los desarrolladores inmobiliarios en la política de vivienda de la Ciudad de México (Ramírez y Castillo, 2020). Por otro lado, la amplia brecha de desigualdad social que suele caracterizar a las ciudades mexicanas, y que se traduce en pobreza e inequidad urbanas, vuelve más compleja la implementación de políticas sustentables, porque es necesario atacar diferentes problemas al mismo tiempo, con herramientas de gestión y recursos financieros tan diversas como limitadas (Díaz-Cayeros, 2006).

3.2. Carencia de incentivos para la colaboración

La colaboración entre gobiernos urbanos para proveer algunos servicios públicos suele ser una herramienta eficaz para mejorar su suministro, homogeneizar su calidad y aprovechar economías de escala locales, disminuyendo su costo (Feiock, 2004). Sin embargo, la colaboración interlocal requiere una estructura institucional que incentive el acercamiento y las alianzas entre gobiernos para esos fines.

Aunque en México se han realizado reformas legales para brindar a los municipios la facultad de asociarse con otros, el resultado no ha sido el esperado, pues a veinte años de la reforma municipal la mayoría continúa siendo reacia a la colaboración (Cabrero y Arellano, 2011). Solamente algunos municipios urbanos hacen uso de esta herramienta, aunque de formas variadas y con alcances limitados.

Ramírez (2012) documenta que entre los arreglos colaborativos identificados en las ciudades mexicanas existe gran variabilidad en el tipo y la fortaleza de la arquitectura institucional, así como en las estructuras de gobernanza que logran formar los municipios. Además, algunos arreglos solo duran unos pocos años, mientras que otros han logrado consolidarse a través de varias décadas, a veces con el apoyo de la autoridad estatal o del gobierno federal, y otras tantas con sus propios recursos y reglas. Lo cierto es que, hasta el momento, no se aprecia un interés suficiente para promover las prácticas de colaboración interlocal, incluso en áreas metropolitanas que ocupan varias municipalidades, en tanto que los escasos instrumentos del gobierno federal para incentivar este tipo de arreglos (como el desaparecido Fondo Metropolitano) han fracasado.

3.3. Gobiernos locales poco profesionalizados

Uno de los factores centrales que socava la capacidad de gestión de los gobiernos locales en México es la falta de profesionalización de los funcionarios públicos y la carencia de servicios de carrera, los cuales proporcionarían capacidad técnica a las autoridades municipales, además de que brindarían estabilidad a los

gobiernos ante cambios políticos y permitirían la continuidad de las políticas que se evaluaran como efectivas. Por el contrario, en los municipios mexicanos predomina el sistema de botín, aún más marcadamente que en los gobiernos estatales y el gobierno federal.

Esta situación provoca que cada cambio de gobierno local genere una gran incertidumbre sobre los planes de la nueva administración, además de que la curva de aprendizaje de los nuevos funcionarios tiende a ser muy grande, porque se desechan la experiencia y el aprendizaje institucional adquiridos en gobiernos anteriores. De acuerdo con el IMCO (2016), la incapacidad de modernizar las administraciones públicas locales es uno de los principales factores que restan competitividad a las ciudades mexicanas, al incidir negativamente en su eficacia para prestar servicios públicos y generar condiciones atractivas para la inversión privada.

3.4. Limitaciones financieras y carencia de inversión pública

México sufre de restricciones presupuestarias blandas y fuertes desequilibrios verticales.² Los académicos sugieren que los fondos de transferencia creados desde 1998 redujeron los incentivos de los gobiernos locales para recaudar impuestos, en particular sobre la propiedad, que son la fuente de ingresos más importante de los gobiernos municipales (Arellano et al., 2011; Cabrero, 2013).

Por otro lado, aunque la recaudación local parece ir en aumento, también se ha incrementado su utilización para pagar los préstamos municipales. Desde la revisión de las disposiciones constitucionales en materia de endeudamiento de estados y municipios, se ha producido un fuerte aumento de opciones para el financiamiento de su deuda.³ Por consiguiente, los gobiernos estatales y locales utilizan cada vez más el mercado de deuda para llenar las lagunas fiscales y cuando no pueden o no quieren recaudar ingresos locales.

² Por ejemplo, tomando una muestra de las ciudades más ricas del país, 82 (de las aproximadamente 2500 que hay en México) representan una población de 71 millones de personas. Estas ciudades albergan a 63% de la población nacional, producen 79% del PIB y 80% de la población con educación superior, según datos del IMCO (2016).

³ En 2001, el total de la deuda estatal y municipal era de 99 mil millones de pesos. Esta cifra ascendió a 391 mil millones de pesos en 2011, equivalentes a 990 pesos y 3450 pesos per cápita en los años respectivos. Como porcentaje de las transferencias federales totales, la deuda estatal y municipal total representó 50% de las transferencias en 2001 y casi 80% en 2011 (SHCP, 2018).

Sin embargo, la gestión de la deuda subnacional no puede dejar de lado el conjunto de la deuda del país. Aunque la deuda subnacional ha aumentado solo entre 2% y 3% como porcentaje promedio de los productos estatales (calculado con base en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público [SHCP], 2018), la deuda nacional se ha incrementado dramáticamente. En el año 2000, la deuda total de México equivalía a 19.28% del PIB, pero cuando concluyó 2018 llegó hasta 44.4% del PIB (SHCP, 2018). Con el fin de otorgar certidumbre sobre el manejo de la deuda de estados y municipios, la Tesorería de la Federación podría incorporar la deuda subnacional como parte de la deuda soberana y, cuando sea necesario, garantizar que las tasas de pago se basen en precios de mercado, pero con el respaldo de la Federación para asegurar el repago.

En 2016 se promulgó la Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y Municipios, con la que debían alinearse las legislaciones estatales, a fin de mantener la salud de las finanzas públicas al nivel federal. No obstante, sigue siendo un riesgo, por ejemplo, que las deudas estatales y municipales continúen asignándose al gasto corriente o a satisfacer políticas clientelistas, en lugar de dirigirlas a la inversión pública. Algunas investigaciones muestran que la mayor parte de la deuda pública se contrae en el segundo año del mandato de un alcalde y que su horizonte de duración es de siete a diez años (Benton y Smith, 2017). Lamentablemente, también se ha comprobado que las tendencias de endeudamiento no aprovechan las posibilidades de colaboración entre los municipios de algunas áreas metropolitanas (Smith y Benton, 2017). Así, en lugar de utilizar los efectos multiplicadores positivos de invertir en infraestructura urbana, se prefiere una estrategia que plantea graves dificultades financieras a los gobiernos municipales y estatales.

4. ¿Qué ciudades en México están mejor preparadas para promover una densificación urbana eficiente?

A pesar de las debilidades y los retos que, en general, enfrentan las ciudades mexicanas, hay diferencias de grado entre ellas, y algunas están mejor preparadas que otras para promover la implementación exitosa de políticas equilibradas de densificación urbana. Esta sección está dedicada a encontrar cuáles son las ciudades mejor y peor preparadas para este propósito, con el fin de identificar escenarios básicos para la acción pública y realizar recomendaciones al respecto.

Como se dijo antes, uno de los puntos cruciales para incrementar las probabilidades de éxito de las políticas de densificación urbana es conformar esquemas efectivos de colaboración interlocal e intergubernamental. A esto hay que añadir el sentido de propósito de la densificación, la consideración del contexto local y la flexibilidad de la gestión para adaptarse a una realidad cambiante. Estos factores pueden alcanzarse mejor cuando los gobiernos locales tienen un nivel relativamente alto de *autonomía decisoria*; es decir, cuando retienen un importante poder de decisión sobre la arena de política en cuestión (Ramírez, 2012), en este caso, sobre todo lo relativo a la densificación o redensificación urbanas.

Ramírez (2012) sugiere también que los casos exitosos de colaboración interurbana son los que tienden a generar una mejor *arquitectura institucional*, es decir, a producir reglas claras para la gestión y la toma de decisiones sobre una arena de política en particular. Una arquitectura institucional sólida propicia la formación y la permanencia de servidores públicos profesionales y con experiencia en el tema del desarrollo urbano, así como una mayor certidumbre sobre la obtención de recursos financieros (propios o externos), aunque tiende a disminuir las estructuras de gobernanza, volviendo la gestión un tema predominantemente técnico, en manos de las autoridades, y con poco espacio para la participación de organizaciones civiles, ciudadanos o expertos independientes.

Cuando se cruzan ambas categorías de análisis (la autonomía decisoria y la arquitectura institucional) podemos tener una mejor idea de los diversos escenarios en los que pueden encontrarse las ciudades mexicanas frente a la adopción de políticas prodensificación, así como las oportunidades y los riesgos que representan tales escenarios. La Tabla 1 muestra cuatro distintas posibilidades.

Como se puede apreciar, el cuadrante IV es el que presenta las condiciones que volverían más probable el éxito de la gestión del desarrollo urbano y la densificación, al combinar un alto grado de poder de decisión local con capacidades de gestión adecuadas, basadas en reglas claras. A pesar de ello, este escenario podría dificultar la participación de agentes externos al gobierno, y llevar el tema de la densificación a un terreno exclusivamente técnico, donde la discusión pública y la participación social podrían verse seriamente disminuidas, al reducirse las estructuras de gobernanza, relacionadas con una mayor pluralidad e inclusión social en la toma de decisiones (Ramírez, 2012).

Tabla 1. Escenarios de las ciudades mexicanas ante las políticas urbanas prodensificación (PUPD)

		ARQUITECTURA INSTITUCIONAL	
		BAJA	ALTA
AUTONOMÍA MUNICIPAL	BAJA	<p>I. Alto riesgo de fracaso de la PUPD</p> <p>Origen más probable de la PUPD: estatal o federal.</p> <p>Riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● No adaptación de objetivos al contexto local. ● Poca flexibilidad para la gestión local. ● Menos oportunidades de colaboración interlocal e intergubernamental. ● Herramientas y habilidades de gestión débiles. ● Menores posibilidades de financiamiento. 	<p>II. Riesgo moderado de fracaso de la PUPD</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Origen más probable de la PUPD: estatal o federal. ● Riesgos ● No adaptación de objetivos al contexto local. ● Menor colaboración interlocal. ● Implementación administrativa al nivel local (Matland, 1995). ● Poca flexibilidad para la gestión local. ● Oportunidades ● Mejores posibilidades de colaboración intergubernamental (vertical). ● Financiamiento extralocal. ● Profesionalización de la gestión.
	ALTA	<p>III. Riesgo moderado de fracaso de la PUPD</p> <p>Origen más probable de la PUPD: local.</p> <p>Riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dificultades para la profesionalización de la gestión. • Herramientas y habilidades de gestión débiles. • Menos oportunidades para la colaboración intergubernamental. <p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Adaptación de objetivos al contexto local. ● Flexibilidad para la gestión local. ● Mayor oportunidad para la colaboración interlocal. ● Mejores posibilidades de financiamiento local. 	<p>IV. Mayor probabilidad de éxito de la PUPD</p> <p>Origen más probable de la PUPD: local.</p> <p>Riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Predominio de las autoridades en la toma de decisiones y exclusión de actores externos (sociales, económicos, políticos, académicos, etc.). <p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mejores posibilidades de colaboración interlocal e intergubernamental (horizontal y vertical). ● Adaptación de objetivos al contexto local. ● Flexibilidad para la gestión local. ● Mejores posibilidades de financiamiento local. ● Profesionalización de la gestión.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la clasificación de la Tabla 1 es posible realizar un primer ordenamiento de las ciudades mexicanas, según el escenario donde se sitúan. Para ello se utilizan algunos indicadores del *2018 Sustainable Cities Index* (Banamex y Laboratorio Nacional de Políticas Públicas- Centro de Investigación y Docencia Económicas [LNPP-CIDE], 2018). Con el fin de aproximarnos a una medición de la arquitectura institucional generada por los gobiernos locales en las zonas metropolitanas mexicanas para el tratamiento de los temas relativos al cambio climático, se utilizan los indicadores sobre el grado de avance en la formación de institutos de planeación metropolitana y de implementación de programas locales de acción climática. La creación de estos instrumentos es un requisito mínimo para que los gobiernos urbanos emprendan un esfuerzo institucional sistemático hacia una política relacionada con el cambio climático, como las medidas prodensificación. Por otra parte, como *proxies* del grado de autonomía local se utilizan los indicadores de dependencia financiera y de condiciones de endeudamiento de las zonas metropolitanas, en el entendido de que una mayor capacidad de generar y gestionar recursos propios otorga una mayor capacidad e independencia en la toma de decisiones.

En el anexo pueden consultarse las clasificaciones de las ciudades con peores y mejores indicadores sobre cada uno de estos tópicos, además de otros relacionados con la densificación en las principales ciudades de México. En la Tabla 2 se muestra la clasificación de las ciudades que pueden ubicarse en cada uno de los cuadrantes propuestos en la Tabla 1, de acuerdo con los indicadores del *2018 Sustainable Cities Index*. Este índice utiliza un sistema de semáforos, a través de los cuales fue posible seleccionar las ciudades con mejores y peores indicadores en cada una de las variables mencionadas en el párrafo anterior.

De acuerdo con los datos, la zona metropolitana de Guadalajara es la que se encuentra en mejores condiciones para llevar a cabo exitosamente una política de densificación urbana (cuadrante iv). Esta ciudad cuenta con un instituto metropolitano de planeación consolidado, un programa de acción climática (INECC, 2018), además de un alto potencial para tomar decisiones locales al respecto, independientemente de que reciba o no ayuda de programas estatales o federales.

En el caso opuesto (cuadrante i) se encuentran las zonas metropolitanas de Oaxaca, Puebla-Tlaxcala, Tecomán, Tehuacán, Tehuantepec y Tlaxcala-Apizaco. Estas ciudades no poseen organismos metropolitanos de planeación ni programas de acción climática, además de que su situación financiera y capacidad decisoria al nivel local es incierta. Es importante llamar la atención sobre estas ciudades,

Tabla 2. Clasificación de las ciudades mexicanas ante las PUPD

		ARQUITECTURA INSTITUCIONAL	
		Baja	Alta
		I. Alto riesgo de fracaso de la PUPD	II. Riesgo moderado de fracaso de la PUPD
AUTONOMÍA MUNICIPAL	BAJA	ZM de Oaxaca	ZM de León
		ZM de Puebla-Tlaxcala	ZM de Monclova-Frontera
		ZM de Tecomán	ZM de Nuevo Laredo
		ZM de Tehuacán	ZM de Xalapa
		ZM de Tehuantepec	
		ZM de Tlaxcala-Apizaco	
	ALTA	III. Riesgo moderado de fracaso de la PUPD	IV. Mayor probabilidad de éxito de la PUPD
		ZM de Puerto Vallarta	ZM de Guadalajara
		ZM de Teziutlán	
		ZM de Cuautla	
		ZM de Juárez	
		ZM de Ocotlán	
		ZM de Poza Rica	

Fuente: Elaboración propia.

porque cuatro de ellas (Puebla-Tlaxcala, Tecomán, Tehuacán y Tlaxcala-Apizaco) presentan indicadores aceptables de densificación urbana, que podrían empeorar si sus gobiernos no desarrollan los instrumentos y las capacidades de gestión necesarios para promover un desarrollo equilibrado.

En el cuadrante III se encuentran las zonas metropolitanas de Puerto Vallarta, Teziutlán, Cuautla, Juárez, Ocotlán y Poza Rica. Estas urbes presentan indicadores aceptables de autonomía financiera y poseen algunos avances en la implementación de programas de acción climática, aunque no cuentan con instituciones técnicas de planeación que les permitan proveerse de información técnica pertinente y faciliten la coordinación entre los municipios que conforman la zona urbana. Es urgente la consolidación de los instrumentos de gestión de estas ciudades porque, sobre todo las últimas cuatro, muestran algunos indicadores positivos en materia de densificación (por ejemplo, la construcción de vivienda vertical o el crecimiento moderado de la huella urbana) cuyas tendencias es necesario conservar y fortalecer.

Finalmente, en el cuadrante II se ubican las zonas metropolitanas de León, Monclova-Frontera, Nuevo Laredo y Xalapa. Al contrario de las seis ciudades del cuadrante III, estas han avanzado de manera importante en sus instrumentos y capacidades de gestión, al contar con institutos de planeación y programas de acción climática. Sin embargo, su autonomía decisoria local e independencia financiera son inciertas. Al igual que otras de las ciudades mencionadas, algunas de este grupo también tienen resultados positivos en materia de densificación que convendría apuntalar. Para ello, es necesario tomar medidas adecuadas al contexto local y permitir el involucramiento de otros actores municipales en la toma de decisiones sobre las medidas de política urbana y sostenibilidad ambiental.

La principal diferencia entre las ciudades de los cuadrantes II y III —que presentan riesgos moderados de fracaso— es que las ciudades del segmento II dependen más de la iniciativa de las autoridades estatales o federales, lo que disminuye la capacidad de influencia local y la adaptación al contexto específico de cada área urbana. Por otra parte, uno de los principales problemas de las ciudades del cuadrante III es que la debilidad de la gestión local y la carencia de profesionalización en sus administraciones públicas vuelve más aleatoria la continuidad de las políticas prodensificación en el tiempo, ante los cambios de gobierno.

5. Reflexiones finales

La discusión sobre la pertinencia de las políticas de densificación para combatir el calentamiento global y el cambio climático se encuentra aún vigente. Por ejemplo, un estudio de Baur et al. (2014), realizado en 62 ciudades europeas, demuestra que la densidad de población no es una variable relevante para explicar las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que el tamaño del hogar y la riqueza personal parecen ser elementos más importantes. Por otra parte, aunque se ha encontrado que una mayor densidad urbana se relaciona negativamente con el consumo de energía para el transporte privado, en los países en desarrollo, como los de América Latina, esta asociación es menos cierta, debido a que dicho consumo es menos sensible a los precios de los combustibles (Liddle, 2013). Finalmente, persiste también el dilema sobre si el problema de sostenibilidad de las ciudades latinoamericanas es su densidad poblacional o sus instrumentos de gestión (Williams, 2004).

No obstante, las políticas de densificación sí han mostrado resultados positivos para mejorar la eficiencia energética global (más allá de la energía empleada en el transporte) de las ciudades en desarrollo (Güneralp et al., 2017), disminuir el estrés por calor (Oleson et al., 2015) y reducir los eventos de calor extremo en las áreas urbanizadas (Stone et al., 2010). En conjunto, los resultados anteriores sugieren que es muy probable que las estrategias de densificación contribuyan a contrarrestar los efectos del cambio climático también en México, siempre que logren adecuarse a cada contexto urbano. Acerca de este punto, es preciso realizar estudios específicos sobre los procesos de densificación urbana en las urbes mexicanas, con el fin de medir su impacto en las variables asociadas al cambio climático.

La densificación urbana favorece la eficiencia de los sistemas de transporte, disminuye los costos de provisión de servicios públicos y contribuye a una mejor planeación del crecimiento urbano, así como de la distribución de la vivienda. El gran reto que debe resolver cada ciudad es cómo aprovechar los beneficios (ambientales, financieros, económicos, sociales, etcétera) de la densificación, minimizando, al mismo tiempo, sus impactos negativos en la equidad social (Ahlfeldt y Pietrostefani, 2019).

Para posibilitar que las ciudades mexicanas puedan afrontar este reto, es necesario adoptar una serie de medidas en los tres niveles de gobierno, con el propósito de proveer a los gobiernos locales de facultades, fondos y herramientas de gestión adecuadas, además de crear condiciones para una mejor coordinación entre las distintas autoridades que tienen un papel en la regulación urbana y ambiental. Las siguientes líneas presentan algunas reflexiones al respecto.

5.1. Recomendaciones para los gobiernos federal y estatales

Las primeras lecciones se relacionan con la forma en que los gobiernos federales y estatales pueden estructurar la autonomía fiscal de los gobiernos locales. La diversificación de las fuentes de financiamiento en el modelo mexicano garantiza un sólido paquete de opciones de crédito a disposición de los municipios. La educación de los ámbitos subnacionales en materia de solvencia crediticia y las evaluaciones basadas en el comportamiento del mercado son útiles, pero no deberían ser el único requisito para crear sistemas financieros subnacionales sólidos. El modelo de fondos fiduciarios proporciona seguridad en el mercado local y, al mismo tiempo, ayuda al gobierno nacional a gestionar los derechos de los gobiernos estatales y municipales.

Los países en desarrollo no necesitan adoptar un enfoque de deuda subnacional basado estrictamente en el mercado. Los gobiernos deben crear estructuras híbridas para desarrollar mercados locales seguros y aprovechar los mercados internacionales de capital. Entre los instrumentos de política útiles para este propósito figuran los fondos de garantía, los modelos alternativos público-privados o los fondos fiduciarios. La combinación de estos instrumentos contribuiría a crear un sistema suficientemente sólido y asequible por los gobiernos subnacionales.

Las inversiones en infraestructura ambiental y la toma de decisiones sobre asuntos relacionados con el medio ambiente deberían estar más descentralizadas. La descentralización de la infraestructura ambiental —como la relacionada con la provisión de servicios de agua, saneamiento, tránsito y producción de energía— hacia los estados o los municipios permitiría construir los programas de construcción y provisión de esos servicios en una lógica de abajo hacia arriba. Complementariamente, es recomendable que los organismos federales adopten un papel más regulador, mientras que los gobiernos estatales o municipales se responsabilicen de los servicios urbanos básicos. La descentralización efectiva de las decisiones hacia el nivel local también ayudaría a fomentar una mayor autonomía municipal, lo que podría tener efectos positivos en la promoción de iniciativas locales a favor de políticas urbanas sostenibles, adaptadas al contexto específico de cada ciudad.

5.2. Recomendaciones para los gobiernos locales

Los planes urbanos deben incorporar presupuesto de capital y objetivos ambientales. Las ciudades mexicanas tienen que impulsar la adopción de un enfoque regional que determine las prioridades para cumplir con los objetivos del cambio climático. Además, podrían ampliar su definición de los proyectos de cambio climático para incluir proyectos de infraestructura de mayor envergadura, como sistemas de autobuses de tránsito rápido (*bus rapid transit*) y la conversión de desechos en energía.

Los gobiernos locales mexicanos deberían recibir mejores incentivos para incrementar sus ingresos propios e invertirlos apropiadamente. Las ciudades y las zonas metropolitanas no pueden depender únicamente de las transferencias estatales y federales. Es necesario que los gobiernos urbanos hagan un mayor esfuerzo por aumentar y administrar los ingresos locales mediante la recaudación de tasas de usuario e impuestos sobre la propiedad, y luego asignar esos fondos a proyectos

de desarrollo local. Las tasas de usuario (*user fees*) son particularmente útiles para los proyectos orientados a disminuir el consumo de carbono.

Los gobiernos municipales tienen diferentes esquemas de precios a considerar para el financiamiento de su deuda. Al acceder al mercado de deuda, deben evaluar las diversas opciones de préstamos, las tasas de interés y plazos largos o cortos para cumplir con sus obligaciones. Las diferentes fuentes de financiamiento proporcionan tasas variables, las cuales deberían ser consideradas al tomar decisiones de inversión. Es necesario alentar a las ciudades y las zonas metropolitanas que son solventes a que utilicen opciones del sector privado en lugar de los bancos de desarrollo, para que las garantías estatales y municipales lleguen a las comunidades de menores ingresos.

Los gestores y los administradores públicos de los gobiernos municipales requieren una mayor profesionalización y una formación especializada en materia de cambio climático. Muchos avances en la administración pública local (en el mundo y en América Latina, en particular) han sido el resultado de una sólida estructura administrativa de gestión municipal, en contraposición a un tipo de gobierno de “alcalde fuerte”. La formación y el fomento de la capacidad de los gestores y planificadores urbanos son muy importantes para fortalecer la estructura administrativa del gobierno municipal.

Adicionalmente, los gobiernos locales necesitan más incentivos para involucrar a organizaciones sociales, empresarios, académicos, etcétera, en la toma de decisiones públicas al nivel local. Incorporar a estos actores, externos al gobierno, ayudaría a difundir el cambio climático y la sostenibilidad ambiental como problemas públicos relevantes, así como a contextualizar sus consecuencias en cada ciudad. La apropiación social de estos problemas puede contribuir a mantenerlos en la agenda local, a pesar de los cambios políticos en los gobiernos municipales, así como a promover la acción constante del gobierno al respecto. Como demuestran Ramírez y Smith (2016), la capacidad de los grupos de interés para demandar acciones del gobierno local es uno de los factores que explica la adopción de políticas urbanas sostenibles, por lo que es imprescindible la creación de una “base social” sobre estos temas.

De acuerdo con el Concejo de Ciudad del Cabo, los objetivos de una buena política de densificación son:

Garantizar una utilización óptima y eficiente de la infraestructura, los servicios, las instalaciones y la tierra; apoyar el desarrollo de un sistema viable

de transporte público y mejorar los niveles de acceso a los recursos y servicios de la ciudad; proteger, gestionar y mejorar el medio ambiente natural y construido, y los paisajes culturales importantes; proporcionar un marco y directrices para la evaluación de las propuestas de desarrollo; proporcionar certidumbre a los propietarios de viviendas e inversores inmobiliarios respecto de las zonas que serán objeto de diversos tipos de densificación; garantizar que la escala y el carácter (en términos de volumen, altura y estilo arquitectónico) de las zonas de mayor densidad sean apropiados para el contexto inmediato; apoyar el desarrollo de usos mixtos de la tierra, proporcionando vitalidad, oportunidades y entornos de vida integrados; atender la tendencia a la disminución del tamaño de los hogares; y contribuir a la creación de lugares y al desarrollo de entornos urbanos atractivos y seguros (Council of Cape Town, 2012, p. 10, traducción propia).

Como se pudo apreciar en el ejercicio de clasificación de la sección anterior, la amplia mayoría de las ciudades mexicanas se encuentra lejos de cumplir estos objetivos. Solamente las 17 ciudades contenidas en la Tabla 2 fueron clasificables, de un total de 56 zonas metropolitanas. Es decir, que solo 30.4% del total de las ciudades presenta algún interés o capacidades mínimas para intentar la puesta en marcha de una política prodensificación. Muy probablemente podría decirse lo mismo para cualquiera otra política local relacionada con la sostenibilidad ambiental o el ordenamiento urbano. La gravedad de esta situación y la urgencia de comenzar a corregirla apenas se han hecho evidentes para los actores públicos de México en los últimos años. La agenda social y académica para el futuro inmediato es profundizar en el estudio de los desafíos de la implementación de políticas urbanas sostenibles, e insistir en el apremio de tomar acciones contundentes al respecto.

Referencias

- Ahlfeldt, G. M. y Pietrostefani, E. (2019). The economic effects of density: A synthesis. *Journal of Urban Economics*, 111, 93-107.
- Amin, A. (2000). The Economic Base of Contemporary Cities. En G. Bridge y S. Watson (Eds.), *The Blackwell City Reader* (pp. 60–71). Blackwell.

- Arellano, D., Cabrero, E., Montiel, M. J. y Aguilar, I. (2011). Gobierno y administración pública municipal: una panorama de fragilidad institucionalizada. En E. Cabrero y D. Arellano (Eds.), *Los gobiernos municipales a debate. Un análisis de la institución municipal a través de la Encuesta INEGI 2009* (pp. 29-116). CIDE.
- Banamex y Laboratorio Nacional de Políticas Públicas-Centro de Investigación y Docencia Económicas. (2018). *2018 Sustainable Cities Index*. <https://indicedeciudadessostenibles2018.lnpp.cide.edu/>
- Baur, A. H., Thess, M., Kleinschmit, B. y Creutzig, F. (2014). Urban Climate Change Mitigation in Europe: Looking at and beyond the Role of Population Density. *Journal of Urban Planning and Development*, 140, 1-12.
- Benton, A. L. y Smith, H. J. M. (2017). The Impact of Parties and Elections on Municipal Debt Policy in Mexico. *Governance*, 30(4), 621-639.
- Cabrero, E. (2013). Fiscal Federalism in Mexico: Distortions and Structural Traps. *Urban Public Economics Review*, 18, 12-36.
- Cabrero, E. y Arellano, D. (Eds.). (2011). *Los gobiernos municipales a debate: un análisis de la institución municipal a través de la Encuesta INEGI 2009*. CIDE.
- Centro Mario Molina. (2012). *Evaluación del Programa de Acción Climática de la Ciudad de la Ciudad de México 2008-2012*. http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Evaluacion-del-Programa-de-Accion-Climatica-de-la-Ciudad-de-Mexico-2008-2012.pdf
- Council of Cape Town (2012). Cape Town Densification Policy, Pub. L. No. C 58/02/12, 26.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J. G. J. y Vignati, E. (2020). *Fossil CO₂ emissions of all world countries-2020 Report*. Publications Office of the European Union.
- Crippa, M., Oreggioni, G., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Lo Vullo, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J. G. J. y Vignati, E. (2019). *Fossil CO₂ and GHG emissions of all world countries-2019 Report*. Publications Office of the European Union.
- Díaz-Cayeros, A. (2006). *Pobreza y precariedad urbana en México: un enfoque municipal* (No. 130; Medio Ambiente y Desarrollo).
- Feiock, R. C. (Ed.). (2004). *Metropolitan Governance: Conflict, Competition and Cooperation*. Georgetown University Press.

- Güneralp, B., Zhou, Y., Ürge-Vorsatz, D., Gupta, M., Yu, S., Patel, P. L., Fragkias, M., Li, X. y Seto, K. C. (2017). Global scenarios of urban density and its impacts on building energy use through 2050. *PNAS*, 114(34), 8945-8950.
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2016). *Índice de Competitividad Urbana 2016*. IMCO.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2018). *Evaluación estratégica del avance subnacional de la Política Nacional de Cambio Climático*. http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/227/844_2018_
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2020). *Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 2020-2024*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5602730yfecha=14/10/2020EvaluacionestrategicapoliticanacionalCC.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. INEGI. www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/
- Levin, I., Hammer, S., Eichelmann, E. y Vogel, F. R. (2011). Verification of greenhouse gas emission reductions: the prospect of atmospheric monitoring in polluted areas. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 369, 1906-1924.
- Liddle, B. (2013). Urban density and climate change: A STIRPAT analysis using city-level data. *Journal of Transport Geography*, 28, 22-29.
- Lubell, M., Feiock, R. C. y Ramírez, E. (2005). Political Institutions and Conservation by Local Governments. *Urban Affairs Review*, 40(6), 706-729.
- Matland, R. E. (1995). Synthesizing the Implementation Literature: The Ambiguity-Conflict Model of Policy Implementation. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 5(2), 145-174.
- Merk, O., Saussier, S., Staropoli, C., Slack, E. y Kim, J.-H. (2012). *Financing Green Urban Infrastructure* (2012/10; OECD Regional Development Working Papers).
- Oleson, K. W., Monaghan, A., Wilhelmi, O., Barlage, M., Brunsell, N., Feddema, J., Hu, L. y Steinhoff, D. F. (2015). Interactions between urbanization, heat stress, and climate change. *Climate Change*, 129, 525-541.

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2012). Mobilising Investments for urban Sustainability. *Job Creation and Resilient Growth Issues Paper. OECD Roundtable of Mayors and Ministers*.
- Organización de las Naciones Unidas-Hábitat. (2016). *Índice de las Ciudades Prósperas en la República Mexicana. Reporte nacional de tendencias de la prosperidad urbana en México*.
- Organización de las Naciones Unidas-Hábitat. (2018). *Tendencias del crecimiento urbano en México*. <http://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico?platform=hootsuite>
- Ramírez, E. E. (2012). Instituciones y gobernanza metropolitana: una primera aproximación al caso de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 27(2), 491-520.
- Ramírez, E. E. y Castillo, M. F. (2020). *La capitalización privada de los bienes públicos. Modelos de precios hedónicos para la vivienda en la Ciudad de México*. CIDE.
- Ramírez, E. E. y Smith, H. J. M. (2016). What Encourages Cities to Become Sustainable? Measuring the Effectiveness of Implementing Local Adaptation Policies. *International Journal of Public Administration*, 39(10), 718-728.
- Sassen, S. (2000). The Global City: Strategic Site/New Frontier. En E. F. Isin (Ed.), *Democracy, Citizenship and the Global City* (pp. 48-61). Routledge.
- Sassen, S. (2005). Situando ciudades en circuitos globales. En C. Arce, E. Cabrero, y A. Ziccardi (Eds.), *Ciudades del siglo XXI: ¿Competitividad o cooperación?* CIDE, Miguel Ángel Porrúa.
- Scerri, A. y James, P. (2010). Accounting for sustainability: combining qualitative and quantitative research in developing 'indicators' of sustainability. *International Journal of Social Research Methodology*, 13(1), 41-53.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población, e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2015). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. Sedatu, Conapo, INEGI.
- Secretaría del Medio Ambiente. (2021). *Diseño del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*. Cambio Climático. <http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/disenio-accion-climatica-2020-2026.html>

- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2018). *Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas*. http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadísticas_Oportunas_Finanzas_Publicas/Paginas/unica2.aspx
- Smith, H. J. M. y Benton, A. L. (2017). The Role of Metropolitan Cooperation and Administrative Capacity in Subnational Debt Dynamics: Evidence From Municipal Mexico. *Public Budgeting y Finance*, 37(2), 58-82.
- Stone, B., Hess, J. J. y Frumkin, H. (2010). Urban Form and Extreme Heat Events: Are Sprawling Cities More Vulnerable to Climate Change Than Compact Cities? *Environmental Health Perspectives*, 118(10), 1425-1428.
- Taylor, B. D. y Fink, C. N. Y. (2003). *The Factors Influencing Transit Ridership: A Review and Analysis of the Ridership Literature* (UCLA Department of Urban Planning Working Paper).
- Williams, K. (2004). *Can Urban Intensification Contribute to Sustainable Cities? An International Perspective*. //eprints.uwe.ac.uk/9233

Anexo

Zonas metropolitanas de México clasificadas según indicadores de arquitectura institucional, autonomía local y densificación.

a) *Arquitectura institucional*

<i>Zonas metropolitanas con mejores avances en la creación de institutos de planeación</i>	<i>Zonas metropolitanas con mejores avances en programas de acción climática</i>	<i>Zonas metropolitanas con peores avances en la creación de institutos de planeación</i>	<i>Zonas metropolitanas con peores avances en programas de acción climática</i>
Guadalajara	Aguascalientes	Acayucan	Colima-Villa de Álvarez
Juárez	Cancún	Coatzacoalcos	Guaymas
León	Celaya	Córdoba	Juárez
Matamoros	Cuatla	Cuernavaca	Mexicali
Mexicali	Cuernavaca	La Piedad-Pénjamo	Monterrey
Nuevo Laredo	Guadalajara	Minatitlán	Morelia
Querétaro	León	Monclova-Frontera	Oaxaca
Tijuana	Monclova-Frontera	Oaxaca	Pachuca
	Nuevo Laredo	Ocotlán	Puebla-Tlaxcala
	Ocotlán	Orizaba	Puerto Vallarta
	Poza Rica	Poza Rica	Tecomán
	Reynosa-Río Bravo	Puebla-Tlaxcala	Tehuacán
	Ríoverde-Cd. Fernández	Puerto Vallarta	Tehuantepec
	San Francisco del Rincón	Ríoverde-Cd. Fernández	Tepic
	Xalapa	Tecomán	Teziutlán
		Tehuacán	Tianguistenco
		Tehuantepec	Tlaxcala-Apizaco
		Teziutlán	Villahermosa
		Tlaxcala-Apizaco	Zacatecas-Guadalupe
		Toluca	
		Tula	
		Tulancingo	
		Veracruz	
		Xalapa	
		Zacatecas-Guadalupe	
		Zamora-Jacona	

Fuente: Selección hecha con base en Banamex y LNPP-CIDE (2018).

b) Autonomía local

<i>Zonas metropolitanas con menor dependencia financiera^a</i>	<i>Zonas metropolitanas con mejores condiciones de endeudamiento^b</i>	<i>Zonas metropolitanas con mayor dependencia financiera^a</i>	<i>Zonas metropolitanas con peores condiciones de endeudamiento^b</i>
Acapulco	Acapulco	Nuevo Laredo	Cuautla
Acayucan	Acayucan		Juárez
Cancún	Aguascalientes		Ocotlán
Celaya	Cancún		Poza Rica
Chihuahua	Celaya		Puerto Vallarta
Córdoba	Chihuahua		Teziutlán
Cuautla	Coahuila-Coalcos		Tuxtla Gutiérrez
Cuernavaca	Colima-Villa de Álvarez		Zamora-Jacona
Guadalajara	Córdoba		
Guaymas	Cuernavaca		
Juárez	Guadalajara		
La Laguna	La Laguna		
La Piedad-Pénjamo	La Piedad-Pénjamo		
Mexicali	León		
Minatitlán	Mérida		
Monterrey	Mexicali		
Morelia	Minatitlán		
Ocotlán	Monclova-Frontera		
Pachuca	Morelia		
Poza Rica	Moroleón-Uriangato		
Puebla-Tlaxcala	Nuevo Laredo		
Puerto Vallarta	Orizaba		
Querétaro	Pachuca		
Saltillo	Piedras Negras		
San Francisco del Rincón	Puebla-Tlaxcala		
San Luis Potosí	Querétaro		
Tehuantepec	Ríoverde-Ciudad Fernández		
Teziutlán	Saltillo		
Toluca	San Francisco del Rincón		
Tula	San Luis Potosí		
Tulancingo	Tecomán		
	Tehuacán		
	Tehuantepec		
	Tianguistenco		

Tijuana
Tlaxcala-Apizaco
Toluca
Tula
Tulancingo
Valle de México
Veracruz
Villahermosa
Xalapa
Zacatecas-Guadalupe

^a La dependencia financiera se define como el “porcentaje de los ingresos municipales respecto de los pagos por transferencias federales”.

^b Por condiciones de deuda se entiende “el nivel de endeudamiento (medido como el saldo de las obligaciones financieras en miles de pesos) de cada área metropolitana como porcentaje de sus ingresos totales” (Banamex y LNPP-CIDE, 2018).

Fuente: Selección hecha con base en Banamex y LNPP-CIDE (2018).

c) Indicadores de densificación

c.1.) Ciudades con los mejores indicadores de densificación

<i>Vivienda vertical^a</i>	<i>Vivienda intraurbana^b</i>	<i>Crecimiento de la huella urbana^c</i>
Acapulco	Monclova-Frontera	Aguascalientes
Cancún	Juárez	Cuatla
Minatitlán	La Laguna	Cuernavaca
Ocotlán	Matamoros	Monclova-Frontera
Poza Rica	Nuevo Laredo	Ocotlán
Puebla-Tlaxcala	Ocotlán	Orizaba
Tampico	Tecomán	Puebla-Tlaxcala
Tehuacán	Tlaxcala-Apizaco	Querétaro
Tlaxcala-Apizaco		Ríoverde-Cd. Fernández
Tula		Saltillo
Tuxtla Gutiérrez		Tampico
Valle de México		Tehuacán
Villahermosa		Tlaxcala-Apizaco
Xalapa		Tula
		Tuxtla Gutiérrez
		Valle de México
		Villahermosa
		Xalapa

^a “Porcentaje de unidades de vivienda situadas en edificios de tres o más pisos, con respecto al total de unidades de vivienda en uso”.

^b “Porcentaje de viviendas situadas en los perímetros de contención urbana U1 y U2 respecto del total de viviendas en uso”.

^c “Tasa de crecimiento promedio anual de la zona urbana (2010-2014)” (Banamex y LNPP-CIDE, 2018).

Fuente: Selección hecha con base en Banamex y LNPP-CIDE (2018).

c.2.) Ciudades con los peores indicadores de densificación

<i>Vivienda vertical^a</i>	<i>Vivienda intraurbana^b</i>	<i>Crecimiento de la huella urbana^c</i>
Acayucan	Acayucan	Acayucan
Chihuahua	Poza Rica	Guaymas
Guaymas	Teziutlán	Moroleón-Uriangato
Juárez	Tianguistenco	Teziutlán
Monclova-Frontera	Tula	Tianguistenco
Moroleón-Uriangato		
Nuevo Laredo		
Piedras Negras		
Ríoverde-Cd. Fernández		
Saltillo		
Tecomán		
Tehuantepec		
Teziutlán		
Tianguistenco		
Zacatecas-Guadalupe		

^a “Porcentaje de unidades de vivienda situadas en edificios de tres o más pisos, con respecto al total de unidades de vivienda en uso”.

^b “Porcentaje de viviendas situadas en los perímetros de contención urbana U1 y U2 respecto del total de viviendas en uso”.

^c “Tasa de crecimiento promedio anual de la zona urbana (2010-2014)” (Banamex y LNPP-CIDE, 2018).

Fuente: Selección hecha con base en Banamex y LNPP-CIDE (2018).



La expansión de Covid-19 en México en 2020: un enfoque desde la econometría de series de tiempo

*The expansion of Covid-19 in Mexico in 2020:
an approach from time series econometrics*

Alejandro Rodríguez Arana
Universidad Iberoamericana, Ciudad de México
alejandro.rodriguez@ibero.mx

Resumen

Este trabajo analiza las series de infecciones y muertes acumuladas por Covid-19 en México entre fines de febrero y el 31 de diciembre de 2020. Ambas series resultan integradas de orden 1 ($I(1)$) y cointegradas, por lo cual se modelan con un vector de corrección de error (VEC).

Diversas estimaciones con la técnica VEC encuentran una elasticidad, de largo plazo, de muertes a contagios que es inferior a la unidad. Este resultado implica que el aumento en los contagios bajaría la tasa de letalidad de la enfermedad, aunque a un ritmo lento.

El análisis es útil para hacer extrapolaciones; si los contagios reales fueran 40 veces superiores a los registrados y las muertes fueran dos veces mayores a las oficiales, tres millones de infectados registrados implicaría un número oficial de muertos de entre 190 mil y 250 mil, pero un número real podría llegar hasta medio millón.

Palabras clave: Covid-19, contagios totales, contagios diarios, muertes totales, muertes diarias, tasa de letalidad

Abstract

This work analyzes the series of infections and deaths accumulated by Covid-19 in Mexico between the end of February and December 31, 2020. Both series are integrated of order 1 ($I(1)$) and cointegrated, for which they are modeled with an error correction vector (VEC).

Several VEC estimations find a long-term elasticity of deaths to infections lower than one. This result implies that the increase in infections will reduce the fatality rate of the disease, although at a slow pace.

The analysis is useful to make extrapolations, if the real infections were 40 times higher than those registered and the deaths were twice the number of the official ones, three million registered infected would imply an official death number of between 190 and 250 thousand, but a number real not very far from half a million.

Keywords: Covid-19, total infections, daily infections, total deaths, daily deaths, fatality rate.

JEL: C22, C53, I10, I12

Fecha de recepción: 19 de octubre de 2020.

Fecha de aceptación: 23 de abril de 2021.

1. Introducción

La enfermedad, que en inglés se denomina *coronavirus disease 2019* y que se conoce más comúnmente como Covid-19, surgió en China a fines de 2019 y está causando graves estragos en la salud de la mayor parte de los países del mundo. En México, los primeros casos se reportaron a fines de febrero, pero la enfermedad se expandió con gran rapidez, y por un tiempo su propagación semejaba a una curva exponencial. A fines de septiembre, se reportaron cerca de 740 mil infecciones acumuladas y más de 77 mil fallecimientos en los mismos términos. Para fines de diciembre, estos mismos números fueron de más de 1 400 000 y de más de 120 mil, en el mismo orden. La tasa de letalidad¹ de este mal en México fue cercana a 9.0% en los últimos meses de 2020, una de las más grandes del mundo.

Los efectos nocivos sobre la salud que causa esta enfermedad han propiciado que se tomen medidas de confinamiento, las cuales han sido obligatorias en muchos lugares del mundo. Las consecuencias económicas de esas medidas han sido muy graves. En México, más de diez millones de personas dejaron de percibir ingresos por su trabajo en abril. El producto interno bruto (PIB) del segundo trimestre de 2020 cayó más de 18%, aunque después ha habido una recuperación parcial. Para fin de 2020 se espera una caída anual promedio del PIB en México cercana a 10%.

Los hechos anteriores sugieren que es muy relevante conocer la dinámica de la expansión de la enfermedad y de los fallecimientos que causa, pues de esa manera pueden tomarse las medidas más adecuadas, tanto en términos de salud como económicas. En comparación con otros países, México ha llevado a cabo pocas pruebas de laboratorio para detectarla. Por tal motivo, también en términos relativos, resultan importantes otras formas de detectar la propagación de este mal.

Este trabajo utiliza técnicas de la econometría de series de tiempo para caracterizar el proceso dinámico de propagación de Covid-19 y de las muertes asociadas a esta enfermedad en México, entre los últimos días de febrero de 2020 y el 31 de diciembre de ese mismo año. En particular, el estudio estima la elasticidad de largo plazo de las muertes con respecto a los contagios. Este concepto es importante

¹ Por tasa de letalidad se entiende el número de personas fallecidas por la enfermedad divididas entre el número total de personas contagiadas por el mismo mal. En cambio, tasa de mortalidad es el número de personas fallecidas debido a la misma enfermedad, pero divididas por la población total del país en cuestión.

porque al conocer dicha variable también se pueden proyectar las muertes esperadas ante contagios crecientes y la dinámica de la tasa de letalidad de la enfermedad.

El estudio está dividido en cuatro secciones. La primera hace una descripción de los contagios y las muertes generadas por Covid-19 en México entre febrero y diciembre de 2020, como ya se comentó. El segundo apartado analiza estadísticamente las series de contagios y muertes por esta enfermedad, así como su posible relación de largo plazo. Dados los resultados de la segunda sección, la tercera estima un modelo de vector de corrección de error (VEC) bivariado para las series que se analizan. La cuarta lleva a cabo un ejercicio de bondad de ajuste de dos de los VEC estimados en la sección anterior y proyecta la relación de contagios y muertes con varios de los modelos analizados a lo largo del artículo.

Los resultados de la segunda sección de este trabajo sugieren que las series de infecciones y muertes acumuladas en México no son estacionarias, sino integradas de orden 1 (I(1)) y que muy probablemente estén cointegradas. Por tal razón se propone la estimación de un VEC bivariado en la tercera sección.

La estimación de un grupo grande de modelos VEC sugiere que la elasticidad de las muertes a los contagios es menor a la unidad. Esto indica que conforme aumentan los contagios, la tasa de letalidad disminuirá, pero de manera moderada.

Diversos modelos estimados, entre ellos dos VEC, muestran que tres millones de infecciones registradas por Covid-19 podrían ocasionar entre 190 mil y 250 mil muertes. Como es posible que haya un factor de subregistro de contagios de alrededor de 40 veces, y de muertes de entre dos y tres veces, tres millones de contagios implicaría a casi toda la población, o a una proporción tal que se estaría ya en la inmunidad de rebaño, lo que daría lugar a que al final de la pandemia podría haber hasta medio millón de fallecidos en México por Covid-19.

Hay un grupo considerable de estudios empíricos sobre las infecciones y muertes por Covid-19 utilizando técnicas de econometría de series de tiempo. Algunos de ellos usan modelos univariados tipo ARIMA, por ejemplo, Dehesh et al. (2020) para diversos países principalmente de Asia, y Benvenuto et al. (2020) para Italia. Otros, como el de Khan et al. (2020) y Kumari et al. (2021) utilizan la técnica de vectores autorregresivos (VAR) para analizar los contagios, las muertes y los enfermos recuperados en Pakistán e India, respectivamente. En el caso de México, el trabajo de Gómez Cravioto et al. (2020) aborda la expansión de contagios y muertes por Covid-19 en la primera etapa de la enfermedad con diversas técnicas, entre ellas un VAR.

El problema de utilizar la técnica VAR para analizar las muertes y los contagios de la enfermedad que nos concierne es que las series de estas variables no son estacionarias, o cuando menos no muestran los rasgos de estacionariedad tradicionales, por lo cual pueden ser mejores para el análisis otras técnicas como la de VEC. Hemos encontrado muy pocos estudios internacionales que utilicen VEC para abordar contagios y muertes por Covid-19 y no pudimos localizar ninguno para México. El trabajo de Paolo et al. (2020) lleva a cabo el análisis de un VEC para hospitalizaciones y entradas a unidades de cuidados intensivos en algunas regiones de España, Italia y Suiza.

2. La infección de Covid-19 en México

En los últimos días de 2019 se reportó en China la aparición de una nueva enfermedad denominada Covid-19, por las siglas en inglés *coronavirus disease 2019*, como ya se comentó. Esta infección es provocada por un virus identificado como SARS-Cov-2. Inicialmente, la enfermedad se caracteriza por presentar síntomas similares a los de la influenza común, pero más adelante los pulmones, y en ocasiones otros órganos vitales, pueden verse seriamente afectados. En un porcentaje todavía no del todo identificado este mal lleva a la muerte.

La enorme capacidad del virus para replicarse ha implicado que el Covid-19 se encuentre actualmente en la gran mayoría de los países del mundo. España, Estados Unidos e Italia fueron de los más afectados en los primeros meses de 2020; luego los contagios y las muertes cayeron, pero repuntaron pronto en Estados Unidos y más adelante también en España e Italia.

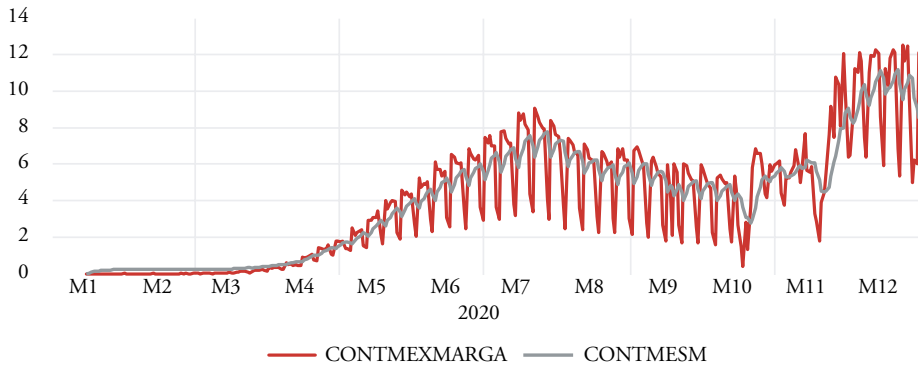
En México, los primeros casos reportados de Covid-19 se hicieron públicos a fines de febrero de 2020. Un mes después ya había más de 700. El 31 de diciembre la cifra acumulada de personas contagiadas fue superior a 1 400 000, y el número oficial de muertos de ese mismo día fue de un poco más de 123 mil.

Hasta los primeros días de octubre, las infecciones y las muertes diarias siguieron el patrón que se conoce como de curva epidémica (ver por ejemplo Guilligan, 1990; Torok, 2003; Lee y Wong, 2010; Yang et al., 2015), en el cual las variables bajo estudio, al nivel diario, suben a lo largo del tiempo, llegan a un máximo y comienzan a caer.

El patrón descrito se rompió en octubre, cuando tanto las infecciones como las muertes diarias comenzaron a subir otra vez, en una nueva curva que todavía pudiera no alcanzar otro máximo local.

La expansión de Covid-19 en México en 2020:
un enfoque desde la econometría de series de tiempo

Gráfica 1. Curva epidémica de contagios por Covid-19 en México
Miles de infecciones diarias
Del 1 de marzo al 31 de diciembre de 2020

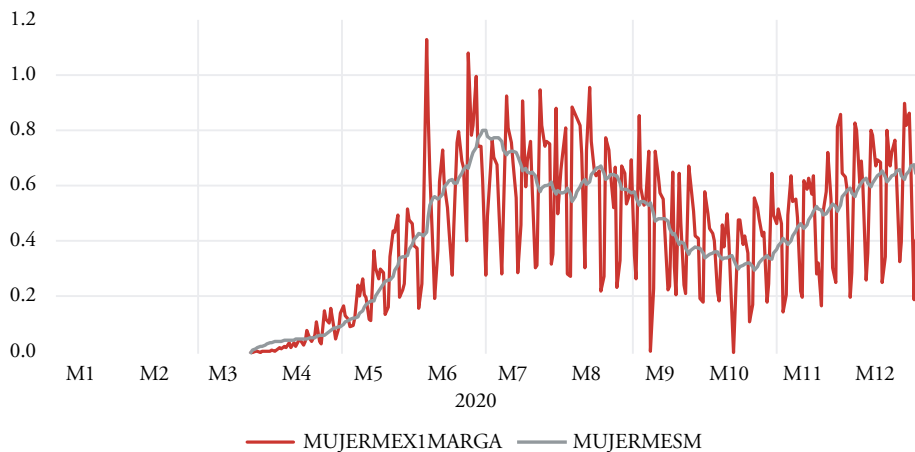


Rojo: Datos observados.

Gris: Suavización exponencial.

Fuente:Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

Gráfica 2. Fallecimientos diarios por Covid-19 en México
Miles de fallecimientos diarios
Del 1 de marzo al 31 de diciembre de 2020



Rojo: Datos observados.

Gris: Suavización exponencial.

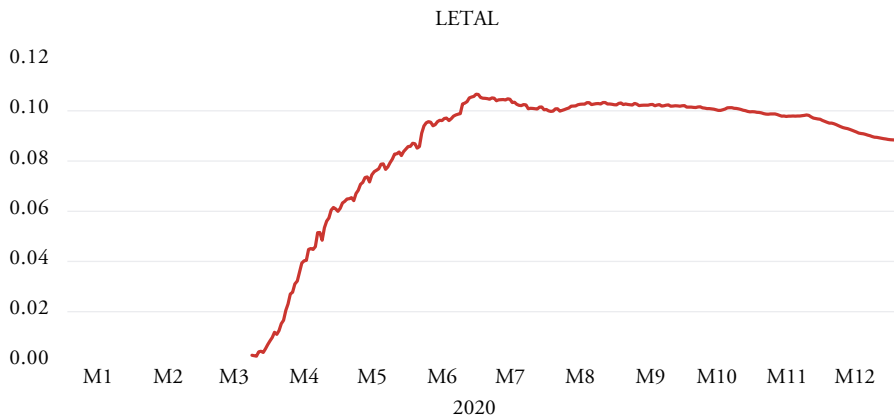
Fuente:Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

Las Gráficas 1 y 2 muestran los contagios y muertes por Covid-19 en México al nivel diario. Las figuras en naranja son una suavización exponencial de los datos observados, los cuales se muestran en azul y, como claramente puede verse, tienen una enorme varianza, especialmente en el caso de los decesos. Un máximo local de los contagios diarios ocurrió en los primeros días de agosto, mientras que el de las muertes tuvo lugar a fines de junio.

Las gráficas muestran claramente que hubo un mínimo local de contagios y muertes diarias en octubre de 2020. A partir de entonces ambas variables han vuelto a aumentar. A fines de 2020, las muertes diarias apenas alcanzaron el máximo local que se observó en junio, pero los contagios superaron con creces el umbral al que llegaron en agosto.

La tasa de letalidad, que se define como la razón de muertes a contagios, puede observarse en la Gráfica 3.

Gráfica 3. Tasa de letalidad de Covid-19 en México
(Muertes totales/contagios totales)
Entre marzo y diciembre de 2020



Fuente:Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinkl.com/>

En la Gráfica 3 se observa que la mencionada tasa sube a gran velocidad entre marzo y junio de 2020. Después baja un poco y luego se estabiliza alrededor del 10% entre julio y octubre. A partir de ahí se reduce porque, como se observa en las gráficas anteriores, los contagios de la segunda ola de Covid-19 en México

suben con mayor rapidez que las muertes. Aun así, el último día de 2020 la tasa fue de 8.8%

Cabe señalar que el 10 de octubre las autoridades sanitarias de México hicieron un ajuste brusco hacia arriba tanto en la serie de contagios como en la de muertes. Esto propicia un problema cuando se utilizan en su forma pura, pues se rompe la continuidad de una serie de manera artificial.

Para paliar el problema descrito, con los datos oficiales hasta el 9 de octubre se hizo un pronóstico del día 10 con un modelo de VAR de 53 rezagos, el cual tiene una bondad de ajuste muy elevada. Luego se consideraron los datos oficiales entre el 10 de octubre y el 31 de diciembre y se obtuvieron los datos anteriores aplicando hacia atrás las tasas de crecimiento diarias de los datos oficiales hasta el 9 de octubre y el pronóstico del 10 de ese mismo mes. Esto le da una continuidad a la serie que en realidad es muy probable que exista.

Los datos oficiales muestran que en los primeros días de octubre había entre cuatro mil y cinco mil contagios diarios y entre 300 y 400 muertes diarias por Covid-19. El 10 de octubre se reportaron poco más de 30 mil contagios y tres mil muertes, pero en los días siguientes volvió a haber un número de contagios y muertes muy similares a los que ocurrieron antes del 10 de octubre.

Es claro que en el 10 de octubre hubo un ajuste por contagios y muertes que ocurrieron en días y tal vez en meses anteriores. Mantener exactamente los datos oficiales falsea la realidad y genera problemas de estimación; el primero de ellos la no normalidad de los residuales que surjan en las estimaciones.

3. Análisis de las series de infecciones y muertes acumuladas por Covid-19 en México

El objetivo de esta sección es analizar las series de contagios y muertes por Covid-19, ambas en términos acumulados, para determinar sus principales características y la probable relación que existe entre ellas.

3.1. Análisis de raíces unitarias de las series en cuestión

El primer ejercicio consiste en averiguar si las series en cuestión tienen o no raíces unitarias. Para ello, se llevan a cabo diversas pruebas, entre las cuales tal vez las más conocidas sean las de Dickey-Fuller y la de Phillips-Perron (Dickey y Fuller, 1979; Phillips y Perron, 1988).

Al aplicar estas pruebas, si resulta que las series son estacionarias, de modo que los contagios y las muertes acumuladas llegan a un máximo y ahí se estabilizan, es posible analizar su dinámica conjunta directamente sobre los logaritmos de las series en cuestión mediante la técnica de VAR. En caso de que las series resulten no estacionarias, pero estén cointegradas, la dinámica conjunta de ambas series se pueda analizar por medio de un VEC. Si las series son no estacionarias, pero no están cointegradas, el recurso para caracterizar su dinámica conjunta puede ser un VAR de sus cambios logarítmicos, siempre y cuando dichos cambios sean estacionarios.

La Tabla 1 muestra las pruebas de raíces unitarias para los logaritmos de las infecciones y las muertes acumuladas por Covid-19 en México y sus cambios logarítmicos. El análisis se lleva a cabo con datos diarios desde el 29 de febrero de 2020 al 31 de diciembre de ese mismo año.

En total se aplicaron siete pruebas.² En seis de ellas la hipótesis nula es que hay raíces unitarias. En la prueba KPSS (Kwiatkowski et al., 1992) la hipótesis nula es que la serie en cuestión es estacionaria. Solo tres rechazan la hipótesis nula de raíces unitarias tanto para el logaritmo de los contagios como el correspondiente a las muertes.³ En cambio, las seis pruebas cuya hipótesis nula es la de raíces unitarias rechazan dicha hipótesis en los cambios logarítmicos de ambas variables bajo estudio. La prueba KPSS rechaza la hipótesis de estacionariedad en todos los casos.

Aunque el análisis no es concluyente, pues la prueba KPSS rechaza incluso que los cambios logarítmicos de las variables en cuestión sean estacionarios, la mayoría sugiere que los logaritmos de las infecciones y las muertes son series no estacionarias integradas de orden uno (I(1)) y sus cambios logarítmicos constituyen series estacionarias (integradas de orden cero (I(0))).

² Para la prueba de Dickey-Fuller tradicional ver Dickey y Fuller (1979), para la prueba de Dickey-Fuller con cambio estructural ver Perron y Vogelsang (1992). Para las pruebas DFGLS y Elliot-Rothenberg-Stock de punto óptimo, ver Elliot et al. (1996). Para la prueba de Phillips-Perron, ver Phillips y Perron (1988), para la prueba KPSS ver Kwiatkowski et al. (1991), para la prueba de Ng-Perron ver Ng y Perron (2001).

³ Con más de 95% de confianza.

Tabla 1. Pruebas de raíces unitarias sobre el logaritmo y el cambio logarítmico de los contagios y las muertes por Covid-19 en México

(En términos acumulados)
Información diaria entre los primeros días de marzo y el 31 de diciembre de 2020

	<i>Logaritmo de los contagios acumulados</i>	<i>Logaritmo de las muertes acumuladas</i>	<i>Cambio logarítmico de los contagios acumulados</i>	<i>Cambio logarítmico de las muertes acumuladas</i>
ADF(x)	-3.6***	-4.0***	-3.1**	-11.5***
ADF(z) con cambio estructural	-10.3***	-23.9***	-12.6***	-12.2***
DFGLS	0.7	1.9	-3.4***	-11.5***
PP	-3.7***	-14.6***	-25.1***	-10.8***
KPSS	1.8 ^{vvv}	1.1 ^{vvv}	1.5 ^{vvv}	1.2 ^{vvv}
ERS	1507.9	6816.1	0.3***	0.5***
NgP	npru	npru	pru***	pru***

ADF(x): Prueba de Dickey-Fuller tradicional. $x = 3$ para el logaritmo de los contagios; $x = 9$ para el logaritmo de los fallecimientos; $x = 4$ para el cambio logarítmico de los contagios; $x = 8$ para el cambio logarítmico de los fallecimientos.

ADF(z): Prueba de Dickey-Fuller tradicional con cambio estructural. $z = 0$ en el logaritmo de los contagios; $z = 0$ para el logaritmo de los decesos; $z = 0$ para el cambio logarítmico de los contagios; $z = 0$ para el cambio logarítmico de los fallecimientos.

DFGLS: Prueba ajustada de Dickey-Fuller que elimina la tendencia de la serie.

PP: Prueba de Phillips-Perron.

KPSS: Prueba de Kwiatkowski-Phillips-Shmidt-Shin.

ERS: Prueba de Elliot-Rothenberg-Stock de punto óptimo.

Ng: Prueba de Ng-Perron.

* Puede rechazar la hipótesis nula de raíces unitarias con entre 90% y 95% de confianza.

**Puede rechazarse la hipótesis nula de raíces unitarias con entre 95% y 99% de confianza.

*** Puede rechazar la hipótesis nula de raíces unitarias con más de 99% de confianza.

vvv Puede rechazar la hipótesis nula de estacionariedad de la prueba KPSS con más de 99% de confianza.

pru: Puede rechazar raíces unitarias npru: no puede rechazar raíces unitarias con 90% o más de confianza.

Fuente:Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

3.2. La relación de largo plazo entre los contagios y las muertes por Covid-19 en México

Si las series de los logaritmos de contagios y muertes fueran $I(1)$ habría que analizar si están cointegradas. La cointegración es un término introducido por Engle y Granger (1987). Muchas series son crecientes a lo largo del tiempo y, por lo

tanto, tienen una gran correlación entre ellas. Sin embargo, en muchas ocasiones no tienen ninguna relación causal. La cointegración implica que la combinación lineal de una o varias series no estacionarias genera un residual estacionario. En las que no están cointegradas eso no sucede.

La cointegración es una característica que se encuentra en un conjunto de series. *Per se* no significa que las series tengan una causalidad entre ellas. Sin embargo, normalmente es más probable que estén cointegradas series en las que hay alguna causalidad, a que series no estacionarias, las cuales no tienen relación alguna, generen combinaciones lineales estacionarias.

Hay diversas pruebas de cointegración disponibles. La prueba de Engle y Granger (1987) corre una regresión simple por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) entre las variables no estacionarias en cuestión y luego analiza los residuales. Si estos son estacionarios, entonces pueden decirse que las series están cointegradas. Stock (1987) señala que hay un sesgo en este tipo de estimaciones. Sin embargo, Banerjee et al. (1986) muestran que el sesgo disminuye de manera considerable con una bondad de ajuste grande (una R^2 elevada). Cuthbertson et al. (1992 p. 135) indican que la regresión simple propuesta por Engle y Granger está libre de endogeneidad, pues los estimadores son súper consistentes.

La prueba de cointegración de Johansen (1988) es más amplia que la de Engle y Granger (1987), pues estima diversas formas en las cuales las variables están cointegradas, es decir, puede haber varias combinaciones lineales de variables no estacionarias que produzcan un residual estacionario. La estimación de esta técnica se lleva a cabo por el método de máxima verosimilitud (MV).

Otra prueba de cointegración de importancia es la que proponen Pesaran, Shin y Smith (2001) (de aquí en adelante PSS, 2001), los cuales utilizan una variante del modelo de corrección de error (MCE) (Engle y Granger, 1987) para estimar la relación de largo plazo entre dos o más variables. Cabe señalar que estos autores muestran que es posible encontrar relaciones de largo plazo no solo en variables no estacionarias, sino también en estacionarias, o en una combinación entre ambas, siempre que sean $I(0)$ o $I(1)$.

El método que proponen PSS (2001) es el de ARDL (autorregresivo de rezagos distribuidos, por sus siglas en inglés). En el caso que nos ocupa de infecciones y muertes acumuladas por Covid-19 en México, la manera de buscar una relación de largo plazo entre estas variables sería colocando las más endógena, que presumiblemente son las muertes, en función de rezagos de ella misma y el valor contemporáneo y rezagos de los contagios.

En este caso, si los contagios se definen como I y los fallecimientos como F , la regresión ARDL a estimar sería:

$$\log(F_t) = a_0 + \sum_{i=1}^{n_1} a_{1i} \log(F_{t-i}) + \sum_{i=1}^{n_2} a_{2i} \log(I_{t-i}) + e_t \quad (1)$$

La ecuación de largo plazo de los fallecimientos con respecto a los contagios es la siguiente:

$$\log(F) = \frac{a_0}{\left(1 - \sum_{i=1}^{n_1} a_{1i}\right)} + \frac{\sum_{i=1}^{n_2} a_{2i}}{\left(1 - \sum_{i=1}^{n_1} a_{1i}\right)} + \log(I) \quad (2)$$

Una condición necesaria para que el proceso sea estable, es decir que haya una relación de largo plazo entre las variables en cuestión, es: $\sum_{i=1}^{n_1} a_{1i} < 1$. pss (2001) transforman la ecuación (1) en un MCE para obtener una prueba F del proceso de largo plazo. La hipótesis nula, en este caso, es que no hay relación de largo plazo entre las variables, por lo cual si la prueba F está por arriba de los valores críticos, se rechaza dicha hipótesis, y en caso de que las variables sean $I(1)$ no puede rechazarse que haya cointegración entre ellas.

Varios programas de cómputo llevan a cabo estimaciones de ecuaciones ARDL de manera automática. Estas rutinas escogen los números de rezagos n_1 y n_2 para lograr un cierto objetivo, en muchos casos minimizar el criterio de Akaike o el de Schwartz.⁴ Sin embargo, en algunos programas econométricos, como el E-Views 11, el número máximo de rezagos está topado a 12. En estimaciones trimestrales o anuales ese es un número relativamente alto de rezagos; en estimaciones mensuales puede apenas ser suficiente, pero en una estimación diaria ese número máximo es muy bajo.⁵

⁴ Los criterios de Akaike y Schwartz hacen un balance entre la bondad de ajuste de la R^2 y el número de parámetros a estimar en una regresión. Dichos criterios premian la mayor R^2 y castigan el mayor número de parámetros a estimar. Estos criterios son mejores cuando su valor es el más pequeño posible (Akaike, 1974).

⁵ Una de las razones por las cuales el número máximo que pueden tomar n_1 y n_2 está topado es porque el programa tiene que generar una enorme cantidad de combinaciones de n_1 y n_2 para encontrar el mínimo criterio de Akaike. Si el número máximo de rezagos fuera mayor a 12, las combinaciones posibles crecen de forma exponencial y la memoria del programa no es suficiente para generarlas.

Otro problema que puede surgir con la estimación ARDL automática es el de endogeneidad. Como la o las variables independientes contemporáneas entran como regresores, aun cuando el número de rezagos sea suficiente para eliminar la autocorrelación de los errores no puede descartarse que haya correlación de esas variables independientes contemporáneas con el error, lo cual, al utilizar MCO como método de estimación, podría generar estimadores inconsistentes.

Por lo anterior, además de una regresión ARDL decidimos incluir una variante del MCE donde no entra la variable independiente contemporánea. En el caso que nos ocupa, la ecuación MCE a estimar sería:

$$d(\log(F_t)) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} d(\log(F_{t-i})) + \sum_{i=1}^n a_{2i} d(\log(I_{t-i})) \quad (3) \\ + b_1 \log(F_{t-1}) + b_2 \log(I_{t-1}) + v_t$$

Como el objetivo es utilizar, al menos en algunos casos, muchos más rezagos que 12, el número de rezagos de los cambios logarítmicos de las muertes y los contagios es el mismo. En este caso se podría jugar con este número fijo para ambas variables a manera de minimizar el criterio de Akaike o el de Schwartz.

Si los logaritmos de las variables en cuestión son $I(0)$ o $I(1)$, la elasticidad de largo plazo de las muertes con respecto a los contagios es:

$$\frac{d(\log(F))}{d(\log(I))} = -\frac{b_2}{b_1} \quad (4)$$

La ecuación (3) se puede estimar por MCO sin generar estimadores inconsistentes cuando el número de rezagos n es tal que el error v es un ruido blanco, pues en este caso no hay variables independientes contemporáneas. Además, puede aplicarse una variante de la prueba F de PSS (2001) para la hipótesis nula en la cual $b_1 = b_2 = 0$.

El único problema que surge con esta estimación es que quizá no sea posible recuperar la constante de largo plazo de la relación entre el logaritmo de las muertes y el logaritmo de los contagios, pues esta está mezclada con la constante a_0 . No obstante, si las muertes y los contagios son variables $I(0)$ o $I(1)$, se presume que a_0 es el valor negativo del MCE, en cuyo caso la ecuación de largo plazo de las muertes en relación con los contagios sería:

$$\log(F) = -a_0 - \frac{b_2}{b_1} \log(I) \quad (5)$$

Tabla 2. Estimación de las ecuaciones de largo plazo entre el logaritmo de las muertes acumuladas y el logaritmo de los contagios acumulados

Variable dependiente: logaritmo de las muertes acumuladas
Estadístico t en paréntesis

<i>Métodos</i>	<i>Constante</i>	<i>Elasticidad de las muertes a los contagios</i>	<i>Prueba F de Pesaran, Shin y Smith en pruebas tipo ARDL o MCE</i>
Engle y Granger	-6.3 (-43.4 ^{***})	1.31 (111.8 ^{***})	-
Johansen	0.8 (1.3)	0.77 (17.9 ^{***})	-
ARDL	0.21 (0.3)	0.82 (18.8 ^{***})	13.7 ^{***}
MCE1	2.0 (1.8 [*])	0.69 (8.5 ^{***})	85.8 ^{***}
MCE2	0.51 (0.8)	0.79 (14.5 ^{***})	10.8 ^{***}

Los estadísticos t de la prueba de Engle y Granger pueden no ser fiables.

La prueba de Johansen se estimó con 37 rezagos de las variables correspondientes.

La prueba ARDL se llevó a cabo con la subrutina de E-Views 11 con un máximo de 12 rezagos y resultó un ARDL (12,12), 12 rezagos para el logaritmo de las muertes y 12 rezagos para el logaritmo de los contagios, lo que minimizó el criterio de Akaike.

La prueba MCE1 considera 1 rezago de las diferencias de los logaritmos de las variables involucradas.

La prueba MCE2 considera 40 rezagos de las diferencias de los logaritmos de las variables involucradas.

* Significativo al 90% de confianza.

** Significativo al 95% de confianza.

*** Significativo al 99% de confianza.

Fuente: Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

La Tabla 2 muestra diversas estimaciones de la relación de largo plazo entre el logaritmo de las muertes y el correspondiente a los contagios en México.

Todas las pruebas muestran la existencia de una relación de largo plazo positiva y significativa entre el logaritmo de las muertes y el de los contagios. El resultado de las pruebas de Engle y Granger (1987) y de Johansen (1988) implicaría que estas series están cointegradas. No obstante, cuando se analizan los residuales de la ecuación de Engle y Granger (1987), solo la prueba ADF(7) y la PP pueden rechazar raíces unitarias. En todas las demás no se puede rechazar esa hipótesis.

La prueba de Johansen (1988) encuentra un solo vector de cointegración, que es el que se muestra en la Tabla 2.

La prueba MCE1 se corrió solo con un rezago de las diferencias de las variables dependiente e independiente. En contraste, la prueba MCE2 buscó minimizar el criterio de Akaike, lo cual se logró con 40 rezagos de las diferencias de cada logaritmo. En las pruebas ARDL y MCE1 y 2 el estadístico F de PSS (2001) resultó altamente significativo, rechazando en forma contundente la hipótesis nula de no existencia de relación de largo plazo entre las variables, lo que implica la presunción de existencia de una relación positiva entre ambas variables.

Excepto por la prueba de Engle y Granger (1987), las demás muestran una elasticidad estimada de muertes a contagios menor pero no muy lejana a la unidad. Esto querría decir que conforme aumenta la cantidad de contagios la tasa de letalidad se reduce, pero poco.

4. Estimación de un modelo VEC para el análisis de la dinámica de contagios y muertes por Covid-19 en México

Los resultados de la sección anterior sugieren la conveniencia de llevar a cabo un análisis más detallado de relación entre muertes y contagios por Covid-19 en México, que compatibilice la dinámica de corto plazo con la relación existente de largo plazo entre las variables en cuestión. También conviene hacer un análisis bivariado más que univariado, como es el caso de las relaciones vistas en la sección anterior, porque, aunque parece haber una clara relación positiva de los contagios a las muertes, no puede descartarse a priori que haya una doble causalidad donde las muertes también impacten a los contagios.⁶

Por lo anterior, proponemos utilizar la metodología de un VEC, el cual analiza la dinámica de un sistema conformado por las muertes y los contagios de Covid-19, pero tomando en cuenta la relación de largo plazo entre estas variables.

En el caso que nos ocupa, la mayoría de las pruebas de raíces unitarias mostraron que las series de los logaritmos de las muertes y los contagios no son estacionarias. Las pruebas de cointegración en general también muestran que hay una relación de largo plazo entre las variables que nos conciernen. Utilizar un VEC

⁶ Aunque después se explicará esto de nuevo, las muertes podrían incrementar los contagios futuros cuando los familiares y amigos de los difuntos se juntan para hacer duelo por la persona fallecida o salen a arreglar trámites de pagos de primas de seguros y otros asuntos jurídicos. Por otra parte, al menos en teoría las muertes podrían reducir los contagios futuros cuando el incremento de dichas infecciones propicia que otras personas se cuiden más.

tiene la ventaja de que también esta metodología hace una prueba de cointegración de Johansen. Si se llegara a rechazar en esta prueba la cointegración, el VEC se transforma en un VAR. Esto quiere decir que los modelos VEC contienen a los VAR, pero no al revés. Si existe alguna duda sobre si hay o no cointegración entre las variables en cuestión, o si estas son o no estacionarias, lo mejor es utilizar un VEC.

Los modelos VEC surgen con posterioridad a los modelos de vectores autorregresivos VAR (Sims, 1980). Un modelo VAR muestra un sistema de dos o más variables, donde los valores contemporáneos de cada una de estas variables dependen de rezagos de ellas mismas y de las demás variables. Estos modelos son idóneos para variables estacionarias, pero pueden ser inviables para analizar variables no estacionarias (ver por ejemplo Sims et al., 1990).

Un modelo VEC (Johansen, 1995; Hendry y Juselius, 2000; PSS, 2000; Lutkepohl, 2005a, 2005b; Kilian y Lutkepohl, 2017) es un sistema de ecuaciones en el cual las diferencias de distintas variables se relacionan con los rezagos de ellas mismas y de las demás variables, al tiempo que en cada ecuación se impone una relación de cointegración entre las variables, la cual se estima por el método de Johansen (1988, 1995).

En el caso que nos ocupa de muertes y contagios por Covid-19 en México, el VEC correspondiente se formula como:

$$d(\log(F_t)) = a_0(\log(F_{t-1}) + \gamma_1 \log(I_{t-1}) + \gamma_0) + \sum_{i=1}^n a_{1i} d(\log(F_{t-i})) + \sum_{i=1}^n a_{2i} d(\log(I_{t-i})) + \epsilon_t \quad (6)$$

$$d(\log(I_t)) = b_0(\log(F_{t-1}) + \gamma_1 \log(I_{t-1}) + \gamma_0) + \sum_{i=1}^n b_{1i} d(\log(F_{t-i})) + \sum_{i=1}^n b_{2i} d(\log(I_{t-i})) + v_t \quad (7)$$

Donde el término $(\log(F_{t-1}) + \gamma_1 \log(I_{t-1}) + \gamma_0)$ muestra la relación de cointegración en el largo plazo entre el logaritmo de los contagios acumulados (I) y el logaritmo de las muertes (F) en los mismos términos de Covid-19 en México. Los términos ϵ y v son variables aleatorias que idealmente se distribuyen de manera normal con media cero.

Para comprender cómo funciona un VEC conviene expresar las ecuaciones (6) y (7) en notación matricial:

$$\begin{pmatrix} d(\log(F_t)) \\ d(\log(I_t)) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 & a_0\gamma_1 \\ b_0 & b_0\gamma_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \log(F_{t-1}) \\ \log(I_{t-1}) \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$+ \begin{pmatrix} a_0\gamma_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i}d(\log(F_{t-i})) + \sum_{i=1}^n a_{2i}d(\log(I_{t-i})) + \epsilon_t \\ b_0\gamma_0 + \sum_{i=1}^n b_{1i}d(\log(F_{t-i})) + \sum_{i=1}^n b_{2i}d(\log(I_{t-i})) + \nu_t \end{pmatrix}$$

El determinante de la matriz característica $\begin{pmatrix} a_0 & a_0\gamma_1 \\ b_0 & b_0\gamma_1 \end{pmatrix}$ es: $a_0b_0\gamma_1 - a_0b_0\gamma_1 = 0$.

Si las series I y F son integradas de orden 1, las series $d(\log(I))$ y $d(\log(F))$ serán integradas de orden cero y tendrán una media constante. Por lo anterior, en el plano donde los fallecimientos están en el eje vertical y los contagios en el eje horizontal, las funciones $d(\log(I)) = 0$ y $d(\log(F)) = 0$ serán la misma función, o serán dos funciones que tienen exactamente la misma pendiente.

En el caso que nos ocupa, si partimos del punto donde las dos funciones de largo plazo constituyen la misma función, cuando las muertes y los contagios están sobre dicha función $d(\log(I)) = 0 = d(\log(F)) = 0$, el sistema estará en reposo sobre algún punto de tal relación de largo plazo. Si hay un choque permanente en alguna de las funciones, entonces el sistema entrará en un movimiento donde los contagios y las muertes podrían moverse sin alcanzar reposo, pero los cambios logarítmicos sí alcanzarán un valor estable.

En general, en este trabajo nos centraremos en los casos donde el valor de ajuste a_0 es negativo y el valor b_0 es positivo o cero en las ecuaciones (6) y (7), pues es cuando, en muchos casos, el sistema es globalmente estable y, si está fuera de la relación de largo plazo $\log(F_{t-1}) + \gamma_1 \log(I_{t-1}) + \gamma_0$, tiende a dicha relación.

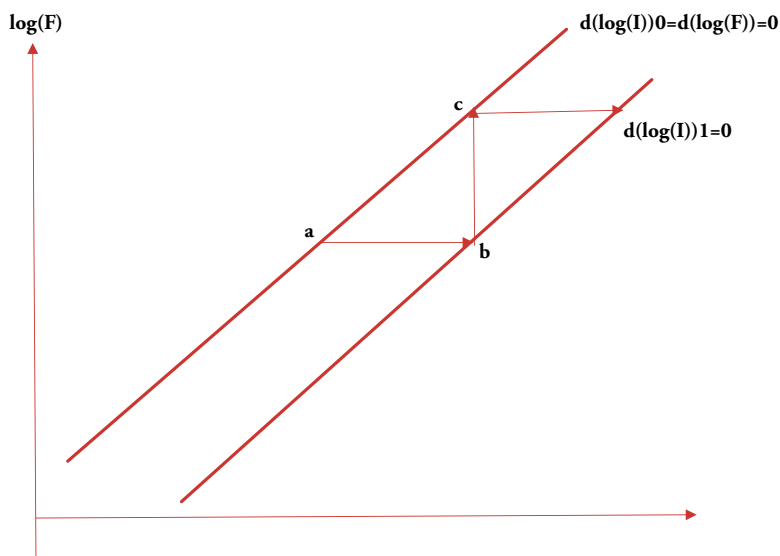
Para mostrar lo anterior, analizaremos de manera breve un sistema donde $\gamma_1 < 0$ y $a_{1i} = a_{2i} = b_{1i} = b_{2i} = 0$ para toda $i \geq 1$. Esto quiere decir que el modelo VEC no tiene rezagos de las diferencias de los logaritmos de las variables en cuestión.

En este caso, el sistema de ecuaciones en diferencias (8) se expresa como:

$$\begin{pmatrix} d(\log(F_t)) \\ d(\log(I_t)) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 & a_0\gamma_1 \\ b_0 & b_0\gamma_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \log(F_{t-1}) \\ \log(I_{t-1}) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_0\gamma_0 + \epsilon_t \\ b_0\gamma_0 + \nu_t \end{pmatrix} \quad (9)$$

Suponiendo γ_1 menor a cero, el diagrama de fase de este sistema puede observarse en la gráfica 4.

Gráfica 4. Diagrama de fase entre los logaritmos de las muertes y contagios por Covid-19



Fuente: Elaboración del autor.

En una situación hipotética inicial de equilibrio, las ecuaciones $d(\log(I))_0 = 0$ y $d(\log(F))_0 = 0$ son la misma ecuación y el sistema está en un punto de reposo, por ejemplo, el punto “a” en la Gráfica 3. En ese punto los contagios y las muertes no se modifican y la relación de largo plazo entre ellas es:

$$\log(F) = -\gamma_0 - \gamma_1 \log(I) \quad (10)$$

Como γ_1 es negativo, esta relación es positiva.

Supongamos que hay un choque permanente en la ecuación de contagios, de modo que se mueva a la derecha (por ejemplo, porque el parámetro v en el sistema (8) se convierte en un factor determinístico que aumenta en forma permanente). En ese caso, los contagios aumentan en el período actual, lo que se observa gráficamente como un desplazamiento de la función $d(\log(I))_0$ a $d(\log(I))_1$ y la flecha que va del punto a al punto b. Sin embargo, ese aumento actual de contagios propicia un aumento de las muertes el siguiente período, pues el parámetro $a_0 \gamma_1$

en el sistema (8) es positivo, ya que ambos a_0 y γ_1 son negativos. Este aumento de muertes al siguiente período se representa con la flecha que va del punto b al punto c en la gráfica 4. A su vez, el incremento de las muertes en el siguiente período aumenta los contagios del que sigue, pues el parámetro b_0 es positivo, lo que se observa en la gráfica con la flecha horizontal que parte del punto c. Este proceso teórico no tiene fin. Las dos variables continuarían aumentando en forma indefinida.

Si el choque mencionado fuera temporal, la ecuación $d(\log(F))_1 = 0$ regresa a donde estaba antes y el sistema converge a un nuevo punto de reposo sobre la recta original, pero con más muertes e infecciones acumuladas (un punto al noreste del punto a sobre esa misma recta).

En el caso en el cual a_0 es negativo y b_0 es cero, un choque positivo permanente en los contagios genera un movimiento similar al descrito en el caso anterior, pero en este no habría un incremento sin fin de las variables en cuestión, sino que el sistema volvería a un punto de reposo sobre la función $d(\log(F)) = 0$ aun cuando la función $d(\log(I)) = 0$ no regresara a su lugar original. En este caso la trayectoria sería la que va solo del punto a al b y de ahí al c. En el punto c terminaría el proceso dinámico, con más muertes y contagios que en el punto original, pero nuevamente en reposo.

Claramente, aun cuando sea posible caracterizar la relación de cointegración de largo plazo (10), los valores de a_0 y b_0 son cruciales porque puede ser que, aunque exista esa relación, el sistema no converja a la misma.

Es necesario enfatizar que la inclusión de rezagos de las diferencias de los logaritmos de las variables en cuestión puede modificar las dinámicas que hemos ejemplificado. Pueden darse casos en que se generen oscilaciones convergentes o divergentes o dinámicas diferentes a las que mostramos en el ejemplo más sencillo donde no hay rezagos.⁷

Se llevaron a cabo estimaciones del VEC conformado por las ecuaciones (6) y (7). Normalmente la estimación que se reporta es aquella en la cual el número de rezagos de las diferencias de las variables en cuestión minimiza el criterio de Akaike o de Schwartz. Sin embargo, en este caso el criterio de Akaike baja

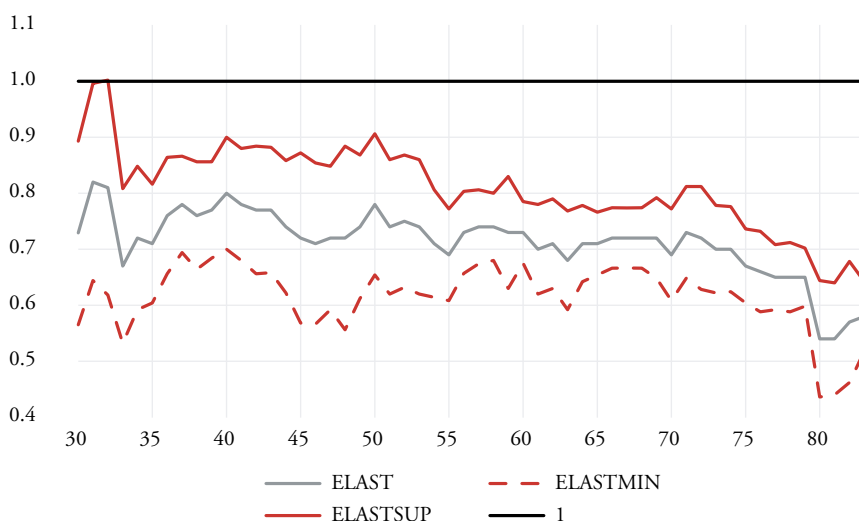
⁷ Un sistema de ecuaciones diferenciales similar a (8) sería estable si λ_1 y a_0 son menores a cero y b_0 es positivo, algo muy similar a lo que sucede en el sistema de ecuaciones en diferencias cuando no hay rezagos de las diferencias de los logaritmos de las variables en cuestión (Chiang, 1984; Takayama, 1985).

de manera monótonica al incluir más rezagos. El criterio de Schwartz se minimiza con 37 rezagos de las diferencias de las variables bajo análisis.

El concepto de la elasticidad de muertes a contagios por Covid-19 es relevante, porque indica de qué forma se altera la tasa de letalidad de la enfermedad cuando aumenta el número de contagios. Eso es muy útil para hacer cálculos aproximados de cuántas personas van a morir si se infecta un cierto porcentaje de la población. Por otra parte, el modelo VEC con 37 rezagos da resultados muy sensatos en términos de las funciones de impulso-respuesta, pero no tiene una bondad de ajuste dinámica demasiado elevada, pues termina sobreestimando, de manera considerable, tanto los contagios como las muertes en los últimos meses del año en curso.

Por las razones anteriores, se llevan a cabo varios ejercicios. El primero consiste en describir en una gráfica un resumen de estimaciones del modelo VEC (sistema 8) con entre 30 y 83 rezagos, siendo este último donde los ejercicios de causalidad de Granger (1969) muestran que cuando menos los contagios causan las muertes. Con más rezagos los ejercicios de causalidad de Granger no son significativos. No se muestran las estimaciones del modelo VEC con rezagos menores a 30, porque en general presentan alta autocorrelación de los residuales.

Gráfica 5. Elasticidad de largo plazo de muertes a contagios por Covid-19 en México en relación con los retrasos de diferentes estimaciones VEC



Fuente:Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

La Gráfica 5 muestra en azul la elasticidad puntual estimada de largo plazo de muertes a contagios por Covid-19 en México conforme los retrasos de la estimación del VEC suben de 30 a 83. El promedio de las estimaciones es 0.71. La línea en verde es el valor máximo del intervalo de confianza de dicha elasticidad al 95%; la línea naranja es el valor mínimo de dicho intervalo.

En todos los casos los valores dentro de los intervalos de confianza están arriba de cero. Asimismo, excepto en un caso (cuando los retrasos son 32), el valor máximo del intervalo de confianza está debajo de la unidad. De modo que, de acuerdo con estas estimaciones, es posible afirmar con bastante confianza que la elasticidad de muertes a contagios por Covid-19 en México es inferior a uno. Un aumento en los contagios reduce la tasa de letalidad, aunque no en una gran proporción.

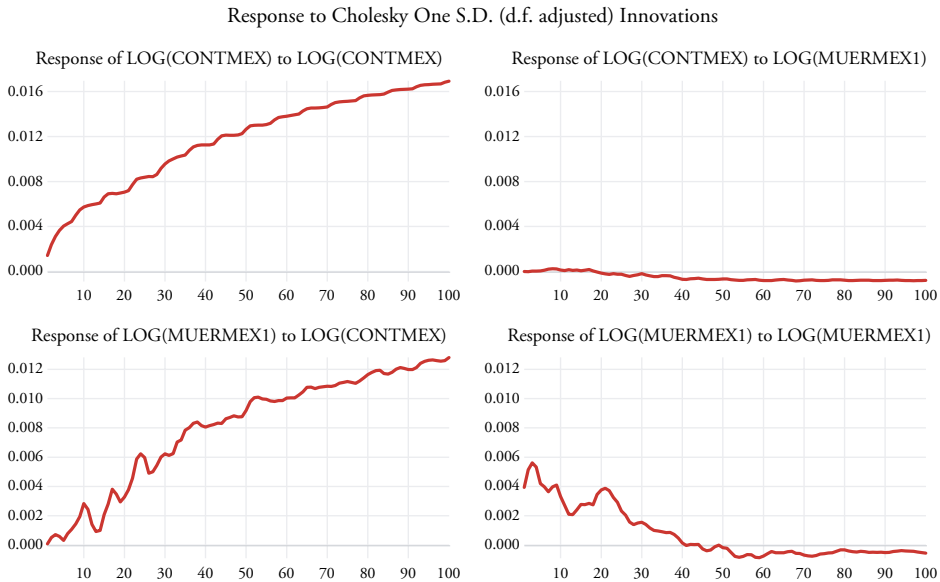
Un segundo ejercicio consiste en mostrar las funciones de impulso-respuesta del VEC con 37 rezagos, que es el que minimiza el criterio de Schwartz.

La ecuación de largo plazo del VEC con 37 rezagos es:

$$\log(F_t) = 0.48 + 0.78 \log(I_t) \tag{11}$$

Las funciones de impulso-respuesta en este caso son las siguientes.

Gráfica 6. Funciones de impulso-respuesta de infecciones y muertes acumuladas por Covid-19 en México con un modelo vec de 37 rezagos



Fuente:Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

Los valores calculados para los parámetros de estabilidad del VEC a_0 y b_0 de las ecuaciones (6) y (7), o del sistema (8), son negativos, pero solo el estimador del parámetro a_0 es significativo. El parámetro b_0 , aunque puntualmente negativo, es muy pequeño.

Las funciones de impulso-respuesta a 100 días muestran resultados muy sensatos: un choque temporal positivo de contagios (contmex en la gráfica) afecta positivamente tanto a los contagios como a las muertes (muermex1) por algún tiempo y luego se estabiliza. Un choque de muertes no tiene un efecto significativo en los contagios (porque el parámetro b_0 es muy cercano a cero) y el efecto sobre las mismas muertes se va diluyendo.

El ejercicio de impulso-respuesta que se presenta aquí sugiere que los contagios afectan positivamente a las muertes, pero las muertes no afectan a los contagios. Llevamos a cabo pruebas de causalidad de Granger en las cuales utilizamos los mismos rezagos que se muestran en las estimaciones tipo VEC (entre 30 y 83 rezagos). En todos los casos los contagios causan las muertes con más de 95% de confianza, pero las muertes causan los contagios con ese porcentaje de confiabilidad solo cuando se utilizan entre 30 y 47 rezagos.

Siguiendo con lo anterior, los contagios causan las muertes con más de 99% de confianza cuando se usan entre 30 y 80 rezagos, pero las muertes causan los contagios con ese nivel de confiabilidad solo cuando se utilizan entre 30 y 43 rezagos.

La causalidad de los contagios a las muertes es muy lógica; menos claro es por qué las muertes podrían causar más o menos contagios. Una posibilidad de que los fallecimientos pudieran generar más contagios es que cuando alguien fallece de Covid-19, los familiares y las personas cercanas van a las agencias funerarias o a las compañías de seguros para arreglar los asuntos jurídicos que surgen de la muerte de esa persona, lo cual hace que se expongan a contagios que eventualmente causan más fallecimientos.

En cuanto a por qué las muertes podrían, tal vez en algunos casos, causar menos contagios, está el hecho de que conforme las estadísticas de fallecimientos por la enfermedad en cuestión aumentan, muchas personas se cuidan más y dejan de salir de casa, lo que podría redundar en menos contagios y eventualmente en menos muertes.

De todas las estimaciones tipo VEC que se llevaron a cabo, el parámetro b_0 es a veces positivo, a veces negativo, pero siempre es muy pequeño, y en todos los casos no es significativo estadísticamente, mientras que el parámetro a_0 es negativo y significativo en todas las estimaciones. Si el modelo VEC no tuviera rezagos, eso haría que un choque positivo en las muertes no tuviera un efecto en los contagios, mientras un choque positivo en los contagios sí tendría un efecto positivo significativo en las muertes, como ya se describió con anterioridad. También como ya se mencionó, las dinámicas

descritas pueden alterarse por la presencia de los rezagos de las diferencias de los logaritmos de las variables en cuestión.

En las gráficas de impulso-respuesta de todos los modelos VEC estimados (de las cuales solo se está mostrando la del VEC con 37 rezagos), se observa que en todos los casos un choque positivo de los contagios tiene un efecto considerable sobre las muertes, mientras que los choques de las muertes tienen efectos generalmente pequeños en los contagios, excepto cuando se utilizan entre 65 y 76 rezagos; en esos casos las muertes tienen un efecto positivo relativamente elevado en los contagios futuros.

5. Simulación dinámica de dos modelos VEC y proyecciones de contagios y muertes por Covid-19 en los diferentes modelos estimados en este trabajo

Esta sección muestra, primero, una simulación dinámica del modelo VEC con 37 rezagos (VEC37) y de un VEC con 68 rezagos (VEC68) el cual, aun teniendo más de 150 grados de libertad, es uno de los modelos estimados que muestran un alto nivel de bondad de ajuste dinámico.

5.1. Simulación dinámica de dos modelos VEC

Una simulación dinámica consiste en estimar los parámetros de un modelo con toda la información disponible y después simularlo hasta la fecha donde se llevó a cabo la estimación, pero para realizar dicha simulación solo se utiliza la mínima información necesaria. En una simulación estática se estiman los parámetros de igual forma, y cada período (en este caso cada día) se simula con los datos realmente observados en él o en anteriores (días), por lo cual al ajustar los datos de cada período (día), normalmente, las simulaciones estáticas tienen mucho mejor bondad de ajuste que las dinámicas.⁸

Las Gráficas 7 y 8 muestran los datos oficiales de las infecciones y muertes acumuladas por Covid-19, así como las simulaciones dinámicas de los modelos VEC con 37 y 68 rezagos, respectivamente. Por su parte, las Gráficas 9 y 10 muestran estas mismas figuras, pero en el nivel diario.

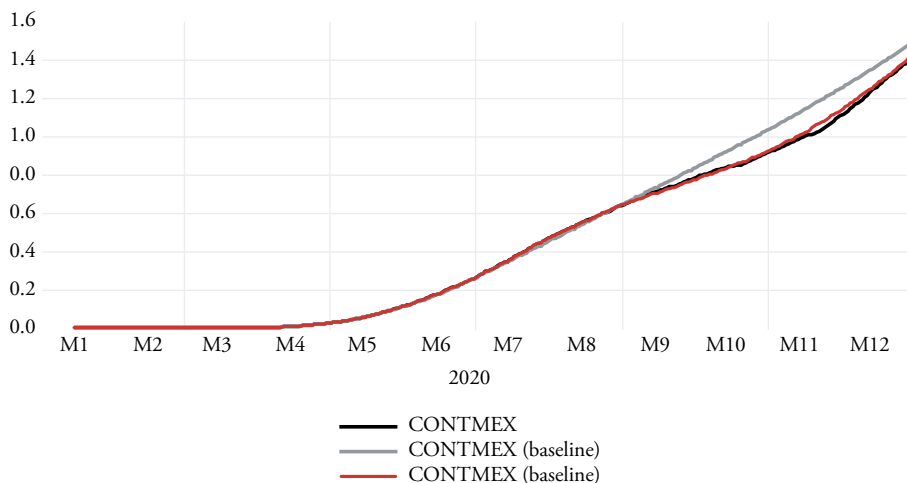
⁸ Por ejemplo, supongamos el modelo $Y_t = 0.5 + 0.2Y_{t-1}$. Si Y es por ejemplo el PIB, entonces si los parámetros 0.5 y 0.2 se obtuvieron con una regresión entre 1990 y 2020, la simulación dinámica consiste en simular la ecuación utilizando únicamente el dato de Y_{t-1} para 1989 y todos los demás de 1990 a 2020 se generan dentro de la simulación. En cambio, una simulación estática consiste en encontrar el PIB cada año poniendo en Y_{t-1} el que realmente se observó el año anterior.

La expansión de Covid-19 en México en 2020: un enfoque desde la econometría de series de tiempo

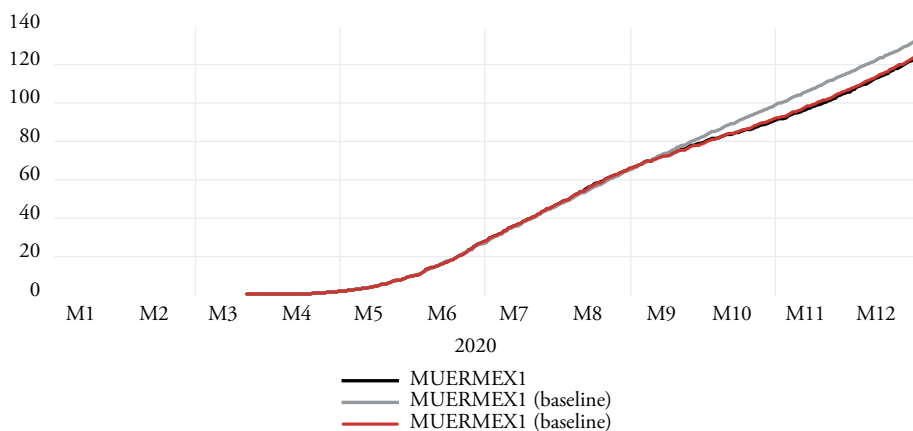
Gráficas 7 y 8. Simulación dinámica de las infecciones y muertes acumuladas por Covid-19 en México

Entre el 4 de mayo y el 31 de diciembre para el VEC de 37 rezagos
y entre el 29 de mayo y el 31 de diciembre para el VEC de 68 rezagos

Millones de contagios



Miles de muertes



Negro: Datos observados.

Gris: Simulación con el vec de 37 rezagos. Correlación de los contagios con los datos observados 0.9998. Correlación de las muertes con los datos observados: 0.9998.

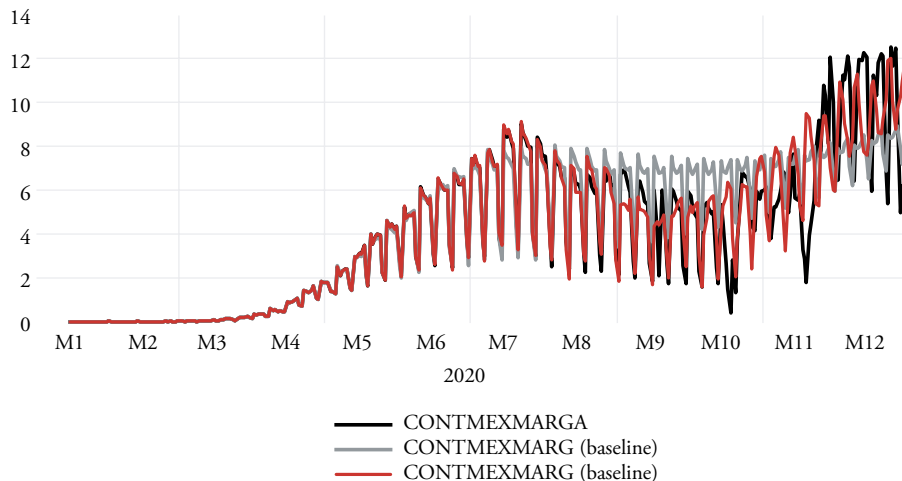
Rojo: Simulación con el vec de 68 rezagos. Correlación de los contagios con los datos observados 0.9971. Correlación de las muertes con los datos observados: 0.9999.

Fuente: Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

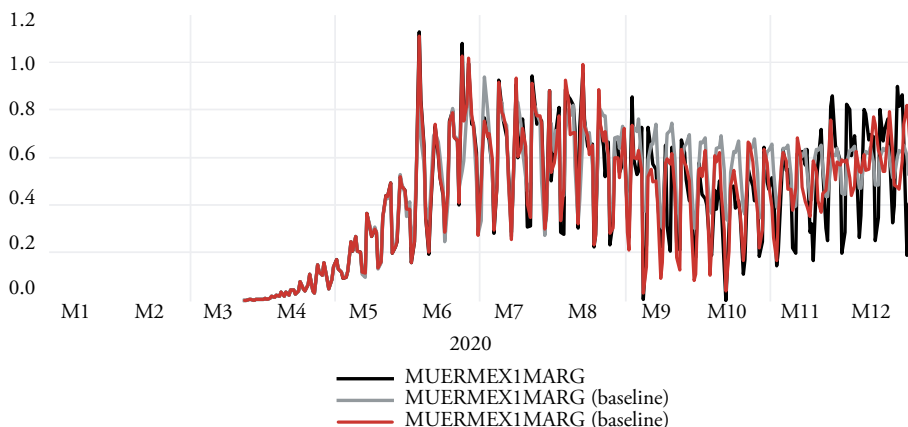
Gráficas 9 y 10. Simulación dinámica de las infecciones y muertes diarias por Covid-19 en México

Entre el 4 de mayo y el 31 de diciembre para el vec de 37 rezagos
y entre el 29 de mayo y el 31 de diciembre para el vec de 68 rezagos

Millones de contagios diarios



Miles de muertes diarias



Negro: Datos observados.

Gris: Simulación con el vec de 37 rezagos. Correlación de los contagios con los datos observados 0.893. Correlación de las muertes con los datos observados: 0.868

Rojo: Simulación con el vec de 68 rezagos. Correlación de los contagios con los datos observados 0.9081. Correlación de las muertes con los datos observados: 0.896.

Fuente: Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinklr.com/>

Para generar la simulación dinámica del VEC37 se utilizaron los datos observados hasta el 4 de mayo, y todos los demás resultados de muertes y contagios entre el 5 de mayo y el 31 de diciembre surgen de la simulación. En el caso del VEC68, se emplearon los datos observados hasta el 29 de mayo, y los resultados de muertes y contagios hasta fin de 2020 también se generan exclusivamente en la simulación. En cambio, si hubieran sido simulaciones estáticas, los resultados de muertes y contagios de cada día se obtendrían utilizando todos los datos observados hasta el día anterior.

La bondad de ajuste del modelo VEC con 68 rezagos es mayor que la del VEC de 37 rezagos, que es el que minimiza el criterio de Schwartz.

Los dos modelos VEC sobrestiman los contagios y las muertes por Covid-19 en México al día 31 de diciembre, pero la sobrestimación del VEC37 es muy superior en los dos casos (1.6% para el VEC68 y 6.9% para el VEC37 en los contagios; 0.8% para el VEC68 y 7.3% para el VEC35 en las muertes).

La sobrestimación del VEC37 es mayor porque este modelo dinámico no puede reproducir la caída de las muertes y los contagios diarios que tuvo lugar aproximadamente entre julio y octubre de este año (Gráficas 9 y 10, 1 y 2), mientras que el VEC68 reproduce mucho mejor dicha caída.

En la estimación de modelos de este tipo tal vez sea conveniente llevar a cabo muchas variantes para tener resultados menos sesgados. En caso de que se hubiera escogido el VEC37 solo porque minimiza el criterio de Schwartz, la reproducción de la dinámica observada de las variables de interés de este artículo no hubiera sido la mejor que se pudiera encontrar.

5.2. Proyecciones de contagios y muertes a largo plazo con diferentes modelos estimados en el artículo

Esta misma sección muestra una proyección muy simple de muertes y contagios por Covid-19 en México con los valores observados hasta el 31 de diciembre, así como con los calculados por las ecuaciones de largo plazo de varios de los modelos aquí estimados.

La relación de largo plazo entre muertes y contagios por Covid-19 se calculó con varios modelos. En esta sección se incluyen la ecuación de Johansen, la del modelo ARDL con 12 rezagos y la que surge del modelo MCE2, estimaciones se llevaron a cabo en la segunda sección del trabajo. Se incluyen también las relaciones de largo plazo que surgen de los modelos VEC37 y VEC68 que se estimaron en la tercera sección.

En este caso se excluyen las ecuaciones de largo plazo de Engle y Granger y la que surge del modelo MCE1 de la segunda sección. La primera porque es poco contundente que el método de Engle y Granger muestre cointegración, y la segunda porque el modelo MCE2 calculado en la segunda sección engloba y tiene mejor bondad de ajuste que el MCE1.

Las ecuaciones de largo plazo de todos estos modelos que se incluyen son las siguientes:

$$\log(F) = 0.8 + 0.77 \log(I) \quad (11) \text{ Johansen}$$

$$\log(F) = 0.5 + 0.78 \log(I) \quad (12) \text{ VEC37}$$

$$\log(F) = 1.4 + 0.72 \log(I) \quad (13) \text{ VEC68}$$

$$\log(F) = 0.2 + 0.82 \log(I) \quad (14) \text{ ARDL}(12,12)^9$$

$$\log(F) = 0.5 + 0.79 \log(I) \quad (15) \text{ MCE2}$$

La Gráfica 11 muestra una relación de contagios en el eje horizontal y muertes en el eje vertical que surge de todos estos modelos.

Los valores observados al 31 de diciembre coinciden bastante con las proyecciones de la ecuación de Johansen y la del MCE2, y quedan por arriba de las proyecciones de los dos modelos VEC y por debajo de las proyecciones del modelo ARDL.

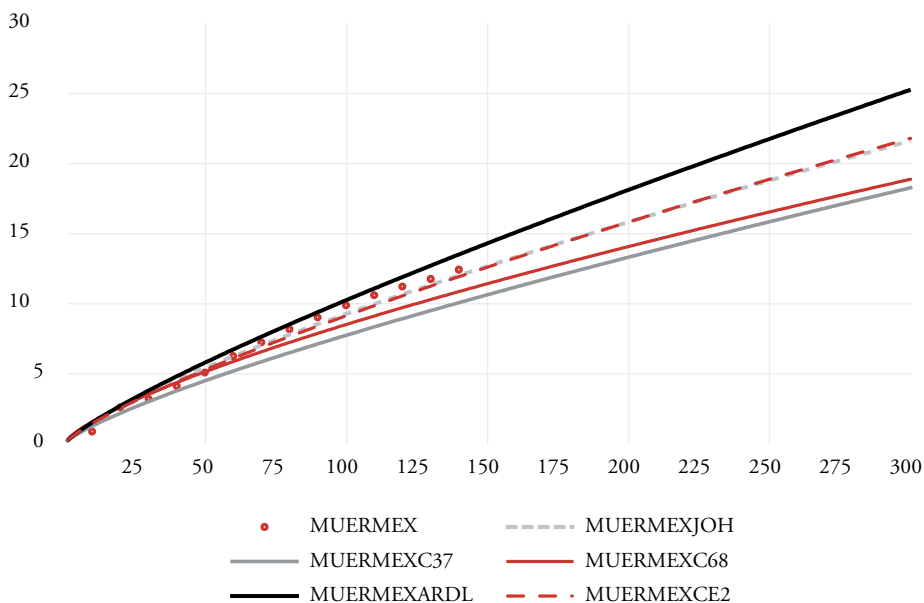
Si el número de personas infectadas llegara a tres millones, el modelo VEC37 pronostica 182 mil muertes, el VEC37, 188 mil, Johansen, 216 mil, MCE2, 217 mil y el ARDL 253 mil. Con 1.4 millones de contagios registrados ocurrieron 123 mil muertes también registradas.

El número de tres millones de infectados tiene importancia porque es posible que el subregistro de contagios sea cerca de 40 veces. La encuesta preliminar Ensanut de 2020 del Instituto Nacional de Salud Pública de México (INSP) obtuvo, entre agosto y noviembre de ese año, muestras de sangre en las cuales se observó que alrededor de 25% de los encuestados tenía anticuerpos contra Covid-19 (Instituto Nacional de Salud Pública de México, 2020). Si esta es representativa de toda la población, implicaría que en esos meses ya se hubieran infectado de esta

⁹ El programa automático de ARDL en E-Views 11 con hasta 12 rezagos escogió 12 rezagos para los logaritmos de las dos variables bajo análisis.

**Gráfica 11. Proyección de contagios y muertes por Covid-19 en México
(millones/10 000)**

Contagios en el eje horizontal, muertes en el eje vertical



Puntos rojos: Valores observados hasta el 31 de diciembre de 2020.

Punteada gris: Ecuación de Johansen.

Gris: VEC37.

Rojo: VEC68.

Negro: Modelo ARDL.

Punteada roja: MCE2.

Fuente: Elaborada por el autor con datos de la página de Internet de la Organización Mundial de la Salud <https://www.who.int/es> La dirección donde directamente aparecen los datos es <https://who.sprinkl.com/>

enfermedad más de 30 millones de personas en México (de hecho, la cifra mencionada es 32 millones). No obstante, el promedio de infecciones registradas en esos meses fue de alrededor de 770 mil, un factor de diferencia de más de 41.6 veces.

Lo anterior implicaría que si hubiera entre dos y tres millones de contagios registrados, y continuara el mismo factor de subregistro de contagios, habría realmente entre 80 millones y 120 millones de personas contagiadas. Es decir, entre dos terceras partes de la población y más de 95% de la población total del país.

Claramente, el número de muertos también tiene un subregistro, que algunos autores calculan entre 3 y 3.5 veces (Kánter, 2020; Romero y Despeghe, 2020),

pero que tal vez sea un poco menor. La Secretaría de Salud calculó para el 12 de diciembre un exceso de mortandad en 2020 de poco más de 274 mil personas (Secretaría de Salud, 2020). Ese día la cifra oficial de muertos por Covid-19 fue de entre 108 mil y 109 mil personas, lo que implica que podría haber hasta 165 mil o 166 mil personas adicionales que hayan fallecido por este mal. Esto implicaría un factor de subregistro de hasta 2.5 veces. Sin embargo, es posible que este factor sea menor porque no todas las muertes adicionales fueron necesariamente causadas por Covid-19. Un cierto número de ellas ha tenido lugar porque los espacios hospitalarios para atender pacientes con otras enfermedades se han reducido de manera considerable, especialmente en los últimos meses.

Con un factor de 40 como subregistro de contagios y un factor de 2 como subregistro de muertes, tres millones de infectados oficiales implicarían a una gran parte de la población contagiada y entre 376 mil y poco más de 500 mil muertes por Covid-19 en México. El problema es que esos números son demasiado grandes.

En la explicación de cómo funciona un modelo VEC pusimos un ejemplo en el cual si los contagios generan más muertes y las muertes más contagios, eventualmente estas variables crecen sin parar. También ahí se muestra que un cambio en los contagios puede detener completamente esta dinámica perversa. Eso lo lograron China y otros países asiáticos desde hace un buen tiempo. Es necesario implementar medidas que detengan este crecimiento entre contagios y muertes en México, el cual, hasta ahora, ya ha generado demasiadas pérdidas humanas y materiales.

Los cálculos realizados en esta subsección deben tomarse como simples extrapolaciones que tienen alguna lógica, pero que pueden fallar, entre otras cosas porque los factores de subregistro de contagios y muertes por Covid-19 no necesariamente son constantes en el tiempo.

6. Conclusiones

El Covid-19 avanza en el mundo a grandes pasos. En México, entre marzo y septiembre de 2020 los contagios y las muertes por esta enfermedad siguieron el patrón que se conoce como de curva epidémica, en el cual estas variables, medidas diariamente, primero crecen, llegan a un máximo y luego decrecen. Sin embargo, ese patrón se rompió en octubre cuando se generó una segunda curva ascendente

en las variables bajo análisis, y para fin de 2020 no era claro que hubiera llegado a un nuevo máximo local.

El análisis de los contagios y las muertes sugiere que es probable que constituyan series no estacionarias integradas de orden 1 ($I(1)$) y que con alta probabilidad estén cointegradas, por lo cual se estimó un VEC para caracterizar la dinámica de las expansión de las variables bajo análisis.

Los modelos VEC bivariados estimados en este trabajo y otros modelos también aquí analizados,¹⁰ sugieren que la elasticidad de largo plazo de las muertes acumuladas a los contagios en los mismos términos es menor a la unidad. Este resultado implica que el incremento de los contagios a lo largo del tiempo bajaría la tasa de letalidad. Sin embargo, la reducción de dicha tasa sería probablemente lenta.

La elasticidad de muertes a contagios y la relación de largo plazo entre estas variables son conceptos útiles para hacer proyecciones simples de cómo va a influir a las muertes un incremento continuo de los contagios. En este caso se observa que diversas ecuaciones estimadas donde se supone a priori una causalidad que va solo de los contagios estimadas y los modelos VEC 37 y 68 bivariados, donde puede haber doble causalidad, muestran relaciones de muertes a contagios similares a las observadas hasta ahora, y donde con un máximo de tres millones de infecciones registradas habría entre 190 mil y 250 mil muertes también registradas.

El número de tres millones es relevante porque si, como todo indica, hay un factor de subregistro de contagios cercano a 40 veces y un factor de subregistro de muertes de entre 2 y 2.5 veces, los tres millones de contagiados implicarían que casi toda la población ya se contagió. En este caso, el número de muertes reales ascendería a entre 360 mil y poco más de 500 mil, lo que sin duda representa escenarios posibles muy negativos, porque implicaría que si al 31 de diciembre ya hubo más de 123 mil muertes oficiales y probablemente el doble de muertes reales, todavía podría haber un número similar de muertes antes de que termine la pandemia.

Este análisis muestra entonces la necesidad imperiosa de ahondar en la estrategia para detener los contagios de esta enfermedad. La vacuna será sin duda de gran ayuda, pero la logística para poder aplicarla a toda la población implica todavía mucho tiempo de espera y es necesario detener ya la gran mortandad creada por este virus.

¹⁰ La técnica de Engle y Granger (1987), Johansen (1988) y el ARDL de PSS (2001).

Referencias

- Akaike, H. (1974). A new look at statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19, 716-723.
- Banerjee, A., Dolado, J., Hendry, D. y Smyth, G. (1986). Exploring equilibrium relationships in econometrics through state models: some Monte Carlo evidence. *Oxford Bulletin in Economics and Statistics*, 42, 1-25.
- Benvenuto, D., Giovanetti, M., Angeletti, V. y Cicozzi, M. (2020). Application of the ARIMA model of the Covid-19 epidemic dataset. <http://doi.org/10.16/j.dib2020.105340>
- Chiang, A. (1984). *Fundamental methods of mathematical economics*. McGraw Hill.
- Cuthbertson, S., Hall, S. y Taylor, M. (1992). *Applied Econometric Techniques*. Harvester Wheatsheaf.
- Dehesh, T., Mardani-Fard, H. y Dehesh, P. (2020). Forecasting of Covid19 confirmed cases in different countries with ARIMA models. <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/03/18/2020.03.13.20035345.full.pdf>
- Dickey, D. A. y Fuller, W. A. (1979). Distributions of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Elliot, G., Rothenberg, T. y Stock, J. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64, 813-836.
- Engle, R. y Granger, W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55, 251-276.
- Gómez Cravioto, C., Díaz-Ramos, R., Cantú-Ortiz, F. y Ceballos, H. (2020). An exploration and forecast of Covid-19 in Mexico with Machine Learning. *Cognitive Computation*, en prensa.
- Granger, W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods. *Econometrica*, 37, 424-438.
- Guilligan, B. (1990). Comparison of disease progress curves. *New Phytologist*, 115, 223-243.
- Hendry, D. y Juselius, K. (2000). Explaining cointegration analysis. *Energy Journal*, 21, 1-42.

- Instituto Nacional de Salud Pública de México. (1 de diciembre de 2020). *Resultados preliminares de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición COVID-19*. <https://www.insp.mx/avisos/resultados-preliminares-de-la-encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion-covid-19#:~:text=Los%20resultados%20preliminares%20de%20la%20ENSANUT%20COVID%2D19%20muestran%20que,de%20personas%20a%20nivel%20nacional>.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economics, Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- Johansen, S. (1995). Identifying restrictions of linear equations with applications to simultaneous equations and co-integration. *Journal of Econometrics*, 69, 111-132.
- Kánter, I. (2020). Muertes por Covid-19 en México. *Mirada Legislativa* No. 190. Ciudad de México: Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República,
- Khan, F., Saeed, A. y Ali, S. (2020). Modelling and forecasting of new cases, deaths and recover cases of Covid-19 by using Vector Autorregresive model in Pakistan. *Chaos Solitons Fractals*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7405884/>
- Kilian, L. y Lutkepohl, H. (2017). *Structural vector autorregresive analysis*. Cambridge University Press.
- Kumari, R., Kumar, S., Chandra Poonia, R., Singh, V., Raja, L., Bhatnagar V. y Argawal P. (2021). *Big Data Mining and Analytics*, 4, 65-75.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P., Shmidt P. y Shin Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- Lee, S. y Wong, N. (2010). Reconstruction of epidemic curves for pandemic influenza A(H1N1) 2001 at city and sub-city levels. *Virology Journal*. <https://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-422X-7-321>
- Lutkepohl, H. (2005a). Structural vector autorregresive analysis of cointegrated variables. *EUI Working Paper ECO* No. 2005/2. Florencia: European University Institute.
- Lutkepohl, H. (2005b). *New introduction to multiple time series analysis*. Springer.
- Ng, S. y Perron, P. (2001). Lag length selection and the construction of unit root test with good size and power. *Econometrica*, 69, 1519-1554.

- Organización Mundial de la Salud. (Septiembre y diciembre de 2020). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. <https://who.sprinklr.com/>
- Paolo, B., Paruolo, P. P., Varzillo, S. y Lovaglio, G. (2020). A bivariate prediction approach for adapting the healthcare system response to the spread of Covid-19. *Plos One*, 15. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0240150>
- Perron, P. y Vogelsang, T. J (1992). Testing for a unit root in a time series with a changing mean: Corrections and extensions. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10, 467-470.
- Pesaran, M., Shin, Y. y Smith, R. (2000). Structural analysis of vector error correction models with exogenous I(1) variables. *Journal of Econometrics*, 97, 293-343.
- Pesaran, M., Shin, Y. y Smith, R. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- Phillips, P. C. B. y Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Romero, M. y Despeghel, L. (2020). ¿Qué nos dicen las actas de defunción de la Ciudad de México? Actualización al 31 de mayo de 2020. Taller de Datos Nexos. <http://datos.nexos.com.mx/>
- Secretaría de Salud. (1 de diciembre de 2020). *Exceso de mortalidad por todas las causas, durante la emergencia por COVID-19, México*. <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48, 1-48.
- Sims, C., Stock, J. y Watson, M. (1990). Inference in linear time series models with some unit roots. *Econometrica*, 58, 113-144.
- Stock, J. (1987). Asymptotic properties of least squares estimators of co-integrating vectors. *Econometrica*, 55, 1035-1056.
- Takayama, A. (1985). *Mathematical Economics*. Cambridge University Press.
- Torok, M. (2003). Epidemic curves ahead. *Focus on Field Epidemiology*, 1, 1-6.
- Yang, L., Chan, K., Suen, L., Chan, P., Wang, X., Cao, P., He, D., Peiris, J. y Wong C. (2015). Impact of the 2009 H1N1 pandemic on age specific epidemic curves of other respiratory virus: A comparison of pre-pandemic and post-pandemic periods in a subtropical city. *PLoS ONE*, 10. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?type=printable&id=10.1371/journal.pone.0125447>



¿La educación es el gasto más eficiente? Análisis de costo-beneficio, retornos a la educación, y simulaciones contrafactuales para el sistema educativo boliviano

*Is education the most efficient expenditure?
Cost-benefit analysis, returns to education,
and counterfactual simulations for
the Bolivian educational system*

Ludwing Torres Carrasco
Universidad Mayor de San Andrés
ludwingtorres@hotmail.com

Resumen

Este documento busca analizar el costo - beneficio del Sistema Educativo Boliviano, en sus diferentes niveles: inicial, primario, secundario y superior; el análisis permitirá brindar estimaciones para evaluar la inversión educativa, respondiendo a las preguntas: *¿cuán eficiente es este gasto?, ¿cuáles son los retornos de los diferentes niveles educativos?, y si ¿el incremento del gasto en educación es el destino más eficiente?* Las respuestas a estas preguntas no solo conllevan evaluar el accionar del gobierno, sino pretenden brindar una pauta para lograr objetivos de política, como lo puede ser el ganar eficiencia, además de eficacia, elementos que también pueden propiciar juicios de equidad en la asignación de recursos. Los resultados muestran que existe un retorno educativo del 9.2%, reduciendo este retorno entre 4%, atribuible a los costos sociales y el 2% a los costos privados, además de tener incrementales positivos de entre el 0.1% al 0.3%, por grupo ocupacional de interés; así también se demuestra que el costo administrativo público respecto del privado es ocho veces más grande, y que el costo con fin educativo público es casi tres veces mayor.

Palabras clave: Análisis Costo - Beneficio, retornos de la educación, sistema educativo.

Abstract

This document seeks to achieve a cost-benefit analysis of the Bolivian Educational System, at its different levels: initial, primary, secondary, and higher; The analysis will provide estimates to evaluate educational investment, answering the following questions: *How efficient is this spending? What are the returns of the different educational levels? Higher spending on education is the most efficient destination?* The answers to these questions not only involve evaluating the actions of the government but are intended to provide a guideline to achieve policy objectives, such as gaining efficiency, in addition to effectiveness, elements that can also promote fairness judgments in the allocation of resources. The results show that there is an educational return of 9.2%. It is also shown that the public administrative cost compared to the private one is 8 times greater, and that the cost for public educational purposes is almost 3 times greater.

Keywords: cost-benefit analysis; returns to education; education system.

Clasificación JEL: I21, I22, D70.

Fecha de recepción: 1 de marzo de 2021.

Fecha de aceptación: 29 de abril de 2021.

1. Introducción

“The question is not whether we can afford to invest efficiently in education; it is whether we can afford not to (...)”

Alfred Marshall

Se piensa en la educación como el mecanismo propulsor de oportunidades en una sociedad; al brindar un acceso universal, posibilita el escenario para cimentar ciudadanos educados que promuevan el desarrollo económico de un país. En Bolivia, es el Ministerio de Educación el principal responsable de la gestión y normalización del sistema educativo, definiendo programas y estableciendo pautas básicas para la escolaridad y formación superior¹. En lo relacionado a la gestión, debe realizar un manejo eficiente de costos que permitan lograr los beneficios (sociales y privados) para el desarrollo del país.

Los alcances de la inversión en educación son siempre justificables por lo expuesto en el párrafo anterior, sin embargo, al prescindir de evidencia para su evaluación es posible cuestionar ¿cuán eficiente es este gasto?, ¿cuáles son los retornos de los diferentes niveles educativos?, y si ¿el incremento del gasto en educación es el destino más eficiente? Las respuestas a estas preguntas no solo conllevan evaluar el accionar del gobierno, sino pretenden brindar una pauta para lograr objetivos de política, como lo puede ser el ganar eficiencia, eficacia además de equidad.

De manera propositiva, este documento pretende cuantificar tanto los costos como los beneficios del sistema educativo para realizar un análisis que permita evaluar la eficiencia de este contraste, y que por propósitos de efectividad pueda permitir relativizar esta cuantificación con otras incursiones sociales, para verificar su eficacia y equidad. Esta cuantificación de eficiencia, eficacia y equidad también brindará la posibilidad de construir escenarios contrafactuales, que propongan una mejor composición de costos para lograr mayores beneficios en el propósito de ganancia de eficiencia y eficacia económica, además de obtener pautas de una asignación equitativa para las y los bolivianos.

La presente investigación comprende un aporte metodológico, al procurar la cuantificación de los costos sociales, como ser el costo de oportunidad por la

¹ La Ley de Educación 070 “Avelino Siñani - Elizardo Pérez”, promulgada en diciembre de 2010, es el marco filosófico y político de la educación boliviana.

pérdida de ingresos alternos en la formación al retrasar el ingreso al mercado laboral, y costos privados, desde los infraestructurales a los erogados por las familias. Por otra parte, metodológicamente constituye un aporte en la generación de perfiles de ingresos asociados a formación y vinculación de actividad en el mercado laboral, conectando el ciclo formativo y laboral, con estimaciones de retornos sociales y privados de la educación que magnifican monetariamente el problema, y brindan elementos propositivos de reasignación mediante la simulación, en procura de escenarios prospectivos con asignaciones que propicien eficiencia, eficacia y equidad.

A la vez se busca brindar un aporte teórico con la generación de un marco conceptual para lograr el entendimiento del análisis de la eficiencia, eficacia y equidad del sistema educativo, con elementos propios de un estado de derecho, que procure el cumplimiento de derechos humanos, y en tema educativo, la universalización de la educación, así como igualdad de género, y equidad en grupos desfavorecidos. Este complemento se contextualiza no solo en la realidad boliviana, sino también en la revisión exhaustiva de las aproximaciones realizadas en el manejo de evaluaciones alternas en las asignaciones educativas en la región y el mundo.

El documento se compone como sigue, después de esta introducción, la sección 2 presenta la revisión de la literatura vinculada, en la sección 3 se da cuenta de los datos utilizados, en la sección 4 se desarrolla la metodología que fundamenta el contraste empírico, la sección 5 muestra los resultados, y para finalizar, en la sección 6 se exponen las conclusiones y recomendaciones.

2. Revisión de literatura

Los trabajos precursores en análisis de costo-beneficio datan de los años sesenta, con los principales exponentes como Schultz (1961), Becker (1964) y Bowman (1966), con ligeras diferencias metodológicas contables, y aplicaciones en investigaciones del mercado laboral, salud y educación.

La principal dificultad metodológica que enfrentaban los primeros modelos comprendía la estimación de beneficios, no solo de tipo económico, sino también los no económicos. De hecho, hasta la actualidad no existe un consenso en referencia a su cuantificación, y si bien en el tema educativo –que es el principal interés de esta investigación– se monetizan los beneficios, se dice que gran parte del retorno comprenden aquellos beneficios colaterales no monetizables,

como la reducción de crimen, culturizar a una sociedad, generar espacios propicios de discusión que por medio de la educación, a su vez generen nuevas esferas de conocimiento (Blaug, 2009; Woodhall, 2004; Psacharopoulos, 1995).

Existe evidencia de que las decisiones de financiamiento de los organismos cooperantes en América Latina se basan en un análisis de costo-beneficio (OECD, 2008). Por referir algunos programas sociales que fundamentaron su financiamiento, ya sea para su incursión y en algunos casos continuidad se tiene el estudio de Blaug (2009), que realiza un análisis costo-beneficio para los graduados del sistema educativo básico en Centro América, o la relación de documentos del Banco Mundial, que usan el análisis costo-beneficio para evaluar programas educativos, en diferentes países en los últimos diez años (World Bank, 2006, 2008, 2011). Por su parte, Fiszbein (1991) realizó un análisis de costo-beneficio del sistema educativo en Venezuela, con el objetivo de brindar evidencia empírica para las macro prioridades de inversión en el tema educativo; en este estudio se llevó a cabo un análisis por niveles educativos, mostrando retornos educacionales decrecientes en el tiempo, y reflejando un patrón persistente, donde los más educados tienen mayores retornos que los menos educados. La educación primaria es la que más retornos brinda, ya que es la propulsora para lograr mayores niveles educativos como la educación superior, que promueve un mayor retorno social; por el contrario, la educación superior es la que menos retornos brinda, dado los altos costos que implica.

Más recientemente en la literatura en esta línea de investigación, McMahon (2018) estimó los retornos de la educación superior, haciendo una distinción entre retornos privados y sociales, donde el gran aporte es considerar los retornos privados no monetarios como externalidades que contribuyen al desarrollo económico. Por su parte, el estudio de Ferreyra (2017) da cuenta de que los retornos educativos aumentan en el tiempo, sin embargo, destaca que existe una gran variabilidad de este retorno en función del área de trabajo elegida por las personas que adquirieron el acervo de capital humano en su desempeño en el mercado laboral. A diferencia de Ferreyra, la presente investigación no hará distinciones con los cursos de acción que toman las personas una vez que terminan su proceso formativo y pasan al mercado laboral, asumiendo que esta inserción es –en cierta forma– homogénea, abstrayendo diferenciales de ingreso por respuesta de demanda del mercado de trabajo.

Desde una mirada más operativa Patrinos (2016) utiliza estimaciones Mincer como una forma práctica de verificar los retornos educativos, especialmente

por su facilidad explicativa para los hacedores de política. En esta misma línea, Psacharopoulos y Patrinos (2018) resalta la importancia metodológica minceriana, al permitir claridad explicativa en elementos analíticos, que en la actualidad requieren de una contrastación empírica, como lo pretende la presente investigación. Este autor realizó una revisión de más de 1120 estimaciones de retornos a la educación en 139 países, entre 1950 y 2014, destacando los estudios que no solo cuantifican la acumulación de capital humano en contextos diversos, sino también procuran analizar la equidad y la inclusión. Este estudio es concordante en metodología y resultados con la presente investigación.

En el caso de Bolivia, Urquiola y Calderón (2006) analizan los retornos de la educación y la acumulación de capital humano, distinguiendo entre asistencia o tiempo de permanencia en la escuela y aprovechamiento en la misma. En esta distinción, los países podrían relacionar años de educación equivalentes cuando en realidad los resultados son altamente diferenciados. De ahí deriva la importancia de distinguir medidas de cuantificación de alcance educativo de otras que relacionen logros, como podría ser el rendimiento académico. En lo que toca a la presente investigación, no se verificarán medidas no convencionales que den cuenta de logros, sino, se relacionarán los beneficios educativos con sus costos.

Independientemente de la discrepancia de enfoques entre autores, en la sección metodológica se plantea la alternativa técnica que permita cuantificar los beneficios del sistema educativo, contrastarlos con los costos presentados, y lograr el análisis de costo-beneficio que dé pautas de eficiencia. Con la comparación con otros proyectos sociales, se analizará la eficacia y la equidad en base a la distribución.

3. Datos

Los datos usados para la presente investigación provienen de las encuestas de hogares de Bolivia. Estas encuestas son los instrumentos más flexibles de recolección de datos, ya que permiten estudiar una gran variedad de temas. Otra ventaja importante de las encuestas de hogares es que, mediante un diseño adecuado, pueden abarcar virtualmente la población entera del país, así como todas las ramas de la actividad económica, todos los estratos poblacionales—incluyendo a la población urbana y rural—, y dependiendo de la cantidad de muestra encuestada por estrato geográfico, es posible lograr representatividad geográfica de mayor detalle.² Para

² Se debe mencionar que todos los resultados se analizan a nivel nacional o desagregados por región urbano-rural.

la contrastación empírica realizada se utilizó un compilado de encuestas de hogares, generando una postestratificación basada en variables coincidentes entre encuestas y el censo nacional de población y vivienda (Zhang, 2000; Smith, 1991).³

En relación a las variables de análisis, se incluyó al grupo representativo para la generación de perfiles de ingreso, conformado por personas mayores de 18 años con ingresos positivos, activas en el mercado laboral. La Tabla 1 presenta estadísticas descriptivas para esta población. El número de años de estudio es una variable construida con la combinación de información a nivel individual del máximo nivel de educación alcanzado y el último grado de estudio aprobado. La experiencia sigue la construcción minceriana convencional de: edad menos años de educación menos 6. La educación está categorizada como lo presenta la Tabla 2, con las medias de ingresos laborales por nivel educativo, así como la condición ocupacional y el tipo de empleo.

Como muestra la Tabla 1, el ingreso laboral promedio comprende una cifra de Bs. 4187.59 al mes, equivalente a unos 605 dólares estadounidenses (USD), con una desviación estándar relativamente grande, de prácticamente más del 50% del valor medio. El total de horas laborales, da un valor medio de 46, valor expectable, ya que, según la normativa, se estila, por la Ley General del Trabajo, jornadas de ocho horas, y entre cinco a seis días laborables a la semana, lo cual sumaría el rango máximo de cuarenta y ocho horas; a partir de ello, se consideran horas extra, con ingresos también extraordinarios. Los años de estudio promedio comprenden aproximadamente ocho, un equivalente a secundaria inconclusa, con una desviación estándar de 5.3 años, teniendo casos de primaria incompleta, y muchos otros que alcanzan una profesionalización al nivel técnico, superior o medio, universitario, y posgradual. La edad promedio de las unidades de análisis está entre los veintiocho años. La experiencia muestra la proporción de personas sin educación alguna, hasta los que logran una profesión. Es posible apreciar que la mayor frecuencia se encuentra en secundaria incompleta y primaria completa, dato concordante, con el número de años de educación promedio, como se refirió anteriormente, y en mucha menor proporción las personas con educación secundaria completa (4%) y superior (7%).

³ El compilado incorpora las Encuestas Integradas de Hogares, las Encuestas Continuas de Hogares MECOVI y las Encuestas de Hogares, generando una serie larga desde 1996. Si bien estas encuestas sufrieron modificaciones en diseño, el trabajo de postestratificación realizado en base a variables coincidentes de censo y encuestas permite la construcción de esta serie respetando las diferencias de diseño.

Tabla 1 Media y desviación estándar de las variables de interés para el análisis, y composición de la muestra en proporciones

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
Ingreso laboral (Bs./mes)	4187.59	2384.97
Total horas trabajadas a la semana	46.84	21.28
Años de estudio promedio	7.93	5.35
Edad	28.77	20.81
Experiencia		
Ninguno	0.06	0.24
Primaria incompleta	0.15	0.36
Primaria completa	0.27	0.44
Secundaria incompleta	0.27	0.44
Secundaria completa	0.04	0.18
Superior	0.07	0.25
Alfabetismo	0.93	0.24
Urbano	0.79	0.32
Masculino	0.58	0.47
Administración Pública	0.47	0.5
Privada (empresa mediana o grande)	0.24	0.42
Privada (negocio familiar, micro o pequeña)	0.23	0.42
Organización no Gubernamental y Fundaciones	0.07	0.25

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos de las Encuestas de Hogares de 2019, Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (2019).

Nota: Tipo de cambio Bs.6.92 por cada 1 dólar americano.

El grado de alfabetismo de las unidades de análisis es de 93%, mostrando que no existe alfabetismo pleno, dato asociado sobre todo al 6% de las personas sin educación alguna y en una pequeñísima proporción (menos del 1%) de las personas con primaria incompleta, que posiblemente ni siquiera acabaron el primer grado. La muestra tiene una preponderancia urbana, con el 79% de presencia, y población masculina, con el 58%. Como parte de la ocupación, el 47% se encuentra inserto en la administración pública, el 24% en el sector privado, comprendido como empresas grandes y medianas y el 23% en negocios familiares, micro y pequeña empresa, completando con el 7% de personas que trabajan en organizaciones no gubernamentales y fundaciones.

Como dato referencial, es también importante verificar la media de ingresos laborales por características de interés. La Tabla 2 muestra la escalada de ingresos por nivel educativo, pensando que los que menos ganan son los que no tienen educación (Bs. 3144, en promedio, que son unos 454 USD), y los que más ganan son las personas con educación superior (que aproximadamente es el 50% más, por la prima formativa). La condición de ocupación es otro referente de importancia, donde quienes más ganan son los patrones y los empleadores, con Bs. 6483, en contraste con el que menos gana, que es el empleado del hogar, con Bs. 2905, cantidad que, a pesar de ser la menor, está por encima del salario mínimo nacional, donde la cifra referencial es de Bs. 2000. En relación con los tipos de empleo, el que reporta más ingresos promedio es la persona que trabaja en una organización no gubernamental, con Bs. 7011, y el de menor ingreso es el trabajador en negocios familiares, micro y pequeña empresa, con Bs. 3980.

4. Metodología

Para el análisis de costo-beneficio es importante brindar una representación analítica del sistema educativo, que permita un panorama ampliado que no solo dé cuenta de un estado de situación, sino que dé pautas para la modelización de escenarios contrafactuales, que generen nuevos escenarios de reasignación de recursos.

Como paso inicial para la representación analítica del sistema educativo, se asume una función de producción que lo caracteriza que por simplicidad asume retornos constantes a escalas en el largo plazo. La ecuación (1) muestra la forma funcional del sistema de producción, de composición, en su lógica interna por los subsistemas regular (inicial, primaria y secundaria) y superior (universitario y no universitario):

$$X = ZL^{\alpha} K^{1-\alpha} \quad (1)$$

Donde X representa un resultado educativo, L es el input trabajo, K es el input de capital físico, α es la proporción de salarios como output, y $1-\alpha$ es la proporción de capital físico como output, mientras que Z representa el arquetipo educativo, que para el caso es el equivalente a pensar en el Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo, particular del caso boliviano. Este modelo afecta

Tabla 2. Media de los ingresos laborales por características de interés

<i>Característica de interés</i>	<i>Bs./mes</i>
Nivel educativo	
Ninguno	3144.66
Primaria incompleta	3780.00
Primaria completa	3853.76
Secundaria incompleta	3886.47
Secundaria completa	3995.13
Superior	4709.14
Condición de ocupación	
Obrero	3698.51
Empleado	4797.67
Trabajador/a por cuenta propia	4301.24
Patrón, socio o empleador	6483.35
Cooperativista de producción	3876.23
Trabajador/a familiar o aprendiz	3730.42
Empleada/o del hogar	2905.55
Tipo de empleo	
Administración Pública	6193.46
Privada (empresa mediana o grande)	5518.19
Privada (negocio familiar, micro o pequeña)	3980.00
Organización no Gubernamental y Fundaciones	7011.82

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos de las Encuestas de Hogares de 2019, Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (2019).

a los resultados unitarios del output X y puede ser diferenciado por niveles educativos y es neutral a L y K .

En función de la especificación de la ecuación (1), la estrategia de estimación de Z permitirá diferenciar los inputs que relacionan recursos privados de los públicos, haciendo la distinción de dotaciones de gasto social, y logrando la diferenciación entre costos y beneficios sociales de educar a un individuo con recursos del Estado en relación con los recursos privados.

Si el mismo sistema educativo trata de minimizar costos en búsqueda de eficiencia, se requiere especificar el costo marginal representando el precio del servicio

educativo, denotado por P_X , que puede expresarse como una función multiplicativa del precio que representa el trabajo, es decir, el salario pagado en el sector educativo representado por W , y su respectivo retorno, representado por r , teniendo en la especificación (2):

$$P_X = (1 - \alpha)(W/Z)^\alpha (1/(1-\alpha))^{1-\alpha} \quad (2)$$

Si las tasas de retorno del capital físico invertido en el sistema educativo se mantienen inalteradas, el único factor que influye los costos marginales es el salario real W , y las condiciones exógenas que afectan al factor Z . La ecuación (2) puede reescribirse como sigue, buscando que la tasa de rentabilidad del capital se mantenga constante:

$$P_X = e^{\beta_0} Z^{\beta_1} W^\alpha e^{\mu_1} \quad (3)$$

Donde β_0 es una constante, $\beta_1 = -1$ y μ_1 es un término de error multiplicativo de la función que afecta a los costos unitarios del sistema educativo. La cantidad de educación demandada es, que se asume como una especificación log lineal relacionada con los pagos impositivos t , los ingresos Y y los factores tecnológicos Z .

$$q = Dt^n Y^\alpha Z^\varepsilon e^{\mu_2} \quad (4)$$

Donde μ_2 es un término de error multiplicativo de la demanda. Los gastos por nivel educativo per capita se denotan por (E/P) y se obtienen multiplicando la cantidad por el precio, teniendo:

$$(E/P) = DY^\delta P_{(\eta+1)}^X Z^\varepsilon e^{\mu_2} \quad (5)$$

Substituyendo en (5) el precio de los servicios educativos, expresando en logaritmos e incluyendo el efecto de ingresos y precios relativos, se expresan los parámetros de demanda y función de producción en:

$$\ln(E/P) = b_0 + b_1 \ln Y + b_2 \ln W + b_3 \ln Z + v \quad (6)$$

Los errores son combinados en v , y por el supuesto de exogeneidad se asumen independientes de Y y Z ; conocer α permitirá la identificación de la elasticidad

η y δ , comprendidas como las derivadas parciales de cada variable de interés, teniendo a $\eta = \partial(\cdot)/\partial X$, que en la ecuación (7) vendría a ser representada por β como la derivada parcial de los ingresos sobre la educación. δ y Z , siguen la misma lógica y pueden estimarse de la forma reducida en (7). Como parte de la especificación teórica, para el análisis de costo-beneficio se relaciona un modelo de comportamiento para evaluar la importancia de costos en resultados educativos y posterior a la formación, como podrían ser los flujos de ingresos futuros, provenientes de una intervención realizada, o la generación de escenarios contrafactuales que mediante simulación permitan evaluar escenarios con mejores asignaciones de eficacia, eficiencia y equidad en el sistema educativo; es decir, cuánto de beneficio, traducido en ingresos, es posible estimar en contraste con los costos incurridos, los cuales pueden ser de fuente privada o pública, bajo diferentes esquemas asignativos.

Es importante notar que la forma reducida de la especificación (6) da cuenta de una estimación reflejada en una identidad contable, que permitirá la cuantificación de costos privados y sociales dentro de la especificación de ingresos potenciales provenientes de la acumulación de capital del sistema educativo, a diferentes tipos de formación y características observables de interés, donde la simulación buscará generar un estado alterno del X de ecuación (1), para el resultado educativo de interés, basado en los datos de estado actual; resolución que se procurará con algún método numérico.

Dado que para Bolivia no se cuenta con datos longitudinales que den seguimiento a los individuos desde la escuela hasta su incorporación al mercado laboral, se combinan los recursos de la escuela en la comunidad con los datos socioeconómicos de las encuestas de hogares compiladas. La estrategia de estimación da cuenta de la relación entre los ingresos Y , la educación $Educ$ la experiencia $Exper$, mediante una especificación Mincer log-lineal, como sigue:

$$\ln(Y_{i,k}) = \alpha + \beta Educ_{i,k} + \gamma Exper_{i,k} + \delta Exper_{i,k}^2 + \theta R_k + \varepsilon_{i,k} \quad (7)$$

En la especificación (7), el subíndice i refiere individuos, ya que se buscará contrastar la especificación a nivel individual mediante los datos de las encuestas de hogares compiladas y las Encuestas de Presupuestos familiares, y k representa la desagregación geográfica o de dependencia de administración pública o privada; $Exper$ representa la experiencia potencial, $Educ$ años de escolaridad, R es un vector que representa los recursos de las unidades educativas, que podrían

comprender desde recursos materiales como los infraestructurales, o humanos, como el personal docente administrativo, y ε representa un error aleatorio, normal e independientemente distribuido. La ecuación tradicional Mincer, puede ser estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), con una especificación semilogarítmica, usando para su cuantificación datos de corte transversal provenientes de las encuestas de hogares.

Un segundo ejercicio realizado corresponde a la simulación y construcción de escenarios contrafactuales para verificar potenciales resultados provenientes de la inserción plena de toda la población educativa en el nivel regular. La simulación es como imaginación aplicada conscientemente relacionando una premisa de “*qué pasaría si*”, y dejar que los datos brinden las diferentes alternativas de ocurrencia (Babin, 2015). Con base en patrones identificados, asociaciones e interpretaciones, los datos van a producir el escenario más probable. El elemento contrafactual es muy útil en la simulación debido a su flexibilidad: se puede simular cualquier cosa que se desee. Cuando se utiliza la simulación contrafactual, se asume que el evento o el estado en el que está simulando ya es una realidad, es decir, se relacionan múltiples realidades posibles; es así como se refieren los escenarios prospectivos, como una posibilidad de ocurrencia frente a cambios de parámetros específicos. El sistema, pretendido de simular, busca llenar los espacios entre A (donde se encuentra) y B (en la que desea ser) (Law, 2008), elemento útil para los propósitos de pauta de política pública educativa que pretende el análisis de costo-beneficio. El objeto de la simulación y la generación de escenarios prospectivos comprenden un mejor entendimiento de una realidad compleja, al tratar de la modelización proveniente de un sistema; con ello, se buscará imitar y experimentar, artificialmente, el comportamiento del sistema educativo boliviano real.

Metodológicamente, en función de la especificación brindada en el modelo analítico, se generará una representación discreta, considerando las variables de interés del modelo, que cambian en un momento del tiempo y permanecen constante el resto de los momentos de interés; por tanto, la modelación pretendida no buscará ver dinámica alguna (Dunna et al., 2006). El proceso de modelización comprende dar cuenta de los elementos componentes del sistema educativo actual, con lo cual se generará una solución analítica para la simulación, donde los escenarios brindarán eventos específicos en función de parámetros variantes (Kelton et al., 2001). La modelación toma la característica de ser determinística, sin entradas aleatorias. Al tratarse de una simulación de escenarios determinístico, el estado de las variables de interés puede ser generado con los datos actuales.

Se utiliza una resolución numérica para la respuesta analítica, como se presenta a continuación:

$$(Y_i, X_i, Z_i)^R = (Y_i = fm(X_i, Z_i))^P \triangleq (Y_i)^S \quad (8)$$

La especificación (8) toma en cuenta tres momentos, a ello se deben los supra índices: el real R o actual, el de proceso P y el simulado S o final. En el momento R se tienen variables de interés o resultado, denotadas con Y , que puede comprender aquellos alcances educativos que se verán en el estado de situación: matriculación, abandono escolar, repitencia, que serán evaluados bajo los criterios de equidad, eficiencia y eficacia; así también en el momento R se tiene las variables X , variables de interés que serán consideradas como dato o invariantes en el proceso de simulación, y las variables de estado, que cambiarán con la simulación; es así que en momento P , el nuevo resultado Y_j estará en función de las variables X que no cambian para la simulación y las variables de estado Z , para lograr una situación final de análisis S . El método analítico hará uso de probabilidades para determinar las nuevas distribuciones de frecuencias, haciendo que el estado del sistema cambie en tiempos discretos entre características de interés para un mismo tiempo.

5. Resultados

El análisis de costo-beneficio implica generar perfiles de ingreso por nivel educativo como parte del comportamiento de la población económicamente activa que habría generado un stock de capital diferenciado. La literatura empírica sugiere que la educación diferenciada por perfiles ocupacionales y la experiencia son determinantes estructurales que brindan un panorama ampliado sobre la conexión entre el sistema educativo y el mercado laboral (Hanushek et al., 2017). Los trabajadores que más acumulan capital humano en el sistema educativo tienden a ser más productivos y por ende tienen una mayor probabilidad de conseguir empleo, a la vez que su diferencial de ingresos es mayor (Fletcher y Wolfe, 2009).

Adicionalmente, las personas con más calificaciones provenientes del sistema educativo tienen más incentivos para participar en el mercado de trabajo, puesto que el costo de oportunidad de no trabajar resulta ser mayor (Lang y Manove,

2011). Como las tendencias de largo plazo y de vida de las personas en la participación laboral están estrechamente ligadas a los avances del sistema educativo, es imprescindible para el análisis de costo-beneficio evaluar estos cambios mediante la estimación de los retornos.

Para estimar los retornos del sistema educativo es necesario verificar el ajuste de las especificaciones de las ecuaciones mincerianas para diferentes alcances educativos que los generen en función de los niveles educativos. Los datos, al buscar el análisis de todo el sistema educativo, toman el total de la población como un todo, considerando perfiles propios hacia el mercado laboral.

Los resultados de la Tabla 3 muestran que, en una especificación mincerina irrestricta (columna (1)), se tiene un retorno a la educación de 9.2%. Sin embargo, al incluir los costos privados y públicos en la estimación, este retorno se reduce en casi un punto porcentual, con un diferencial que disminuye aún más al considerar los costos privados en menos de 2% y en 4% con los costos sociales (columna (9)). Como lo señala la literatura empírica, una buena forma de generar perfiles de retornos educativos incluye su vínculo por categorías ocupacionales (Pages y Stampini, 2009; Allmendinger, 1989; Rouse, 2005).

Los trabajadores, en el caso de Bolivia, pueden ser clasificados por su posición o categoría ocupacional, entendida como el oficio o la profesión que desempeñan, independientemente de su nivel educativo y del sector económico donde estén empleados, teniendo como categorías de agrupación: *i*) obreros; *ii*) trabajadores por cuenta propia; *iii*) patrones; *iv*) socios o empleadores; *v*) cooperativistas de producción; y *vi*) trabajador familiares y trabajadores o empleados del hogar (Segal, 2013).

Los retornos también fueron estimados de manera independiente por perfiles de condición ocupacional, reflejando las distintas formas de organización productiva dentro de la estructura económica boliviana. La columna (2) de la Tabla 3 presenta el perfil de retornos de ingresos para los obreros, para quienes las variables son estadísticamente significativas hasta la secundaria completa, con un diferencial del 1%, asociado a la formación que requiere este perfil ocupacional (bachillerato). Cabe notar que las condiciones ocupacionales respetan la estructura del mercado laboral actual, que brinda una pauta importante de la fuerza de trabajo.

En columna (3) de la Tabla 3 se muestran los retornos de ingresos para los empleados. En este grupo, las variables educativas son estadísticamente significativas

Tabla 3. Estimación de los ingresos por nivel educativo (variable dependiente ln Y)

<i>Variable</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Constante (β_0)	3442.32	3524.37	4693.83	3876.23	6283.74	3739.87	3648.26	2749.93	3645.12
	(132.44)	(131.42)	(91.14)	(156.23)	(193.34)	(156.23)	(154.23)	(154.23)	(154.23)
Educación (<i>Educ</i>)	0.0924								0.083
	(156.23)								(93.44)
<i>Educ</i> ²									0.043
									(43.27)
Experiencia (<i>Exper</i>)	0.0352	0.0132	0.0027	0.0012	0.0026	0.002	0.0021	0.0039	0.046
	(2.96)	(6.24)	(5.31)	(4.75)	(5.89)	(3.84)	(5.32)	(4.43)	(3.44)
<i>Exper</i> ²	-0.0021	-0.0017	-0.0621	-0.0251	-0.0372	-0.0392	-0.03829	-0.0949	-0.0006
	(24.81)	(20.37)	(17.62)	(13.83)	(9.31)	(12.84)	(6.82)	(4.883)	(31.62)
Primaria incompleta		0.426	0.327	0.483	0.026	0.294	0.648	0.4493	
		(31.37)	(27.84)	(21.83)	(11.64)	(20.843)	(17.80)	(16.893)	
Primaria completa		0.321	0.225	0.382	0.0532	0.0374	0.0863	0.073	
		(25.72)	(22.94)	(20.93)	(12.48)	(16.84)	(14.73)	(10.74)	

Análisis de costo-beneficio, retornos a la educación, y simulaciones contrafactuales para el sistema educativo boliviano

Secundaria incompleta	0.382	0.274	0.293	0.073	0.0837				
	(32.83)	(23.39)	(17.94)	(9.73)	(14.38)				
Secundaria completa (bachillerato)	0.273	0.201	0.183		0.083				
	(16.14)	(17.39)	(16.29)		(10.63)				
Superior incompleta		0.1653	0.1493						
		(26.83)	(12.83)						
Superior no universitario		0.183	0.1572						
		(18.33)	(15.83)						
Superior universitario		0.12	0.02						
		(21.93)	(20.79)						
Costos privados									-0.026
									(38.26)
Costos sociales									-0.043
									(25.31)
R^2	0.3790	0.2026	0.2664	0.2519	0.2290	0.2021	0.2674	0.2376	0.3910

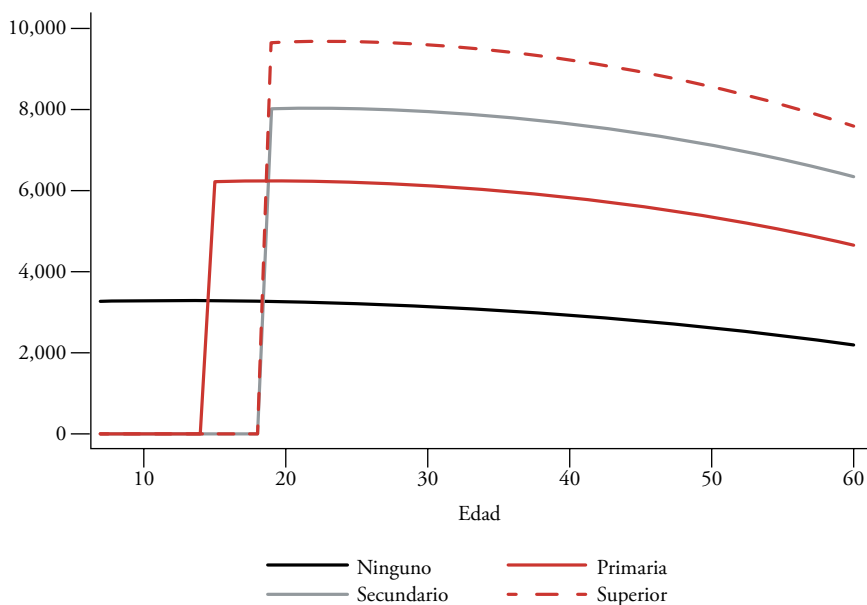
Entre paréntesis se tiene, en valores absolutos, los ratios del estadístico t - student.
 Los espacios en blancos son categorías omitidas, al mostrarse estadísticamente no significativas.
 Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

hasta la educación superior, con un diferencial de retornos del 0.2% adicional. La categoría ocupacional de empleados comprende las personas que desempeñan cargos, sin distinción de entidad pública o privada. Aunque una buena parte de los puestos de trabajo son generados por empresas, sean públicas o privadas, no es posible – para el caso boliviano – subestimar el papel de autoempleo, definido como la capacidad de los individuos de generar su propio trabajo (Duflo, 2001). La columna (4) de la Tabla 3 muestra los retornos de ingresos de los trabajadores por cuenta propia, con coeficientes estimados estadísticamente significativos hasta el nivel educativo universitario, generando un diferencial en retorno adicional del 0.01%. Los retornos educativos para los patrones, socios o empleadores se encuentran en la columna (5) de la Tabla 3, con coeficientes estadísticamente significativas para un nivel educativo de secundaria incompleta, generando un diferencial adicional en retornos de ingresos del 0.02%. La columna (6) de la Tabla 3 presenta los resultados de los retornos de educación para los cooperativistas de producción, con coeficientes estadísticamente significativos hasta el bachillerato y un diferencial en retornos de educación adicional del 0.02%.

Para los trabajadores familiares, cuya unidad productiva es a la vez el hogar, los resultados se muestran en la columna (7) de la Tabla 3, con un incremental del 0.02% adicional a la estimación de retornos educativos. Para los empleados del hogar, cuya fuente laboral proviene de la atención a las familias en las tareas domésticas, se presentan resultados en la columna (8), con un incremental adicional del 0.03%. En los dos casos, trabajadores familiares y empleados de hogar, resulta que las variables educativas son significativas hasta la primaria completa. Los resultados hallados en la tabla 3 muestran que las estimaciones de las tasas de retorno a la educación son robustas y pueden ser consideradas como indicador de los retornos esperados de nuevas inversiones educativas.

Si se verifican los ingresos por nivel educativo, es importante notar que, en promedio, los universitarios con formación completa ganan 2.5 veces más que una persona sin educación y 1.66 veces más que una con educación primaria, a pesar de que la trayectoria de los perfiles de aquellos con educación superior comienza, en promedio, alrededor de los veinte años de edad, como lo muestra la Gráfica 1.

Gráfica 1. Perfiles de ingreso por edad y nivel educativo



Fuente: Elaboración propia con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

La tabla 4 presenta los resultados de la estimación de ingresos por características observables de interés, que asocian las inequidades vistas en el estado de situación de la sección anterior. Se usa como categoría base a la característica de interés que refleja la inequidad, por ejemplo, la variable sexo usa como categoría base el resultado de la mujer, dando un coeficiente estimado de -0.07; en área relaciona las personas que viven en el área rural y la etnia, el resultado indígena. Es posible apreciar en la columna (13) de la tabla 4 que incluir todas las características observables a la especificación genera una reducción del retorno a la educación 6.72%. Estos resultados servirán más adelante, al momento de evaluar, cuantitativamente, los criterios de eficiencia, eficacia y equidad.

**Tabla 4. Estimación de los ingresos por características observables
(variable dependiente $\ln Y$)**

<i>Variable</i>	(10)	(11)	(12)	(13)
Constante (β_0)	2518.62 (82.54)	2389.87 (86.26)	2240.72 (87.12)	2125.53 (38.63)
Educación ($Educ_i$)	0.0724 (89.45)	0.0693 (86.53)	0.0681 (96.21)	0.0672 (93.78)
$Educ^2$	(3.07) -0.0224	(3.08) -0.0283	(3.17) -0.0271	(3.36) -0.0372
Experiencia ($Exper_i$)	(14.29) (4.76)	(12.27) (4.93)	(13.32) (4.18)	(14.23) (4.21)
$Exper^2$	-0.0329 (14.93)	-0.0392 (15.93)	-0.0387 (11.39)	-0.0321 (12.83)
Sexo (Mujer=1)	-0.0731 (15.87)	-0.0726 (16.92)	-0.821 (17.42)	-0.0831 (16.72)
Área (Rural=1)		.0381 (16.97)	-0.0294 (18.73)	-0.0343 (19.21)
Etnia (Indígena==1)			-0.0252 (17.26)	-0.0218 (18.53)
Costos privados				-0.047 (39.23)
Costos sociales				-0.022 (24.41)
R ²	0.2857	0.2927	0.3655	0.4210

Entre paréntesis se tiene, en valores absolutos, los ratios del estadístico t - student.

Los espacios en blancos son categorías omitidas, al mostrarse estadísticamente no significativas.

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

En complemento a la estimación de ingresos, se calcula los diferenciales por nivel educativo, usando como grupo de referencia la educación secundaria superior, equivalente al bachillerato, comprendida como aquella de doce años de educación continua⁴, presentada como un índice porcentual utilizando los estimados mincerianos para su cálculo, controlando el número de horas trabajadas y la experiencia, distinguiendo la media de ingresos – por grupo de interés – de los diferenciales de ingreso para cada nivel educativo.

Los resultados presentados en la Tabla 5 muestran que el mayor diferencial se da del bachillerato a los niveles educativos inferiores, con un diferencial superior al 20% de la secundaria completa al bachillerato, superior al 30% de la primaria completa al bachillerato, y por encima del 35% de primaria incompleta al bachillerato, mostrando diferenciales muchos menores y diferencias de media entre el bachillerato y el nivel educativo superior incompleto de aproximadamente menos del 3%, igual con la educación superior no universitaria con menos del 4.5%, al superior universitario, con algo menos del 9.5%; esto demuestra una mayor rentabilidad –en el tiempo– de los niveles educativos primario y secundario que el superior, para el caso boliviano. Es importante notar que en el contraste los diferenciales estimados tienden –en todos los casos– a ser mayores que la comparación de las medias de ingresos.

Viendo desde otro punto de vista, lo que demuestra la Tabla 5 es que, si bien los trabajadores que tienen educación superior al bachillerato ganan más, el diferencial con niveles educativos mayores se hace cada vez menor. En términos de eficiencia, brinda dos pautas de intervención política: primero, que el mayor retorno que el mercado laboral ofrece al sistema educativo lo comprenden la educación regular (primaria más secundaria, hasta el bachillerato), y segundo, que se requiere, para alcanzar niveles educativos mayores, que el mercado laboral responda con mayores retornos a la mayor acumulación de capital humano al nivel superior profesional.

⁴ Los doce años comprenden, seis de educación primaria y seis de educación secundaria, donde la persona, al culminar ambos niveles, logra el título de bachiller en humanidades; a ello se suma la educación inicial en familia comunitaria no escolarizada, de cero a tres años de edad, y la educación en familia comunitaria escolarizada, de cuatro a dieciséis años de edad, como parte del nivel educativo inicial; sin embargo, esta etapa de formación no es obligatoria, como lo es la educación regular: primaria y secundaria.

Tabla 5. Diferenciales de ingreso por nivel educativo

	<i>Diferenciales estimados</i>	<i>Media de Ingresos</i>
Primaria incompleta	55.67	62.26
Primaria completa	63.21	70.43
Secundaria incompleta	75.44	81.23
Secundaria completa (bachillerato)	100.00	100.00
Superior incompleta	101.33	102.76
Superior no universitario	104.34	109.82
Superior universitario	108.78	111.33

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

La Tabla 6 distingue los diferenciales de ingreso por nivel educativo, asociándolo a las características observables de interés, del dato proveniente del estado de la situación, mostrando que de manera independiente al nivel educativo, las mujeres ganan menos que los hombres –por diferencial estimado y media de ingresos–, las personas que habitan en el área rural ganan menos que las del área urbana, y que –por condición étnica– el indígena gana menos que el no indígena.

Los retornos de educación se estiman para cada nivel educativo, relativo al nivel educativo anterior, usando como base del cálculo el perfil de ingresos más actual, proveniente de los resultados encontrados en la Tabla 3, donde la tasa de retorno privado son los flujos descontados traídos a valor presente, como se lo refirió anteriormente, e igualados a cero. Para el caso de lograr los costos asociados se utilizaron las estimaciones generadas con anterioridad, considerando los costos privados y sociales, directos e indirectos por nivel educativo, y generando cada perfil en función de la estructura del mercado laboral.

En los resultados es posible dar cuenta de que los retornos a la educación primaria son superiores a lo de otros niveles del sistema educativo. Al interior de los retornos en el nivel educativo primario (para el caso de las personas que lograron hasta nivel educativo de primaria incompleta), en relación con las personas sin educación, el retorno de la educación privada (24.33%) es mayor que el de la educación pública (18.47%), en los retornos sociales ocurre una situación similar, donde el de la educación privada (25.97%) es mayor al de la educación pública (19.82%).

Análisis de costo-beneficio, retornos a la educación, y simulaciones contrafactuales para el sistema educativo boliviano

Tabla 6. Diferenciales de ingreso por nivel educativo, sexo, área geográfica y condición étnica

	<i>Diferenciales estimados</i>		<i>Media de ingresos</i>		<i>Diferenciales estimados</i>		<i>Media de ingresos</i>		<i>Diferenciales estimados</i>		<i>Media de ingresos</i>	
	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>No indígena</i>	<i>Indígena</i>	<i>No indígena</i>	<i>Indígena</i>
Primaria incompleta	60.26	51.08	64.33	60.19	64.92	46.42	74.82	49.7	56.31	55.03	62.98	61.54
Primaria completa	65.33	61.09	75.84	65.02	68.34	58.08	80.44	60.42	63.67	62.75	71.76	69.10
Secundaria incompleta	79.28	71.6	86.98	75.48	84.33	66.55	92.56	69.90	76.34	74.54	75.68	86.78
Secundaria completa (bachillerato)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Superior incompleta	105.98	96.68	104.62	100.90	109.88	92.78	111.92	93.60	102.57	100.09	102.89	102.63
Superior no universitario	109.98	98.7	118.89	100.75	116.98	91.70	127.97	91.67	105.01	103.67	110.87	108.77
Superior universitario	116.28	101.28	119.78	102.88	124.73	92.83	131.93	90.73	108.93	108.63	112.64	110.02

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

Las inversiones sociales por encima del 10% y el 12% se consideran altamente rentables (Díaz et al., 2012; Altuve y German, 2004; Cuevas Villegas, 2001). En cuanto a las inversiones educativas, estas generalmente oscilan entre el 10% y el 20% (Lassibille, 1993; Psacharopoulos y Woodhall, 2017; Puiggrós, 2006), según la incursión de que se trate; las inversiones a más temprana edad brindan flujos de ingresos más altos, con costos relativamente menores, como puede ser el caso de las inversiones educativas en primera infancia en que se tienen retornos superiores al 30% (Bernal et al., 2010; Vegas y Santibáñez, 2009; Young, 2005).

Un resultado destacado que refleja la cuantificación es que los retornos privados son significativamente mayores que los costos sociales, para los niveles primario, secundario y superior (universitario y no universitario). Una tasa de retorno del 24% en cierta forma asemeja a proyectos sociales de alta rentabilidad como podrían ser incursiones de mejoras sanitarias, infraestructurales o de inserciones laborales, dado que sus beneficios se extienden en el tiempo (Fontaine, 1999; Padilla, 2016; Midaglia, 2012). Una explicación plausible, y que asocia eficiencia en el contraste de gastos y retornos, comprende que los retornos privados son mayores a los sociales, porque los costos son menores.

La Tabla 7 presenta los retornos privados y sociales, mientras que una primera aproximación para analizar la eficiencia en el sistema educativo boliviano se presenta en la Tabla 8. Considerando que se conceptualizó —operativamente— que el criterio de eficiencia relacionaba un “mejor” manejo de recursos, para lograr el “mayor” es posible recategorizar las cuentas de costos desde la mirada del destino, el fin educativo, que comprenden: pago a maestros (plantel docente), gastos infraestructurales, compra de libros, entre otros; del costo administrativo no educativo, que incluye el plantel administrativo-operativo, las compras sin vinculación directa a la educación, y también distinguir estos costos por fuente privada y pública. La Tabla 8 muestra que el costo administrativo no educativo de fuente pública representa más de un tercio del total del costo (37.67%), mientras que este costo de fuente privada, el 20.17%, que percapitalizado —es decir, dividido entre el total de estudiantes— muestra una asignación de Bs. 1125 de costo administrativo por estudiante con fuente pública y de Bs. 1861 de destino educativo de la misma fuente, para el nivel inicial, primario y secundario, mientras que los costos administrativos de fuente privada por estudiante oscilan entre los Bs. 135, los costos con fin educativo están por los Bs. 670, mostrando que el costo administrativo público respecto del privado es 8 veces más grande, y que el costo con fin educativo público es casi 3 veces más grande que el costo con fin

Tabla 7. Retornos por nivel educativo

	<i>Retornos privados</i>		<i>Retornos sociales</i>	
	<i>Educación privada</i>	<i>Educación pública</i>	<i>Educación privada</i>	<i>Educación pública</i>
Retornos en el nivel educativo primario				
Primaria incompleta (en relación con las personas sin educación)	24.331	18.471	25.975	19.829
Primaria (en relación con las personas con primaria incompleta)	22.164	16.592	20.384	15.112
Retornos en el nivel educativo secundario				
Secundaria incompleta (en relación con las personas sin educación)	11.349	8.259	10.043	8.722
Secundaria (en relación con las personas con educación secundaria incompleta)	10.123	9.028	9.949	8.318
Retornos en el nivel educativo superior				
Grado superior (técnico o profesional incompleto) (en relación con las personas con educación secundaria completa)	1.042	1.273	1.313	1.016
Grado técnico con educación de 3 años completa (en relación con las personas con secundaria completa)	3.831	2.824	3.209	3.001
Grado profesional con educación de 5 años universitarios (en relación con las personas con secundaria completa)	5.279	4.266	5.039	4.209
Posgradual con educación promedio de 2 años de estudio (en relación con las personas con grado profesional)	5.311	4.893	5.2439	4.439

Nota: Cada nivel educativo se corrobora con la pregunta: ¿Cuál fue el NIVEL Y CURSO más alto de instrucción que aprobó?, para el caso del grado técnico y profesional se constata, además con la pregunta: ¿Cuál es su título profesional o técnico obtenido?

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

educativo privado. En el sentido de eficiencia de manejo de recursos, en primer hay que mencionar que el costo no educativo debería representar una fracción ínfima, inferior al 10 %, que de fuente privada o pública supera este parámetro, y en segundo lugar, que el costo educativo—de directa vinculación al fin educativo y el administrativo— es mucho más grande en el sector público que en el privado.

Tabla 8. Ratios costo-eficiencia del gasto educativo público y privado para el nivel inicial, primario y secundario

	<i>Público Total</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Privado Total</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Total final</i>
Costos administrativos no educativos	3516717249	37.67	422742466	20.17	3939459715
Costos con fin educativo	5817882871	62.33	1673435337	79.83	7491318208
Costo total	9334600120	100.00	2096177803	100.00	11430777923
Costo administrativo público por estudiante			1125.48		
Costo con fin educativo público por estudiante			1861.94		
Costo administrativo privado por estudiante			135.29		
Costo con fin educativo privado por estudiante			670.86		
Razón costo administrativo público/privado			8.32		
Razón costo con fin educativo público/privado			2.78		

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

De manera similar se verifica esta aproximación de eficiencia para el nivel educativo superior en el sistema educativo boliviano. La Tabla 9 muestra que el costo administrativo es de casi el 80% del costo total (78.76%). En relación con el costo con fin educativo, el 21.33% proviene de fuente pública, mientras que el 77.84% es de fuente privada. Como una aproximación de eficiencia es posible apreciar que la razón costo administrativo de fuente pública es 28 veces en relación con la de fuente privada, y el costo con fin educativo de 1.71 veces.

Tabla 9. Ratios costo-eficiencia del gasto educativo público y privado para el nivel superior

	<i>Público Total</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Privado Total</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Total final</i>
Costos administrativos	2 928 638 553	78.67	102 768 715	22.16	3 031 407 268
Costos con fin educativo	793 907 369	21.33	360 911 605	77.84	1 154 818 974
Costo total	3 722 545 922	100.00	463 680 320	100.00	4 186 226 242
Costo administrativo público por estudiante			5 311.73		
Costo con fin educativo público por estudiante			1 439.93		
Costo administrativo privado por estudiante			186.39		
Costo con fin educativo privado por estudiante			840.99		
Razón costo administrativo público/privado			28.50		
Razón costo con fin educativo público/privado			1.71		

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

La tabla 10 relaciona una aproximación de eficacia, verificando la población matriculada que se encuentra dentro del Sistema Educativo con la población fuera del Sistema Educativo, en edad normativa correspondiente⁵, mostrando que 549 075 personas están fuera de la educación regular, lo que representa el 19.01% del total de la población en la edad de estudio.

Los resultados de la Tabla 11 están diferenciados por características observables, a razón de verificar elementos de equidad en cuanto a las personas que están fuera de la escuela, donde es posible apreciar que son más las mujeres en relación con sus pares varones (20.89% respecto a 16.84%), son más los indígenas fuera de la escuela que los no indígenas (23.74 % en relación con 17.95%), así como son más las personas fuera de la escuela en el área urbana (18.50%), en comparación con el área rural (8.96%).

⁵ El Ministerio de Educación no asigna, por sistema, una edad normativa para iniciar la educación formal, el primero de primaria, corresponde a una edad de 6 años cumplidos a junio de la gestión educativa en curso.

Tabla 10. Eficacia-población dentro y fuera del sistema educativo en el nivel inicial, primario y secundario

	<i>En el sistema educativo (Total)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Fuera del sistema educativo (Total)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Total población</i>
Inicial, primaria y secundaria	2 530 556	100	594 075	19.01	3 124 631
Mujeres	1 324 620	52.35	349 787	20.89	1 674 407
Hombres	1 205 936	47.66	244 288	16.84	1 450 224
Indígenas	436 454	17.25	135 871	23.74	572 325
No indígenas	2 094 102	82.75	458 204	17.95	2 552 306
Rural	2 530 556	39.89	248 913	8.96	2 779 470
Urbano	1 521 060	60.11	345 162	18.50	1 866 222

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

Tabla 11. Eficacia-población dentro y fuera del sistema educativo en el nivel superior

	<i>Matriculados (Total)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Titulados (Total)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Total final</i>
Superior	551 353	100	5 876	1.05	557 229
Mujeres	281 932	51.13	3 460	1.21	285 391
Hombres	269 421	48.87	2 416	0.89	271 838
Indígenas	95 094	4.62	272	0.28	95 365
No indígenas	456 259	95.38	5 604	1.21	461 864
Rural *	219 947	4.78	281	0.13	220 228
Urbano	331 406	95.22	5 595	1.66	337 001

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

Para dimensionar los resultados posibles mediante simulación y construcción de escenarios contrafactuales, como primer paso se da una descripción formal de las cuantificaciones logradas, considerando los parámetros que son constantes en la especificación de los que se darán como resultado, proveniente del cambio de las variables de estado, las cuales cambiarán en la simulación, teniendo:

- La estimación de ingresos es considerada como un parámetro constante, a la vez brinda un horizonte de flujos que varía en función del rendimiento

- que también es un dato - pero que cambia en relación a los años de educación logrados para la población potencial matriculada, en el caso de no existir distinción en grupos de interés particulares, diferenciados por características observables.

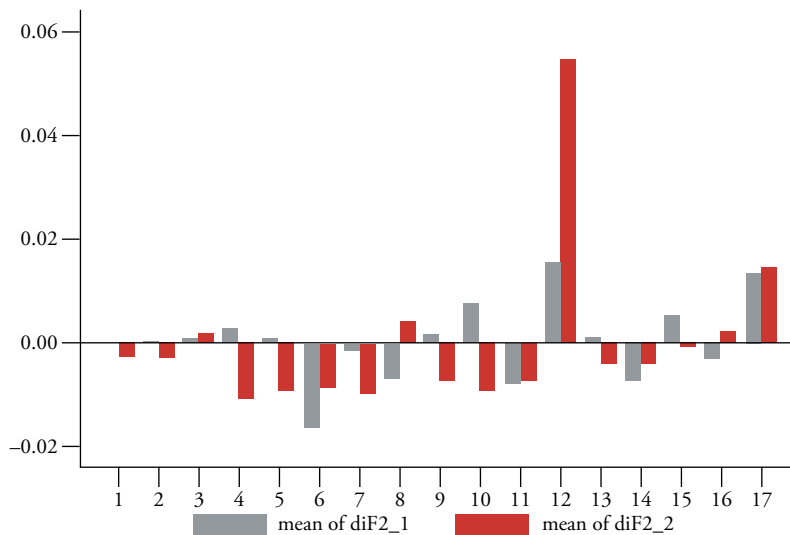
- Los costos, son variables stock, de un momento del tiempo, considerado como un parámetro constante, invariante ante la simulación.
- Las variables de estado son los años de educación, como dato simulado, que brinda cambio en la relación retornos y experiencia, de la especificación de estimación de ingresos.
- Como la estimación de ingresos cambia en función de los años de educación y la relación de retornos y experiencia, brindando un nuevo parámetro de población potencial que cambio su estado de la población efectivamente matriculada, a su vez altera la relación de beneficios costos, modificando el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), propiciando nuevos óptimos, con un mejor eficiencia y equidad
- La eficacia se la aproximara por comparación con la Tasa Interna de Retorno, en mirada de otros retornos de proyectos de inversión social comparable, en cuantificación y contexto.

En la Gráfica 2 a continuación se presentan las simulaciones con las especificaciones anteriormente referidas.

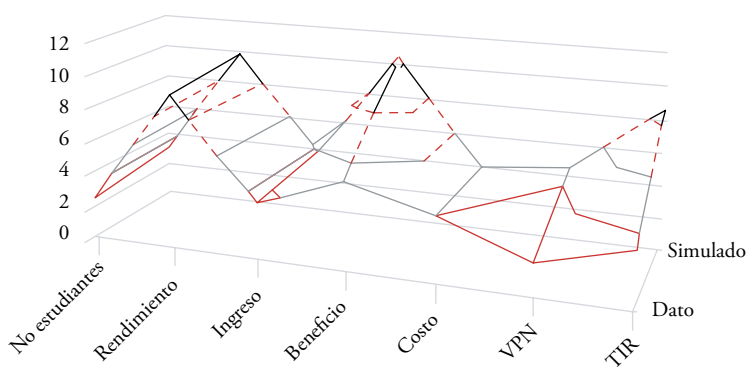
Las Tablas 12 y 13 dan cuenta de un conjunto de indicadores para verificar potenciales resultados provenientes de la inserción plena de toda la población educativa en el nivel regular. Con un rendimiento educativo de 9.32% se calcula el VPN, a fin de lograr una cuantificación de la inversión educativa en el largo plazo y buscando determinar si la inversión en el Sistema Educativo cumple con el objetivo básico financiero de maximización. La lectura la brinda la TIR de la inversión educativa, como la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de educar a la población, sin distinción de características o con resultados diferenciados para grupos específicos. El análisis muestra una TIR de 34.2%, superior a una tasa de retorno de 27.7% donde las inequidades se mantienen. Esta última observación se refleja en la Tabla 12, dando cuenta del resultado simulado de 42.3%, el cual asume un componente de acumulación de capital humano pleno para toda la población educativa potencial.

Gráfica 2. Resultados de la simulación

Panel 2a: Media de diferencias de retornos simuladas



Panel 2b: Simulación de resultados para el Sistema Educativo en el nivel inicial, primario y secundario



Fuente: Elaboración propia con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

Análisis de costo-beneficio, retornos a la educación, y simulaciones contrafactuales para el sistema educativo boliviano

Tabla 12. Valor Presente Neto, ratio beneficio costo (B/C) y Tasa Interna de Retorno del Sistema Educativo en el nivel inicial, primario y secundario

	<i>Número de estudiantes Efectivos (miles)</i>	<i>Potenciales (miles)</i>	<i>Rendimiento educativo</i>	<i>Ingreso laboral</i>	<i>Beneficio (millones)</i>	<i>Costo Total (millones)</i>	<i>VPN (millones)</i>	<i>B/C</i>	<i>TIR</i>
Total	2 530.6	3 124.6	9.3	3 487.0	10 895.6	9 334.6	45 143.3	4.8	34.2
Mujeres	1 324.6	1 674.4	9.0	3 122.0	5 228.0	4 886.2	21 254.0	4.4	31.4
Hombres	1 205.9	1 450.2	8.9	3 524.0	5 111.1	4 448.4	21 107.2	4.7	25.5
Indígenas	436.5	572.3	8.4	2 694.0	1 541.7	1 610.0	6 098.8	3.8	31.1
No indígenas	2 094.1	2 552.3	7.9	3 876.0	9 893.3	7 724.6	41 742.0	5.4	27.7
Rural	2 530.6	2 779.5	8.9	2 363.0	6 567.2	3 723.8	29 112.0	7.8	37.2
Urbano	1 521.1	1 866.2	9.4	3 840.0	7 166.1	5 610.8	30 219.4	5.4	30.8

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

En el nivel educativo superior se maneja el criterio de eficacia de relacionar el total de matriculados con las personas tituladas, dado que no existe obligatoriedad en lograr este nivel educativo, normativamente hablando. Como una aproximación de eficacia, es posible apreciar en la Tabla 12 que en todos los casos, la proporción de titulados respecto del total de matriculados es inferior al 2%, posiblemente porque todavía están en proceso formativo y no es posible asociar los resultados con una edad normativa. De todas formas, la proporción –al tratarse de una cuantía expresada en un momento del tiempo– es bastante baja respecto del total de la población matriculada.

Para el nivel educativo superior, la TIR con escenario inequitativo es de 17.9%; con un escenario efectivo pleno esta sube a 21.9%, y el resultado simulado de componente de acumulación de capital humano pleno para toda la población educativa potencial es de 43.82%. En una mirada comparativa, la TIR simulada, logrado eficacia, equidad y eficiencia, puede generar retornos comparativos superiores a cualquier otro tipo de proyecto de inversión social, como lo presentan las tablas 14 y 15.

Tabla 13. Valor Presente Neto, ratio beneficio costo (B/C) y Tasa Interna de Retorno del Sistema Educativo en el nivel superior

	<i>Número de estudiantes Efectivos (miles)</i>	<i>Potenciales (miles)</i>	<i>Rendimiento educativo</i>	<i>Ingreso laboral</i>	<i>Beneficio (millones)</i>	<i>Costo Total (millones)</i>	<i>VPN (millones)</i>	<i>B/C</i>	<i>TIR</i>
Total	551.4	557.2	8.94	6 220	3 466.0	3 722.5	20 539.2	5.52	21.9
Mujeres	281.9	285.4	7.24	4 684	1 336.7	1 903.5	7 453.4	3.92	18.9
Hombres	269.4	271.8	7.89	5 340	1 451.6	1 819.0	8 342.0	4.59	20.7
Indígenas	95.1	95.4	8.81	4 038	3 85.1	172.1	2 523.7	14.67	22.1
No indígenas	456.3	461.9	7.12	5 880	2 715.7	3 550.5	15 459.6	4.35	17.9
Rural	219.9	220.2	6.23	3 825	842.4	178.0	5 718.7	32.12	32.1
Urbano	331.4	337.0	8.32	6 834	2 303.2	3 544.5	12 577.8	3.55	24.2

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

Tabla 14. Ratio costo administrativo sobre costo educativo, rendimiento y TIR

Nivel inicial, primaria y secundaria	CA/CE	Rendimiento	TIR
Efectivo inequitativo	7	7.93	27.7
Efectivo - pleno	7	9.32	34.2
Simulado	1	13.84	42.3
Nivel de educación superior	CA/CE	Rendimiento	TIR
Efectivo inequitativo		7.12324	17.9
Efectivo - pleno	4	8.94	21.9
Simulado	1	15.32	43.82

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.

Tabla 15. TIR del Sistema Educativo Boliviano y diferentes proyectos de inversión social

TIR del Sistema educativo boliviano		
Nivel inicial, primaria y secundaria		42.3
Nivel de educación superior		43.82
Proyectos de inversión social	TIR	Fuente
Medio ambiente	29	(Ortega-García et al., 2008)
Agropecuaria	26	(Porta Casanellas et al., 2003)
Transporte	24	(Aguirre, 2005)
Equipamiento urbano	17	(Miranda, 2002)
Turismo	12	(Lobos et al., 2018)
Vivienda	6	(Burneo-Valarezo et al., 2016)

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

La presente investigación no pretende ser una crítica al manejo de destinos presupuestarios con fin educativo, sino una mirada propositiva que propicie un mejor encauce bajo criterios de eficiencia y eficacia. Los resultados muestran que la educación, en términos sociales, es una inversión altamente rentable, desde

los flujos que generan una mayor acumulación de capital humano en la sociedad, hasta las externalidades positivas que irradia una población más formada en una mirada de más y mejor desarrollo.

Otros estudios que utilizaron el análisis de costo-beneficio dieron cuenta de una alternativa técnica que presenta una lectura amigable de retorno de una incursión social; para el caso, esta investigación tiene ese cometido, que permita, con una cuantificación simple, con poca sofisticación econométrica, dar cuenta de una cuantificación comprensible para la audiencia interesada, y por qué no, para los hacedores de política.

Los hallazgos de esta investigación brindan el espacio para gestar nuevas líneas de trabajos que extiendan el análisis, con los resultados encontrados, entre ellas dar cuenta de asignaciones presupuestarias a incursiones educativas específicas, mejoras de distribución de gasto, que no solo procuren equidad entre grupos convencionales, sino que deliberadamente reasignen destinos de gasto a poblaciones más vulnerables, como podría ser el caso de los niños con discapacidad, o necesidades especiales de educación alternativa o en desventaja social.

Una de las principales limitantes de esta investigación es asociar el resultado educativo con alcances meramente cuantitativos en cuanto a logros, es decir, considerar flujos de ingresos monetarios futuros, que tienen vinculación con otros resultados que se refirieron en el presente estudio de manera tangencial, como es el caso de rendimiento académico, abandono, deserción escolar, entre otros; sin embargo, buscando una mirada de eficacia, sería importante relacionar asignaciones presupuestarias con metas de calidad educativa; este cometido es de difícil logro por la falta de información, pues no se cuenta con microdatos representativos al nivel nacional, y sus respectivas desagregaciones de interés, que permitan informar de este alcance.

Independientemente de las limitaciones referidas en el párrafo anterior, es posible dar cuenta—por los resultados del estudio— que existen retornos asociados con costos privados y sociales, pero éstos son marginales y con plena vinculación con procesos educativos completos, como es el caso del bachillerato. Este último nivel es el que brinda el mayor diferencial, y a partir de éste, la educación adicional incrementa el retorno, pero cada vez menos. Entonces, cabe preguntarse: ¿Es deseable educarse más? Para el caso boliviano será una interrogante mientras no exista una respuesta que relacione réditos por parte del mercado laboral.

El otro corolario importante para discutir es considerar una educación pública que es más onerosa que una privada, que no se la vislumbra al pensar que, como

es un gasto público, su ineficiencia es solventada por todos mediante el pago impositivo, y se da por descontada la descarga a las cuentas del Estado que implica la elección de las familias de una educación en instituciones privadas.

Educación pública más cara que una privada, alternativas de reasignación de gasto a grupos más vulnerables, y considerar otras investigaciones complementarias, que no solo verifiquen alcances cuantitativos en educación, sino también de calidad, son los elementos que deja la presente investigación en procura de una respuesta académica, con argumentos técnicos basados en datos.

La presente investigación da cuenta de inequidades de interés, que son importantes de considerar en la política pública educativa; los diferenciales de ingresos de vida entre hombres y mujeres muestran que los varones ganan, en promedio más que las mujeres, algo similar ocurre con la condición étnica, donde los no indígenas ganan más que los indígenas en promedio; esta pauta empírica da cuenta de una realidad que se deberá traducir en acción a favor de estos grupos desaventajados, partiendo por equiparar el proceso de acumulación de capital humano.

El principal objetivo del presente documento fue brindar estimaciones para evaluar la inversión educativa en un análisis de costo-beneficio con juicios de equidad, eficacia y eficiencia mediante evidencia empírica, proporcionando elementos metodológicos y técnicos. Para tal cometido los beneficios fueron estimados mediante perfiles ocupacionales, y los resultados muestran que existe un retorno educativo del 9.2%, reduciendo este retorno entre 4%, atribuible a los costos sociales y el 2% a los costos privados, además de tener incrementales positivos entre el 0.1% y el 0.3%, por grupo ocupacional de interés. Los resultados muestran que los niveles educativos primario y secundario tienen una mayor diferencial de ingreso que el nivel superior; si bien los trabajadores que tienen educación superior al bachillerato ganan más, el diferencial con niveles educativos mayores se hace cada vez menor. En términos de eficiencia brinda dos pautas de intervención política: primero, que el mayor retorno que el mercado laboral brinda al sistema educativo lo comprenden la educación regular (primaria más secundaria, hasta el bachillerato), y segundo, que para alcanzar niveles educativos mayores se requiere que el mercado laboral responda con mayores retornos a la acumulación de capital humano al nivel superior profesional.

Los resultados muestran que la estimación de ingresos por características observables de interés, que asocian las inequidades, generan una reducción del retorno a la educación del 6.72%. En cuanto a diferenciales de ingreso, es posible verificar que, independientemente del nivel educativo, las mujeres ganan menos que los

hombres—por diferencial estimado y media de ingresos—, las personas que habitan en el área rural ganan menos que las del área urbana, y que—por condición étnica— el indígena gana menos que el no indígena. Dando una mirada a los gastos educativos, en la distinción del fin plenamente educativo diferenciado del administrativo, se muestra que el costo administrativo no educativo de fuente pública representa más de un tercio del costo total, mientras que de fuente privada es el 20%. Dividido entre el total de estudiantes, se tiene una asignación de Bs. 1125 de costo administrativo por estudiante con fuente pública y de Bs. 1861 de destino educativo de la misma fuente, para el nivel inicial, primario y secundario, en tanto que los costos administrativos de fuente privada por estudiante comprenden los Bs. 135, los costos con fin educativo están por los Bs. 670, lo cual indica que el costo administrativo público respecto del privado es 8 veces mayor, y que el costo con fin educativo público es casi 3 veces más grande que el costo con fin educativo privado. En el sentido de eficiencia de manejo de recursos, en primer lugar hay que notar que el costo no educativo debería representar una fracción inferior al 10%—sin embargo, se observa que en Bolivia tanto de fuente privada como de fuente pública se supera este parámetro—y, en segundo lugar, que el costo educativo—de directa vinculación al fin educativo y el administrativo—es mucho más grande en el sector público que en el privado.

De manera similar se verifica esta aproximación de eficiencia para el nivel educativo superior en el Sistema Educativo Boliviano donde el costo administrativo, a diferencia de la educación regular, es de casi un 80% del costo total. Como una aproximación de eficiencia es posible apreciar que la razón costo administrativo de fuente pública es 28 veces en relación con la de fuente privada, y el costo con fin educativo es de 1.71 veces.

Una aproximación de eficacia da cuenta de la población matriculada comparada con la que está fuera del Sistema Educativo, en edad normativa, mostrando que 549 075 personas no reciben educación regular, lo que representa el 19.01% del total en la edad de estudio. Los resultados diferenciados por características observables dan cuenta de elementos de inequidad en cuanto a las personas que están fuera de la escuela, donde es posible apreciar que son más las mujeres respecto a sus pares varones (20.89% respecto a 16.84%), son más los indígenas fuera de la escuela que los no indígenas (23.74% en relación con 17.95%), y son más las personas fuera de la escuela en el área urbana (18.50%), en comparación con el área rural (8.96%).

En el nivel educativo superior se maneja el criterio de eficacia de relacionar el total de matriculados en relación con las personas tituladas, donde es posible apreciar, que en todos los casos, la proporción de titulados respecto del total de matriculados es inferior al 2%, posiblemente porque todavía están en proceso formativo, y no es posible asociar los resultados con una edad normativa; de todas formas, la proporción –al tratarse de una cuantía expresada en un momento del tiempo– es bastante baja respecto del total de la población matriculada.

La TIR de la inversión educativa es de 34.2%, superior a una tasa de retorno de 27.7% donde las inequidades se mantienen; con ello se generó una simulación con un resultado de 42.3%, el cual asume un componente de acumulación de capital humano pleno para toda la población educativa potencial. Para el nivel educativo superior, la TIR con escenario inequitativo es de 17.9%, con un escenario efectivo pleno esta sube a 21.9%, y el resultado simulado del componente de acumulación de capital humano pleno para toda la población educativa potencial es de 43.82%. En términos relativos, la TIR simulada, logrando eficacia, equidad y eficiencia, puede generar retornos comparativos superiores a cualquier otro tipo de proyecto de inversión social, brindando la pauta de política pública, que sugiera la reasignación de recursos en búsqueda de la universalización de resultados educativos.

Referencias

- Aguirre, J. A. (2005). Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias. *IICA Biblioteca Venezuela*.
- Allmendinger, J. (1989). Educational systems and labor market outcomes. *European Sociological Review*, 5(3), 231-250.
- Altuve, G. y German, J. (2004). El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. *Actualidad contable EACES*, 7(9).
- Babin, P. D. (2015). Simulation modeling and analysis of adjustable service-rate queueing models that incorporate feedback control. *Mississippi State University*.
- Becker, G. (1964). *Human capital*. University of Chicago Press, 73(3), 63-89.
- Bernal, R., & Camacho, A. (2010). *La importancia de los programas para la primera infancia en Colombia*. Universidad de los Andes, Facultad de Economía.

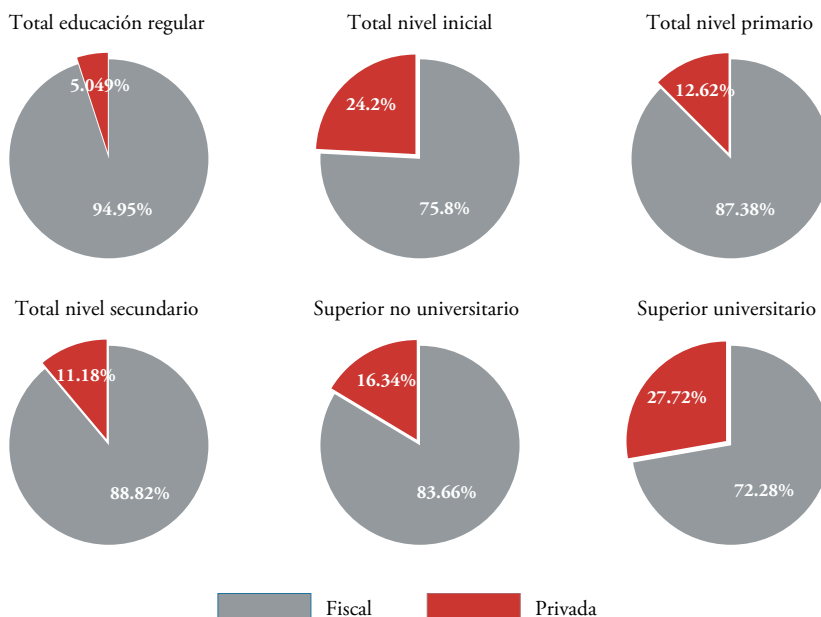
- Blaug, M. (2009). Cost Benefit Analysis in LAC: program for unemployment graduates. *Penguin Press*, 23(5), 36-81.
- Bowman, A. (1966). The human investment revolution in economic thought. *Economics of Education*, 1(5), 101-134.
- Burneo-Valarezo, S., Delgado Víctore, R. y Verez, M. A. (2016). Estudio de factibilidad en el sistema de dirección por proyectos de inversión. *Ingeniería Industrial*, 37(3), 305-312.
- Cuevas Villegas, C. F. (2001). Medición del desempeño: retorno sobre inversión, ROI; ingreso residual, IR; valor económico agregado, EVA; análisis comparado. *Estudios Gerenciales*, 17(79), 13-22.
- Díaz Foncea, M., Marcuello, C. y Marcuello, C. (2012). Empresas sociales y evaluación del impacto social. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* (75).
- Duflo, E. (2001). Schooling and labor market consequences of school construction in Indonesia: Evidence from an unusual policy experiment. *American Economic Review*, 91 (4), 795-813.
- Dunna, E. G., Reyes, H. G. y Barron, L. E. C. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con promodel*. Pearson Educación.
- Ferreira, M., Avitabile, C., Botero Álvarez, J., Haimovich Paz, F., & Urzúa, S. (2017). At a crossroads: higher education in Latin America and the Caribbean. The World Bank.
- Fiszbein, A. (1991). A Cost-benefit Analysis of Educational Investment. A view from LATHR. *World Bank*, 26.
- Fletcher, J. M. y Wolfe, B. L. (2009). Education and labor market consequences of teenage childbearing evidence using the timing of pregnancy outcomes and community fixed effects. *Journal of Human Resources*, 44(2), 303-325.
- Fontaine, E. R. (1999). *Evaluación social de proyectos* (núm. 658.404 F4 1999.). Alfaomega.
- Hanushek, E. A., Schwerdt, G., Woessmann, L., y Zhang, L. (2017). General education, vocational education, and labor-market outcomes over the lifecycle. *Journal of Human Resources*, 52(1), 48-87.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., Sturrock, D. et al. (2001). *Simulation with arena*. 2003. Sydney: McGraw4Hill.
- Lang, K. y Manove, M. (2011). Education and labor market discrimination. *American Economic Review*, 101(4), 1467-96.

- Lassibille, G. (1993). El rendimiento de las inversiones educativas en España. *Estadística española*, 35(134), 645-663.
- Law, A. M. (2008, December). How to build valid and credible simulation models. In *2008 Winter Simulation Conference* (pp. 39-47). IEEE.
- Midaglia, C. (2012). Un balance crítico de los programas sociales en América Latina: Entre el liberalismo y el retorno del estado. *Nueva Sociedad* (239), 79.
- Miranda, J. J. M. (2002). *Gestión de proyectos*. MM.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD. (2008). *Human Capital Investments: An International Comparison*. París: OECD.
- Ortega-García, J., Torres, E. P., Lorente, I. M., Giménez, V. M. B. y López, J. Q. (2008). Proyecto Malama en la región de Murcia (España): medio ambiente y lactancia materna. *Anales de Pediatría: Publicación Oficial de la Asociación Española de Pediatría (AEP)*, 68(5), 447-453.
- Padilla, M. C. (2016). *Formulación y evaluación de proyectos*. Ecoe Ediciones.
- Pages, C. y Stampini, M. (2009). No education, no good jobs? evidence on the relationship between education and labor market segmentation. *Journal of Comparative Economics*, 37(3), 387-401.
- Patrinos, H. A. (2016). Estimating the return to schooling using the Mincer equation. IZA World of Labor.
- Psacharopoulos, G. (1995). Returns to education: a further international update and implications. *Human Resources*, 2(4), 583-597.
- Psacharopoulos, G. y Woodhall, M. (2017). Educación para el desarrollo. Un análisis de opciones de inversión.
- Psacharopoulos, G., & Patrinos, H. A. (2018). Returns to investment in education: a decennial review of the global literature. *Education Economics*, 26(5), 445-458.
- Rouse, C. E. (2005). *The labor market consequences of an inadequate education*. Symposium on the social costs of inadequate education. Teachers College Columbia University.
- Schultz, T. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review*, 51(1), 17.
- Segal, C. (2013). Misbehavior, education, and labor market outcomes. *Journal of the European Economic Association*, 11(4), 743-779.
- Smith, T. M. (1991). Post-stratification. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 40(3), 315-323.

- Urquiola, M., & Calderón, V. (2006). Apples and oranges: Educational enrollment and attainment across countries in Latin America and the Caribbean. *International Journal of Educational Development*, 26(6), 572-590.
- Woodhall, M. (2004). Cost-benefit analysis in educational planning. *UNESCO: International Institute for Educational Planning*, 125-144.
- World Bank. (2006). *Financing Education in Developing Countries*. Washington: World Bank.
- World Bank. (2008). *Policies for adjustment, revitalization and expansion*. Washington: World Bank.
- World Bank. (2011). *Priorities and strategies for education: a World Bank Review*. Washington: World Bank.
- Young, M. (2005). Desarrollo integral del nido en la primera infancia; desafíos y oportunidades. *Banco Mundial, ops*.
- Zhang, L. C. (2000). Post-stratification and calibration—a synthesis. *The American Statistician*, 54(3), 178-184.

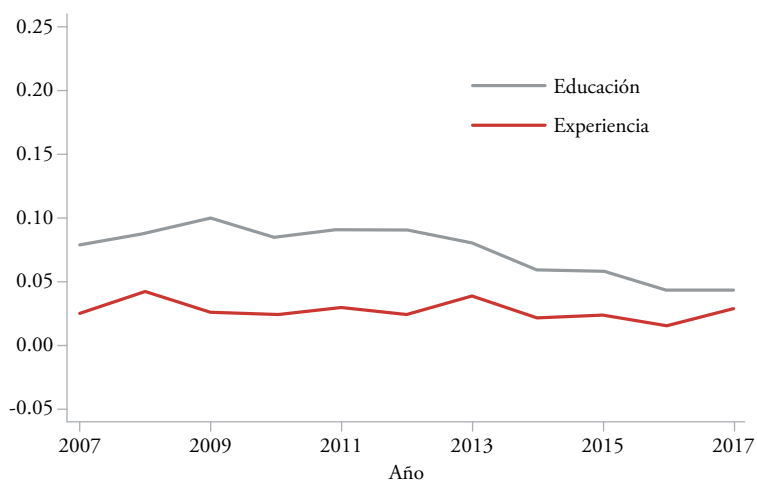
Anexos

Gráfica A1. Porcentaje de unidades educativas, instituciones y universidades por tipo de dependencia



Fuente: Elaboración propia, con base en los datos del Ministerio de Educación de Bolivia.

Gráfica A2. Trayectoria observada de las variables de educación y experiencia



Fuente: Elaboración propia, con base en los datos compilados de las Encuestas de Hogares.



Competencia política y desempeño de los gobiernos municipales

*Political competition and the performance
of municipal governments*

César Velázquez Guadarrama
Universidad Iberoamericana Ciudad de México
cesar.velazquez@ibero.mx

Resumen

Este artículo estudia la relación entre la competencia política y el desempeño de los gobiernos municipales en México con datos de 1990 a 2015. Los resultados sugieren que a mayor competencia política se observa una mayor cobertura de agua potable y de drenaje por parte de la población y un mayor ingreso per cápita. Un posible mecanismo por el cual se observan estos resultados es que también se advierte que a mayor competencia política se presenta un mayor gasto en inversión pública y un menor gasto corriente como proporción del gasto total. Sin embargo, este último resultado no se encontró para municipios con población mayor a 15 mil habitantes. En las estimaciones se controló por la posible endogeneidad entre las variables de desempeño y finanzas públicas y la competencia política. Es necesario continuar investigando el papel de los gobiernos estatales y municipales en el desarrollo del país.

Palabras clave: desempeño de gobiernos municipales, competencia política, federalismo fiscal, acceso a agua potable, acceso a drenaje, gasto público municipal

Abstract

This article studies the relationship between political competition and municipal governments performance in Mexico with data from 1990 to 2015. The results suggest that more political competition is associated with more access to drinking water and drainage and a higher income. Greater political competition also shows higher spending on public investment and lower current spending as a share of total spending. This last result was not found in municipalities above 15 000 inhabitants. The estimates were obtained considering the possible endogeneity between the dependent variables and political competition. It is necessary to continue investigating the role of state and municipal governments in the development of the country.

Keywords: municipal government performance, political competition, fiscal federalism, access to drinking water, access to drainage, municipal public expenditures

Clasificación JEL D78, H71, H72, O17

Fecha de recepción: 26 de marzo de 2021.

Fecha de aceptación: 14 de junio de 2021.

1. Introducción

En México, no hay duda de que existe un desencanto político sobre la democracia y el federalismo, dos conceptos que en nuestro país han viajado juntos en las tres últimas décadas y que gozaron de una gran legitimidad. La democracia y el federalismo no produjeron las tasas de crecimiento esperadas ni tampoco una recomposición de la vida política y social del país. El crimen se encuentra en niveles elevados, los servicios públicos básicos que tenemos todos los mexicanos no han observado una mejoría clara y la corrupción continúa siendo un grave problema social y político.

Por otra parte, una de las ideas con mayor consenso en la ciencia económica es que la competencia promueve la eficiencia y el máximo bienestar social posible. Bajo esta premisa, se podría esperar que la competencia política llevara al poder a los mejores gobernantes y estos, a su vez, implementaran las mejores políticas públicas posibles para el bienestar de la población. Sin embargo, no es claro que esto suceda, pues es posible que el mercado de la política presente fallas. La competencia puede inducir a los gobernantes a implementar políticas públicas clientelares en busca del voto o a apoyar a grupos de interés específicos que los favorecen electoralmente.

Así, el objetivo de este trabajo es analizar, empíricamente, el posible impacto de la competencia política en el desempeño de los gobiernos municipales en México, teniendo a las finanzas públicas como posibles mecanismos de transmisión. Este artículo aporta a la discusión pública de dos temas relevantes: el efecto de la competencia electoral en el desarrollo económico y la importancia de los gobiernos municipales y su papel como generadores de desarrollo socioeconómico.

Este no es el primer trabajo sobre el tema para el caso de México. Cleary (2003, 2006), Moreno (2007, 2008) e Ibarra et al. (2007) ya lo han tratado.¹ Dos elementos diferencian este trabajo sobre los anteriores. El primero es el período de estudio. Moreno y Cleary investigaron el que va de 1990 a 2000. Ibarra et al. estudiaron el de 1990 a 2002. Este trabajo utiliza información hasta 2015. Es muy importante considerar un período más largo, pues como lo establecen Besley et al. (2010) y Padovano y Ricciuti (2009) la idea teórica es que la competencia política debe ser permanente y de largo plazo. El segundo elemento se refiere al método de estimación que toma en cuenta la posible endogeneidad entre la competencia

¹ Al nivel estatal, en México, el tema ha sido investigado por Velázquez (2018).

política y el desempeño gubernamental, tal como se establece en Besley et al. (2010), Padovano y Ricciuti (2009) y Acemoglu et al. (2008).

Los resultados obtenidos muestran que al nivel municipal la competencia política tiene un efecto positivo sobre la cobertura de agua potable y de drenaje, así como en el ingreso de los habitantes. Estos resultados se encontraron para el total de los municipios y también cuando se realizaron estimaciones separadas de acuerdo con el tamaño de la población de los municipios. Asimismo, se observó que hay una relación positiva entre competencia política e inversión pública, y una negativa con el gasto corriente para el total de los municipios, pero no se encontró esta relación estadística para municipios con una población mayor de 15 mil habitantes. Así, los resultados anteriores con respecto a la cobertura de agua potable y drenaje son diferentes a lo encontrado para México por Cleary (2003, 2006), Moreno (2007, 2008) e Ibarra (2007). Para los municipios con mayor población, los resultados comprueban lo encontrado por Ibarra en el sentido de que la competencia política reduce el gasto en inversión pública. En relación con la literatura internacional, los resultados apoyan lo hallado por Besley et al. (2010) para Estados Unidos y por Padovano y Ricciuti (2009) para el caso de Italia, en cuanto a que la competencia política incide en un mejor desempeño gubernamental.

Los resultados encontrados en este trabajo revelan la importancia de continuar investigando la enorme relevancia de los gobiernos municipales en el desarrollo del país. En este sentido, es importante discutir el diseño de un nuevo federalismo que le otorgue a los gobiernos locales los incentivos adecuados para innovar e incidir, de la mejor manera posible, en el bienestar de los ciudadanos. De igual forma, es necesario continuar fomentando y apoyando el fortalecimiento continuo de las instituciones que rigen la vida democrática del país.

El trabajo está organizado de la siguiente manera. En la segunda sección se aborda la motivación del trabajo y la literatura previa; en la tercera se presentan los datos, los modelos a estimar y los resultados, y por último, las conclusiones.

2. Motivación y revisión de la literatura

La competencia electoral en México tuvo su origen en las contiendas locales. La ola de victorias electorales de partidos distintos al Partido Revolucionario Institucional (PRI) en el ámbito municipal, en las dos últimas décadas del siglo

pasado, y la apertura política del partido dominante hicieron surgir elementos que apuntaban a un mejor desempeño de los gobiernos municipales y a un resurgimiento del federalismo y de la autonomía municipal, la cual recibió en 1983 un gran impulso, al menos legalmente, con la reforma constitucional al artículo 115. Rodríguez (1998) por ejemplo, consideraba que la competencia electoral, al menos al nivel local, estaba generando los incentivos adecuados para contar con mejores gobiernos municipales.

En la década de los noventa del siglo pasado también se crearon, como parte del Ramo 33 del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), el Fondo de Aportaciones a la Infraestructura Social y el Fondo de Fortalecimiento Municipal, que buscaban otorgar mayor capacidad de acción a los municipios. Como lo señala Cabrero (1998), estos procesos denominados descentralización buscaban hacer mucho más eficiente la acción pública, aunque también hubo consideraciones políticas.² México no fue el único país que lo siguió. Tanto en América Latina como en todo el mundo se observó un auge del federalismo y de la descentralización. De hecho, el Banco Mundial, en su reporte de Desarrollo del año 2000 “Entering the 21st Century”, definió a la descentralización junto con la globalización como las dos fuerzas bajo las cuales se implementaría la mayoría de las políticas de desarrollo en ese momento.

Sin embargo, poco a poco la opinión favorable de los mexicanos sobre la democracia y el federalismo se ha ido perdiendo. De acuerdo con el Reporte 2018 de Latinobarómetro, el apoyo a la democracia en México se situó en 38%, 10 puntos porcentuales menos que en la anterior medición y 25 puntos menos con respecto a la medición de 2002. Asimismo, los ciudadanos que se sienten satisfechos con los resultados de la democracia son solo 16%. Por otra parte, las personas que respondieron tener “algo” o “mucho confianza” al Congreso, a los partidos políticos y al tribunal electoral se situaron en 22%, 11% y 32%, respectivamente. La confianza en las instituciones es importante, pues influye en la participación electoral y la legitimidad de los resultados y, por tanto, en la competencia electoral.³

² Sin embargo, como bien lo señaló uno de los dictaminadores anónimos, vale preguntar si realmente estos procesos le dieron mayores potestades de toma de decisión a los gobiernos estatales y municipales o si, simplemente, fue una delegación de gestión de los recursos. Para más datos sobre la descentralización en México puede verse Cabrero (1998) y Cabrero y Martínez Vázquez (2000).

³ Cabe destacar la poca confianza que tenemos los mexicanos a los partidos políticos, organizaciones clave en la democracia mexicana, dadas las altas limitaciones que tienen

Por el lado del federalismo, basta decir que los peores casos de corrupción en los últimos años han sido cometidos por los gobernadores.

Pero la heterogeneidad observada en cuanto al desarrollo socioeconómico en el interior del país, en el ámbito municipal, sugiere que debemos seguir investigando los factores que permitan explicar estas diferencias.⁴ El tema para México es de relevancia dado el bajo crecimiento económico y la gran varianza observada en los niveles de rezago social o desarrollo humano en el nivel estatal y municipal. La Tabla 1 muestra, por ejemplo, los municipios con mayor índice de desarrollo humano (IDH) elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para 2015. En él se puede observar que en un mismo país hay municipios que tienen un IDH similar al de naciones desarrolladas y otros que presentan uno similar al de países de ingresos muy bajos.

Tabla 1. IDH de municipios mexicanos

Municipio o Alcaldías con mayor IDH	IDH
Benito Juárez (CdMx)	0.944
Miguel Hidalgo (CdMx)	0.917
San Pedro Garza García (NL)	0.901
Coyoacán (CdMx)	0.883
Cuauhtémoc (CdMx)	0.878
Municipio o alcaldías con menor IDH	
Cochoapa el Grande (Gro)	0.420
San Martín Peras (Oax)	0.425
Batopilas (Chih)	0.434
Santos Reyes Yucuna (Oax)	0.438
Colcoyán de las Flores (Oax)	0.446

Fuente: Elaboración propia con base en PNUD (2019).

Para el caso de México, Rojas (2000), Cleary (2003, 2006), Moreno (2007, 2008) e Ibarra (2007) investigaron el papel de la competencia política en los

los candidatos independientes y que los ponen en desventaja frente a los candidatos de los partidos.

⁴ La inequidad en el país también se pueda observar al nivel estatal.

servicios públicos municipales y en algunas variables de finanzas públicas también al nivel municipal. Cleary (2006), encontró que la competencia electoral no incide en la cobertura del drenaje y agua potable ni tampoco en variables de finanzas públicas, aunque sí en la participación electoral. Moreno (2007) presentó resultados similares a Cleary. Rojas (2000), por su parte, sí halló una relación positiva entre competencia y cobertura de electricidad y alcantarillado, si bien solo consideró los 300 municipios más grandes en términos de población. Ibarra (2007), por su parte, tampoco encontró un efecto de la competencia política en la cobertura de drenaje y agua potable, pero sí en variables de finanzas públicas. De manera específica, este último autor observó que a mayor competencia política mayor recaudación municipal per cápita (impuestos, servicios, derechos y aprovechamientos) y menor gasto en infraestructura. Los primeros dos autores analizaron el cambio de 1990 a 2000, mientras que Rojas estudió el período 1990-1995. Por su parte, Ibarra (2007) analizó datos de 1990 a 2002.

Por otra parte, mucho se ha discutido sobre si regímenes democráticos generan un mayor crecimiento económico que los no democráticos. También se ha estudiado si factores que se considera que inducen al crecimiento (es decir, educación, competencia, seguridad jurídica) son más propensos a estar presentes en regímenes democráticos o autoritarios. Los resultados de esta literatura no son concluyentes, si bien parece haber más resultados a favor de la democracia. Véase más información en Przeworski y Limongi (1993,) Przeworski et al. (2000), Rodrik (2000) y Doucouliagos y Ulubaşoğlu (2008) entre otros.

De igual forma están los modelos de grupos de interés de Stigler (1972), Peltzman (1976), Becker (1983) y otros. Bajo la premisa de que los políticos buscan ganar una elección, Peltzman (1976) señala que el mercado político falla en producir el máximo bienestar posible, pues los políticos favorecen a los grupos de interés que les facilitan recursos para ganar la elección. Acemoglu y Robinson (2006), por otra parte, explican que las élites favorecerán la innovación y, por tanto, el crecimiento, si hacerlo no implica perder el poder, pero la detendrán en caso contrario. Entonces, la innovación y el desarrollo dependen, en gran medida, de la competencia que puedan tener las élites.

Besley et al. (2010) desarrollaron un modelo de competencia política que señala que, a niveles bajos de competencia, los gobernantes llevan a cabo políticas públicas clientelares (en contra de políticas públicas pro crecimiento), pues les da mayor utilidad y, al mismo tiempo, están seguros de ganar la elección dada la baja competencia. Pero si la competencia política aumenta, los políticos buscan

políticas públicas pro crecimiento para poder ganar las elecciones, pues su base partidaria ya no es suficiente y necesitan los votantes columpio o independientes.⁵

Asimismo, Besley et al. (2010) estimaron su modelo empíricamente con datos en el ámbito estatal de Estados Unidos encontrando sustento para su modelo teórico. Los autores observaron un mayor crecimiento económico en entidades con mayor competencia política y políticas públicas comúnmente aceptadas como pro crecimiento (una menor recaudación impositiva con respecto al ingreso, un mayor gasto en infraestructura y una regulación más amigable). Padovano y Ricciuti (2009) hicieron lo mismo para las diferentes regiones de Italia y encontraron resultados similares.

3. Modelos y resultados

En este trabajo se busca estimar el efecto de la competencia política en el desempeño de los gobiernos municipales con datos de 1990 a 2015. El desempeño de los gobiernos se medirá a través del porcentaje de viviendas sin drenaje y sin cobertura de agua potable, por un lado, y por el ingreso promedio de los habitantes del municipio, por el otro. Una vez realizadas estas estimaciones se investiga el posible mecanismo de transmisión por medio del gasto público. El estudiar el desempeño a través de los servicios públicos mencionados es congruente con el hecho de que los votantes ven a estos servicios como responsabilidad de los gobiernos municipales (incluso si puede haber participación de los gobiernos estatal o federal a través de transferencias intergubernamentales). Cleary (2006) mostró los resultados de cuatro encuestas (Tabla 4.2 de su texto) que preguntaban a los ciudadanos por el problema local más importante. En todos ellos aparecieron los servicios públicos.

En el mismo argumento, García de Castillo (2009) afirma que, en las encuestas nacionales de presidentes municipales de 1995, el problema más importante mencionado por los gobiernos fue el agua potable y, en tercer lugar, el alcantarillado. Resultados similares se mostraron en la encuesta de 2000. Incluso si la

⁵ Los autores suponen que hay dos tipos de votantes: los partidarios (*partisan*) y los columpio (*swing*). Los primeros votan más por razones ideológicas, y los segundos por cuestiones económicas. En el modelo, el aumento en la competencia política se da por un incremento en el número relativo de votantes independientes, por una reducción de la diferencia entre el número de votantes partidarios de uno y otro partido en contienda o por una disminución en el componente ideológico de los votantes partidistas.

cobertura de servicios públicos es alta, estos temas son cruciales en términos políticos, ya que los servicios están relacionados con la vida cotidiana. Además de medir el desempeño gubernamental con la cobertura de agua potable y de drenaje como lo hicieron Moreno (2007, 2008), Cleary (2003, 2006) e Ibarra (2007), también se analizará el desempeño con el ingreso promedio de los habitantes del municipio. Esta variable busca medirlo de una manera más general.

Además de medir el desempeño a partir del ingreso de los habitantes, dos elementos diferencian este estudio de los ya señalados, que anteriormente investigaron el tema. El primero, como ya se mencionó, es el período analizado. Los trabajos anteriores básicamente estudiaron la década de 1990. En ella, como es bien sabido, empezó de manera más clara la competencia electoral, pero es interesante investigar qué ha pasado en los siguientes veinte años, pues es posible observar un comportamiento distinto una vez que se consolidó el sistema electoral. El segundo elemento es considerar la posible endogeneidad entre la variable dependiente y la competencia política. La endogeneidad es resultado de que un mayor nivel de desarrollo, en nuestro caso mayor cobertura de servicios públicos y mayor ingreso, está también relacionado con un mayor desarrollo institucional y político que resulte en mayor competencia política. Es lo que se conoce como “teoría de la modernización”. Véase, por ejemplo, Acemoglu et al. (2008) y Przeworski y Limongi (1997).

Así, se estimó un modelo de MCO2E teniendo como variables instrumentales la reforma electoral de 1996, la reforma electoral de 2007 y una variable que es el promedio de la que mide la competencia política en los diferentes municipios del estado sin contar al propio municipio. Las reformas electorales, en particular la de 1996, cambiaron radicalmente la correlación de fuerzas de los partidos políticos e hicieron que el sistema electoral fuera más confiable y legítimo. Una variable similar fue usada por Besley et al. (2010) y por Padovano y Ricciuti (2009). En la estimación también es importante considerar el tiempo del período de estudio, pues como lo señalan Padovano y Ricciuti (2009) el modelo implica que la competencia política sea permanente.

El modelo base a estimar es el siguiente:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Y_{i,t-1} + \beta_2 X_{i,t} + \alpha Z + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

donde

$Y_{i,t}$ es la variable que buscamos explicar (agua potable, drenaje o ingreso) en el municipio i en el período t . La misma variable del período anterior sirve para controlar por el hecho de que no pueden variar de manera drástica de un período a otro. Las tres variables estimadas son el porcentaje de viviendas sin cobertura de drenaje, el porcentaje de viviendas sin cobertura de agua potable y el ingreso municipal.⁶ Se tienen datos para 1990, 2000, 2005, 2010 y 2015.

$X_{i,t}$ es una variable de competencia política. En este trabajo se utilizarán dos variables de competencia política. La primera es la diferencia entre el porcentaje de votos entre los primeros dos contendientes en cada elección para presidente municipal. A esta medición se le suele denominar el margen de victoria. Esta variable también fue usada en Cleary (2003, 2006), Moreno (2007, 2008) e Ibarra (2007) para el caso mexicano. También es la utilizada por Besley et al. (2010) y Padovano y Ricciuti, (2009). La segunda es una aplicación del Índice Herfindahl Hirsch (IHH) usando el porcentaje de voto de los partidos.⁷ En cualquier caso, un valor mayor de la variable implica menos competencia política.

Z es un vector de variables de control que incluye a la población del municipio, el índice de marginación del municipio, el porcentaje de las aportaciones que recibe el municipio como proporción de los ingresos totales, y el gasto total per cápita. Esta última variable busca controlar la capacidad financiera del municipio. Las aportaciones controlan el hecho de que los recursos provenientes del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social se utilizan, principalmente, para infraestructura que comprende el drenaje y el agua potable. La población busca controlar por el hecho de que la capacidad de financiamiento dado el impuesto predial y los costos de los servicios públicos (por economías de escala) puede ser diferente según el tamaño del municipio. El índice de marginación es una medida

⁶ Los datos de cobertura de los servicios públicos y de la población fueron obtenidos de los diferentes censos y conteos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). El índice de marginación fue obtenido de Conapo. La información sobre las aportaciones proviene de las Finanzas Públicas Estatales y Municipales del INEGI. Los datos sobre la competencia política fue obtenida de cada uno de los institutos electorales de las entidades federativas o de sus organismos públicos electorales. Se agradece a Heidi Smith por los datos del ingreso municipal.

⁷ Una adecuación del IHH se suele conocer como el número efectivo de partidos, y fue desarrollada por Laakso y Taagepera (1979). Cleary (2006) presenta razones por las cuales se considera que, para este tipo de estudios, el margen de victoria representa, de mejor forma, lo que busca el modelo y algunas inconsistencias de las mediciones basadas en el número efectivo de partidos o fraccionalización del poder. Sin embargo, se presentan los resultados con las dos formas de medir la variable como prueba de robustez.

del desarrollo del municipio. Cabe señalar que estas variables o proxies de estas fueron usadas en los trabajos anteriores.

Las Tablas 2 y 3 presentan los resultados para la cobertura de agua y de drenaje.⁸ El coeficiente de población es negativo y estadísticamente significativo. A mayor población, menor porcentaje de viviendas sin cobertura de drenaje o agua potable. En relación con el índice de marginación, el coeficiente es positivo y también estadísticamente diferente de cero. El signo de los coeficientes ya mencionados es conforme a lo esperado. Por su parte, en relación con el porcentaje de las aportaciones, el signo es negativo, como se esperaría, aunque solo es estadísticamente significativo cuando se incluyen efectos estatales. El gasto total no es estadísticamente significativo.

Como ya se señaló anteriormente, el modelo se estimó con dos formas de medir la competencia política: el margen de victoria (columnas 1 y 2 de las tablas 2 y 3) y el IHH (columnas 3 y 4). Es importante recordar que dado como están medidas, en ambas variables un valor más grande indica menor competencia política. También se estimaron los modelos con efectos estatales y sin ellos. Así, para el caso del drenaje los coeficientes de la variable de competencia política, ya sea si se usa el margen de victoria o el IHH y si el modelo presenta o no variables dicotómicas por entidad federativa, son positivos conforme a la teoría. Es decir, a menor competencia política mayor porcentaje de viviendas sin drenaje, si bien no en todos los casos los coeficientes fueron estadísticamente diferentes a cero. En cuanto al agua, el coeficiente de la variable competencia política, ya sea el margen de victoria o el IHH, es positivo y estadísticamente significativo. Los resultados sugieren una relación positiva entre competencia política y mejor desempeño de los gobiernos municipales, medido este último como la cobertura de drenaje y de agua potable.⁹

La Tabla 4 presenta los resultados cuando la variable dependiente es el ingreso. En este caso se puede observar que a mayor competencia política mayor ingreso.

⁸ Dado que las variables dependientes en este caso son un porcentaje, y que a medida que se alcanzan coberturas altas es más difícil incrementarlas, se asume una relación no lineal. Así, para tratar de modelar esta relación no lineal la variable dependiente se expresa en términos del logaritmo natural de la “razón de probabilidades (*odds ratio*)”. Además, esta transformación evita valores que caen fuera del rango 0-100. El valor de las variables de competencia política es el promedio del período de las elecciones para presidentes municipales.

⁹ Dado el elemento autorregresivo en el modelo es posible que se presente un problema de correlación de nuestra variable y los errores. Así, también se estimaron los modelos de cobertura de drenaje y de agua potable utilizando el método de Arellano-Bond. Los resultados fueron similares a los reportados en las Tablas.

Competencia política y desempeño de los gobiernos municipales

Tabla 2. Drenaje

Variable independiente	(1)	(2)	(3)	(4)
Drenaje t-1	4.680***	4.222***	4.611***	4.234***
	(0.042)	(0.045)	(0.043)	(0.040)
Población	-1.03e-06***	-1.03e-06***	-1.01e-06***	-1.03e-06***
	(7.98e-08)	(7.98e-08)	(7.97e-08)	(7.98e-08)
Marginación	0.379***	0.497***	0.377***	0.495***
	0.0135)	(0.015)	(0.013)	(0.015)
Aportaciones	-0.013	-0.106**	0.051	-0.104**
	(0.045)	(0.046)	(0.046)	(0.046)
Gasto total	-3.11e-06	-0.000	-2.10e-06	-1.1e-05
	2.72e-06	(2.83e-06)	(2.71e-06)	(2.83e-06)
Margen	0.027	0.953***		
	0.107	(0.132)		
IHH			0.652***	0.929***
			(0.115)	(0.148)
Constante	-3.138***	-1.969***	-3.463***	-2.277***
	(0.040)	(0.184)	(0.066)	(0.194)
Efectos estatales	No	Sí	No	Sí
Número de observaciones	8520	8520	8520	8520
R ²	0.821	0.836	0.822	0.836

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Errores estándar entre paréntesis.

*** significativo al 1%, **significativo al 5%, *significativo al 10%.

Tabla 3. Agua potable

Variable independiente	(1)	(2)	(3)	(4)
Agua t-1	5.162***	4.753***	5.193***	4.743***
	(0.057)	(0.058)	(0.057)	(0.058)
Población	-2.16e-07***	-4.75e-07***	-2.10e-07**	-4.76e-07***
	(8.86e-08)	(8.90e-08)	(8.89e-08)	(8.89e-08)
Marginación	0.222***	0.272***	0.205***	0.270***
	(0.013)	(0.015)	(0.014)	(0.015)
Aportaciones	-0.107**	-0.251***	-0.120**	-0.212***
	(0.049)	(0.050)	(0.050)	(0.051)
Gasto total	-2.37e-05	-2.26e-05***	2.48e-05***	
	(2.99e-06)	(3.11e-06)	(2.99e-06)	
Margen	1.143***	1.826***		
	(0.116)	(0.144)		
IHH			-0.939***	2.19***
			(0.124)	(0.162)
Constante	-3.561***	-2.677***	-3.759***	-3.357***
	(0.043)	(0.201)	(0.075)	(0.213)
Efectos estatales	No	Sí	No	Sí
Número de observaciones	8465	8465	8465	8465
R ²	0.686	0.7108	0.685	0.710

Fuente: Elaboración propia

Nota: Errores estándar entre paréntesis.

*** significativo al 1%, **significativo al 5%, *significativo al 10%.

Los coeficientes de las dos variables de competencia política son negativos y estadísticamente significativos. Estos resultados son congruentes con lo encontrado por Besley et al. (2010) y Padovano y Ricciuti (2009) para los estados y regiones de Estados Unidos e Italia, respectivamente, y por Velázquez (2018) para el caso de las entidades federativas.

Tabla 4. Ingreso

Variable independiente	(1)	(2)	(3)	(4)
Población	3.35e-07*** (3.77e-08)	2.89e-07*** (3.67e-08)	3.18e-07*** (3.75e-08)	2.95e-07*** (3.67e-08)
Marginación	-0.466*** (0.004)	-0.438*** (0.005)	-0.446*** (0.004)	-0.436*** (0.005)
Aportaciones	0.695*** (0.020)	0.745*** (0.020)	0.670*** (0.020)	0.722*** (0.20)
Gasto total	1.70e-05*** (1.17e-06)	1.06e-05*** (1.17e-06)	1.76e-05*** (1.17e-06)	1.04e-05*** (1.17e-06)
Margen	-1.003*** (0.049)	-1.400*** (0.054)		
IHH			-1.129*** (0.052)	-1.556*** (0.061)
Constante	6.906*** (0.017)	7.375*** (0.089)	7.245*** (0.030)	7.830*** (0.093)
Efectos estatales	No	Sí	No	Sí
Número de observaciones	6197	6197	6197	61947
R ²	0.696	0.738	0.698	0.737

Fuente: Elaboración propia

Nota: Errores estándar entre paréntesis.

*** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

Además de las estimaciones anteriores, se estimaron los modelos, pero separando el total de los municipios por su tamaño poblacional. Se clasificaron en los de menos de 15 mil habitantes en 1990, en aquellos entre 15 mil y 100 mil habitantes, y en los mayores de 100 mil. Es posible que dependiendo del tamaño los municipios tengan lógicas de comportamiento gubernamental distintas, ya sea

por el desarrollo institucional y por el tipo de relación de gobernante-ciudadano.¹⁰ Padovano y Ricciuti (2009) señalan, por ejemplo, que quizá en entidades políticas más grandes existe una mayor asimetría de información de los ciudadanos que lleva al establecimiento de políticas públicas diferentes. La Tabla 5 presenta el signo de los coeficientes de la variable “margen de victoria” resultantes de estimaciones con las variables de control utilizadas en los modelos anteriores y efectos estatales. Los resultados indican que la competencia política está asociada a un mejor desempeño gubernamental medido como cobertura de drenaje y de agua, por un lado, y por el ingreso, por el otro, en los tres tipos de municipios.¹¹

Tabla 5. Estimaciones por tamaño poblacional del municipio

Población del municipio	Drenaje	Agua	Ingreso
Hasta 15 000 habitantes	+***	+***	-***
Entre 15 000 y 100 000 habitantes	+***	+***	-***
Más de 100 000 habitantes	+***	+***	-***

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se presentan los coeficientes de la variable “margen de victoria”. Las regresiones de las cuales se obtuvieron estos coeficientes se realizaron con todas las variables de control anteriores y con efectos estatales.

***Significativas al 1%.

Los resultados anteriores sugieren que la competencia política induce a un mejor desempeño de los gobiernos. Pero ¿cuáles pueden ser las políticas públicas o los mecanismos que llevan a este mejor desempeño? Siguiendo trabajos similares, también se estimó el posible efecto de la competencia política en diversas variables de finanzas públicas municipales. La idea detrás de estas estimaciones es que el gasto público es un reflejo de lo que busca un gobierno. Entonces, si debido a la competencia política, una presidenta o presidente municipal busca más cobertura de servicios públicos o generar mayores ingresos para sus habitantes, se esperaría un mayor gasto, por ejemplo, en inversión pública y un menor gasto corriente.

La Tabla 6 muestra los resultados de estimaciones en las que el gasto en inversión pública, medido como proporción del gasto total, es la variable dependiente,

¹⁰ Gracias al dictaminador anónimo sugiero esta situación.

¹¹ También se realizaron estimaciones utilizando como variable de competencia política el IHH. Los resultados fueron iguales a los reportados con la variable “margen de victoria” y anotados en la Tabla 4. Los resultados están a disposición del lector que los solicite.

mientras que la competencia política, la población, el índice de marginación y el gasto total per cápita son las variables independientes. Al igual que en las regresiones anteriores, los modelos fueron estimados por MCO2E para resolver el problema de endogeneidad ya descrito anteriormente, y la variable dependiente expresada en el logaritmo de la razón de probabilidades.

Tabla 6. Gasto en inversión pública

	(1)	(2)	(3)	(4)
Población	2.94e-07*** (4.49e-08)	2.33e-07*** (4.48e-08)	2.52e-07*** (4.48e-08)	2.07e-07*** (4.49e-08)
Marginación	0.371*** (0.006)	0.231*** (0.007)	0.397*** (0.006)	0.252*** (0.007)
Gasto total	5.86e-05*** (2.18e-06)	9.69e-05*** (2.31e-06)	5.84e-05*** (2.10e-06)	9.41e-05*** (2.23e-06)
Margen	-0.650*** (0.052)	-0.500*** (0.054)		
IHH			-1.429*** (0.066)	-1.192*** (0.069)
Constante	-1.138*** (0.014)	-2.255*** (0.105)	-0.618*** (0.032)	-1.753*** (0.109)
Efectos estatales	No	Sí	No	Sí
Observaciones	44 450	44 450	45 040	45 040
R ²	0.087	0.169	0.098	0.172

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Errores estándar entre paréntesis. La variable dependiente está expresada en log ratios.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Como se puede observar en la Tabla 6, el coeficiente de la variable de competencia política para el gasto en inversión es negativo, como se esperaba, y estadísticamente significativo sin importar si esta fue medida a través de la variable margen o IHH. Cabe recordar que, para las variables margen de victoria e IHH, una cifra mayor implica menor competencia política, por lo que un coeficiente negativo significa una asociación positiva entre el gasto y la competencia política.

Los resultados señalan que una posible explicación de una mayor cobertura de agua potable y drenaje y un mayor ingreso se pueda deber a un aumento en el gasto en inversión pública.¹²

Sin embargo, cuando se clasifican los municipios por su tamaño poblacional, los resultados muestran que la asociación positiva entre competencia política y gasto en inversión pública no es válida para los municipios con población mayor a 15 mil habitantes. Los resultados muestran un coeficiente positivo de las variables de competencia política, si bien no siempre estadísticamente significativos.¹³ Una posible explicación es que en localidades de mayor tamaño poblacional la lógica política es distinta y, por tanto, un mayor gasto en inversión pública implica menor gasto en transferencias o subsidios y gasto corriente. Esta explicación la da Ibarra (2007) quien encuentra en su estudio una asociación negativa entre gasto en inversión pública y competencia política.

Por último, la Tabla 7 presenta una estimación de los ingresos propios de los municipios. La razón de llevar a cabo este último modelo es que comúnmente se asume que un presidente municipal, para tener un buen desempeño, necesita recursos y, por tanto, querrá incrementar sus ingresos propios. Es decir, se asume buen gobernante con mayores ingresos propios. Los trabajos de Rodríguez (1998), Cleary (2003, 2006) y Moreno (2007, 2008) están de acuerdo con esta posición, por ejemplo. Moreno y Cleary no encontraron un efecto estadísticamente significativo entre ingresos propios, aunque sí lo hizo Ibarra (2007). En el caso de este trabajo, sin embargo, los resultados indican una asociación negativa entre competencia política e ingresos propios (el coeficiente positivo indica que a menor competencia mayores ingresos propios). Los resultados se mantienen aun cuando las estimaciones se realizan de manera separada para municipios de diferente población. Una posible explicación es que los ingresos propios para la mayoría de los municipios suelen ser una proporción pequeña de sus ingresos totales, por lo que, aun esforzándose en aumentarlos, los ingresos municipales totales no cambiarán drásticamente. Y, por el contrario, un mayor esfuerzo recaudatorio podría implicar un desgaste político. Sin embargo, esta explicación

¹² También se realizó una estimación teniendo como variable dependiente el porcentaje del gasto corriente con respecto del gasto total. Como era de esperarse, dado lo que se encontró para la inversión pública, los resultados indican una asociación negativa entre competencia política y gasto corriente.

¹³ Por motivos de espacio no se muestran los resultados, pero se encuentran a disposición del lector interesado.

es menos probable en el caso de municipios de tamaño poblacional grande, pues en ellos los ingresos propios son más importantes.

Tabla 7. Ingresos propios

	(1)	(2)	(3)	(4)
Población	9.17e-07*** (4.36e-08)	7.84e-07*** (4.08e-08)	9.72e-06*** (4.36e-08)	8.60e-07*** (4.05e-08)
Marginación	-0.919*** (0.006)	-0.878*** (0.007)	-0.915*** (0.006)	-0.895*** (0.007)
Gasto total	-1.10e-05*** (2.12e-06)	-9.76e-05*** (2-10e-06)	1.25e-04*** (2.04e-06)	1.10e-04*** (2.01e-06)
Margen	1.696*** (0.051)	2.546*** (0.049)		
IHH			1.6251*** (0.056)	3.095*** (0.057)
Constante	-2.758*** (0.013)	-2.340*** (0.095)	-3.124*** (0.027)	-2.757*** (0.095)
Efectos estatales	No	Sí	No	Sí
Observaciones	45 191	45 191	46 756	46 756
R ²	0.393	0.514	0.393	0.521

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Errores estándar entre paréntesis. La variable dependiente está expresada en log ratios

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

4. Conclusiones

En este trabajo se investigó el posible efecto positivo de la competencia política en el desempeño de los gobiernos municipales y en diversas variables de finanzas públicas como ejemplo de políticas públicas pro crecimiento y clientelares. Se utilizaron datos de 1990 a 2015. Un elemento importante del estudio es que se corrigió por la posible endogeneidad entre las variables dependientes y la competencia política, tal como lo señala la “teoría de la modernización” y trabajos como el de Acemoglu et al. (2008). Los resultados sugieren una asociación

entre la competencia política y el desempeño de los municipios, lo cual puede ser explicado por una asociación también positiva entre competencia y gasto en inversión pública.

A la luz de los resultados y de los temas estudiados, es importante continuar investigando y discutiendo la gran relevancia que tienen los gobiernos locales en el desarrollo del país y en el bienestar de los ciudadanos. Por lo anterior, se debe impulsar un debate sobre el diseño del federalismo en México que permita una mejor alineación de las responsabilidades, tanto asignativas como impositivas de cada nivel de gobierno. De igual forma, es preciso que las entidades federativas y los municipios desarrollen instituciones que faciliten e impulsen la competencia política. Estas instituciones no solo se refieren a las electorales o jurídicas o de gobierno, sino también a las de la sociedad civil, como por ejemplo una prensa crítica que cumpla su función de vigilar y escudriñar las actividades de los gobernantes.

Referencias

- Acemoglu, D., Johnson, S. Robinson, J. y Yared, P. (2008). Income and Democracy. *American Economic Review*, 98(3), 808-842.
- Acemoglu, D. y Robinson, J. (2006). Economic Backwardness in Political Perspective. *American Political Science Review*, 100(19), 115-131.
- Becker, G. (1983). A Theory of competition among pressure groups for political influence. *Quarterly Journal of Economics*, 98, 371-400.
- Besley, T., Persson, T. y Sturn, D. (2010). Political Competition, Policy and Growth: Theory and Evidence from the United States. *Review of Economic Studies*, 77(3), 1329-1352.
- Bonet, J. y Rueda, C. (2012). Esfuerzo fiscal de los estados mexicanos. *IDB Working Paper Series* NO. IDB-WP-354, Washington, D. C.: IDB.
- Cabrero, E. (Coord.). (1998). *Las políticas descentralizadoras en México (1983-1993). Logros y desencantos*. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa, CIDE.
- Cabrero, E. y Martínez-Vázquez J. (2000). Assignment of Spending Responsibilities and Service Delivery. En M. Giugale y S. Webb, *Achievements and Challenges of Fiscal Decentralization* (pp. 139-174). The International Bank for Reconstruction and Development. World Bank.

- Castañeda, L. y Pardinás, J. (2012). Subnational Revenue Mobilization in Mexico. *IDB Working Paper Series* NO. IDB-WP-354. Washington, D. C.: IDB,
- Cleary, M. (2003). Competencia electoral, influencia ciudadana y desempeño del gobierno en los municipios mexicanos. *Política y Gobierno*, X(1), 183-217.
- Cleary, M. (2006). *The sources of Democratic Responsiveness in Mexico*. Indiana: University of Notre Dame Press.
- De Remes, A. (2006). Democratization and Dispersion of Power: New Scenarios in Mexican Federalism. *Mexican Studies*, 22, 175-204.
- Doucouliağos, H. y Ulubaşođlu. M. A. (2008). Democracy and Economic Growth. *American Journal of Political Science*, 52(1), 61-83.
- García, R., & Gómez, P. (2009). Servicios Públicos en los gobiernos locales: Un análisis a través de las encuestas municipales. *Los gobiernos municipales a debate. Un análisis de la institución municipal a través de la encuesta Inegi*, 157-213.
- Ibarra, J. F., Somuano, M. F., & Ortega, R. Y. (2007). La competencia electoral y su impacto en el desempeño hacendario de los municipios en México. *Foro Internacional*, 465-492.
- Laaskso, M. y Taagepera, R. (1979). Effective number of parties. A measure with application to West Europe. *Comparative Political Studies*, 12(1), 3-27.
- Latinobarómetro. (2018). "Reporte 2018". <http://www.latinobarometro.org> (15 de febrero de 2021).
- Moreno, C. (2007). Do Competitive Elections Produce Better-Quality Governments? Evidence from Mexican Municipalities, 1990-2000. *Latin American Research Review*, 42(2), 136-153.
- Moreno, C.. (2008). *Democracia electoral y calidad gubernativa*. Guadalajara: ITESO.
- Padovano, F. y Ricciuti, R. (2009). Political competition and economic performance: evidence from the Italian Regions. *Public Choice*, 138, 263-277
- Peltzman, S. (1976). Towards a More General Theory of Economic Regulation. *Journal of Law and Economics*, 19, 211-240.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (30 de mayo de 2019). *Informe de Desarrollo Humano 2010-2015. Transformando México desde lo local*. <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/informe-de-desarrollo-humano-municipal-2010-2015--transformando-.html>
- Przeworski, A. y Limongi, F. (1993). Political regimes and Economic Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, Summer, 51-69.
- Przeworski, A. y Limongi, F. (1997). Modernization Theories and Facts. *World Politics*, 49(2), 155-183.
- Przeworski, A., Alvarez, M., Cheibub, J. y Limongi, F. (2000). *Democracy and Development: Political Institutions and Material Well Being in the World, 1950-1990*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Rodríguez, V. E. (1998). Opening the Electoral Space in Mexico: The Rise of the Opposition at the State and Local Levels. En H. A. Dietz y G. Shidlo (Eds.), *Urban Elections in Democratic Latin America* (pp. 163-197). Wilmington, DE: SR Books.
- Rodrik, D. (2000). Institutions for High Quality Growth: What they are and How to acquire them. *Studies in International Comparative Development*, 35(3), 3-31.
- Rojas, M. (2000). Political Contestability and Economic Performance: Mexico's Municipalities 1989-1995. En Llouy-Reason, L. y Wall, S. (Eds.), *Dimensions of Competitiveness: Issues and Policies*. Reino Unido: Edwar Elgar Publishers.
- Stigler, G. (1972). Economic competition and political competition. *Public Choice*, 13, 91-106.
- Velázquez, C. (2018). Crecimiento económico y competencia policía en las entidades federativas mexicanas. En A. Mendoza (Coord.), *Los incentivos perversos del federalismo fiscal mexicano*. México: FCE.
- Weingast, B. (2009). Second Generation Fiscal Federalism: The Implications of Fiscal Incentives. *Journal of Urban Economics*, 65(3), 279-293.



Brechas salariales por autoidentificación indígena y rasgos lingüísticos en México*

*Wage gaps due to indigenous self-identification
and linguistic traits in Mexico*

Eva O. Arceo-Gómez
Universidad Iberoamericana, Departamento de Economía
eva.arceo@ibero.mx

Pedro J. Torres L.
Universidad Iberoamericana, Departamento de Economía

*Agradecemos los comentarios de Gabriela Luna, Thibaut Plassot, Irving Rosales, Isidro Soloaga y dos dictaminadores anónimos. Los errores restantes son solo nuestros.

Resumen

México es un país altamente desigual y el origen étnico-racial es una de las dimensiones que contribuyen a esta desigualdad. Estudios anteriores han analizado las diferencias salariales por origen-étnico racial y rasgos lingüísticos, pero hasta ahora ninguno ha reconocido que la autoidentificación indígena puede llevar a sesgos de selección en el análisis. En este artículo resolvemos este problema mediante la estimación de un modelo con cambio de régimen, el cual estima, en una primera etapa, la selección en la autoidentificación y, en una segunda, dos ecuaciones de los salarios según cómo se autoidentificó el trabajador. El modelo revela que la mayor parte del diferencial en el promedio de los salarios entre aquellos que se identifican como indígenas y aquellos que no se debe al sesgo de selección. A pesar de esto persiste un diferencial que no se explica por las características observadas ni la autoselección de estas subpoblaciones, el cual se podría deber a discriminación. Estos resultados contrastan con descomposiciones de Oaxaca tradicionales en que no se considera el sesgo de selección y apuntan a que la educación es el factor que más contribuye a la desigualdad salarial étnico-racial.

Palabras clave: brecha salarial; origen étnico; rasgos lingüísticos; México; regresión con cambio de régimen; autoidentificación indígena.

Abstract

Mexico is a highly unequal country, and ethno-racial origin is one of the dimensions contributing to this inequality. Previous studies have analyzed wage differences by ethno-racial origin and linguistic traits. Still, so far, no study has recognized that indigenous self-identification can lead to selection biases in the analysis. In this article, we solve this problem by estimating a switching regression model, which in a first stage estimates the selection in self-identification, and in a second stage, two wage equations according to how the worker self-identified. The model reveals that most of the difference in average wages between those who identify as indigenous and those who do not is due to selection bias. Despite this, an unexplained differential persists (unexplained by observed characteristics or self-selection), which could be due to discrimination. These results contrast with traditional Oaxaca decompositions in which selection bias is not considered and suggest that education is the factor that contributes the most to ethnic-racial wage inequality.

Keywords: wage gap; ethnic origin; linguistic traits; Mexico; switching regression; indigenous self-identification.

Clasificación JEL: J15, J31, J71, O54.

Fecha de recepción: 11 de mayo de 2021

Fecha de aceptación: 28 de junio de 2021

1. Introducción

México es un país con altos niveles de desigualdad (El Colegio de México, 2018). A pesar de que 23% de la población se autoidentifica como indígena y que 7% habla una lengua indígena, la literatura en economía no ha explorado a profundidad el origen étnico como una causal de esta desigualdad.¹ Usando los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) de 2018, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) estimó que casi 72% de la población indígena tenía ingresos por debajo de la línea de pobreza; por el contrario, solo 46% de la población no indígena vive con ingresos menores a la línea de pobreza (Coneval, 2021). Una fuente de esta desigualdad en los niveles de vida son las remuneraciones laborales, las cuales constituyen alrededor de 70% de los ingresos totales de los hogares (ENIGH, 2018).² En contraste con las brechas salariales por género, las brechas salariales por origen étnico de la población han sido poco exploradas en las ciencias económicas (Aguilar-Rodríguez et al., 2018; Canedo, 2019; Cano-Urbina y Mason, 2016; Hisamatsu y Ukeda, 2002, constituyen notables excepciones).

El objetivo de este artículo es estimar la brecha salarial por autoidentificación indígena, distinguiendo entre aquellos trabajadores que hablan una lengua indígena, los que solo hablan español y quienes hablan tanto una lengua indígena como español.³ Como parte de nuestro análisis realizamos una descomposición de Oaxaca-Blinder (Blinder, 1973; Oaxaca, 1973) para estimar la proporción de la brecha que es explicada por diferencias en las características de la población autoidentificada como indígena y aquella no indígena. Sin embargo, la autoidentificación indígena puede estar ligada a características observables y no observables de los trabajadores, provocando así un sesgo de selección en las estimaciones de la brecha salarial. Para resolver esto, también estimamos un modelo

¹ De hecho, Advani et al. (2021) muestran que las disparidades raciales son mucho menos estudiadas en economía que en sociología o ciencias políticas; esto a pesar de que se publica mayor volumen en economía. Además, los economistas tienden a sobreestimar la cantidad de artículos publicados sobre cuestiones raciales en economía mucho más que en otras ciencias sociales.

² Esta cifra está basada en el promedio del ingreso total corriente y en el promedio del ingreso laboral de los hogares mexicanos.

³ La autoidentificación o autoadscripción étnica se determinan a partir de la pregunta 13, Sección III, del cuestionario de hogares de la ENIGH 2018: “De acuerdo con la cultura de (NOMBRE), ¿ella (él) se considera indígena?”

de regresión con cambio de régimen (*switching regression model*), el cual modela, en su primera etapa, la selección de identificación indígena y, en su segunda etapa, estima dos modelos de la ecuación salarial correspondientes a la población indígena de trabajadores y a la población no indígena de trabajadores. La aplicación de este modelo de cambio de régimen para el caso de las brechas salariales por origen étnico, así como la descomposición de Oaxaca que se desprende de él, constituyen nuestra principal contribución a la literatura.

A raíz del imperialismo europeo en el siglo xv y del impacto de los procesos de colonización sobre las relaciones étnicas de las colonias, muchos países sufren disparidades étnico-raciales con respecto a los estándares de vida. En México, los pueblos originarios se encuentran en las zonas más marginadas, donde la constante son menores oportunidades educativas, laborales y, en general, de desarrollo. Hoy en día existen más de 60 culturas indígenas en México, alrededor de 19.14% de la población se autoidentifica como indígena y 6.1% habla una lengua nativa.⁴ De acuerdo con el informe de “Diversidad étnico-racial en México y su influencia en la movilidad social” desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (Rojas Lomelín et al., 2019), la mayor concentración de las personas que se autoidentifican como indígenas se encuentra en la región sur del país, donde en su momento predominaron las culturas mesoamericanas y hubo una menor cantidad de asentamientos europeos. En los estados de Guerrero, Puebla, Hidalgo, Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Oaxaca y Yucatán se reporta una proporción de población indígena mayor a 20% (Figura 1).

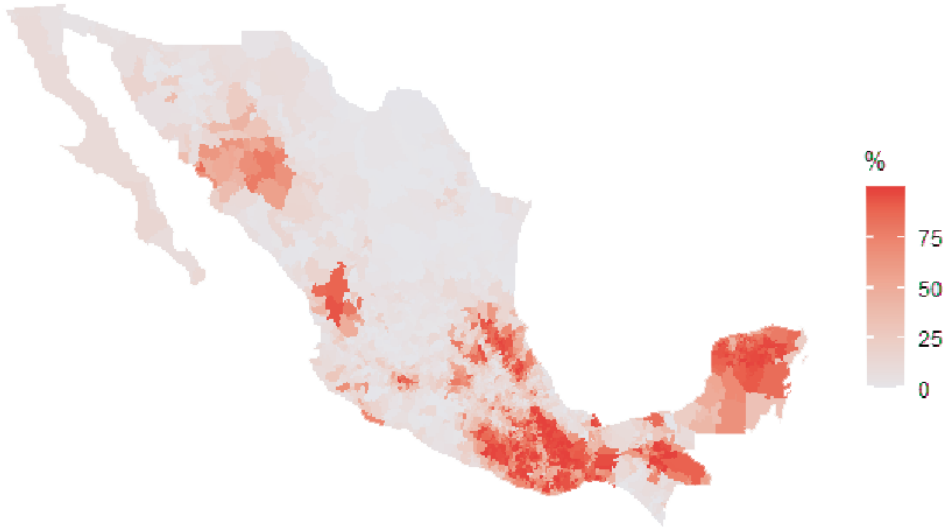
Diversos informes y estudios han encontrado que en México existe un rezago asociado a las características étnico-raciales de los individuos en materia de educación, ingresos y riqueza. En el tema educativo, factores como el tono de piel, el habla de una lengua indígena (ya sea por uno mismo o por los padres) y la autoadscripción étnica presentan tasas de acceso, rendimiento y terminación escolar inferiores (Suárez Blanch, 2006; Rojas Lomelín et al., 2019; Solís et al., 2019a). En particular, Solís et al. (2019b) encuentran que 43% de las personas hablantes de una lengua indígena no tiene primaria completa y solo 9% alcanza el nivel medio superior.

Además, la autoidentificación indígena y el habla de una lengua indígena se asocian a menores ingresos laborales, los cuales constituyen en promedio 70% de los ingresos corrientes totales de los hogares (ENIGH, 2018). De la población indígena que se encuentra ocupada, 35% no recibe un salario; en contraste, para

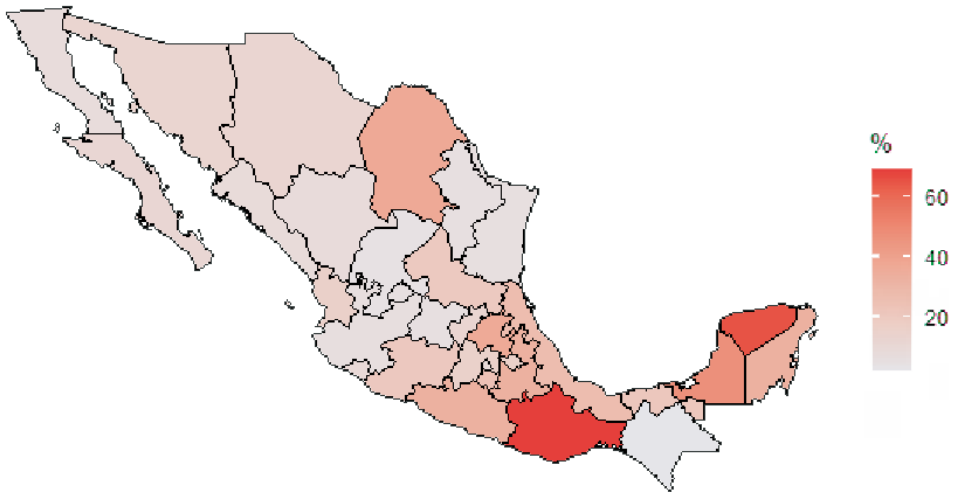
⁴ Datos estimados del Censo de Población y Vivienda 2020.

Figura 1. Porcentaje de la población que se identifica como indígena

A. A nivel municipal



B. A nivel estatal



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).
Panel (A) muestra el porcentaje de la población que se identifica como indígena por municipio; mientras que el Panel (B) lo hace por estado.

la población total esta cifra se encuentra en 25%. Cano-Urbina y Mason (2016) estimaron que las personas que se consideran indígenas ganan en promedio 9% menos que la población no indígena, incluso después de controlar por años de educación, edad, ocupación e industria. Entre aquellos que se identifican como indígenas, los bilingües (español y una lengua indígena) perciben un mayor salario que los monolingües (solo lengua indígena); esto sería de esperarse dado que el idioma predominante en México es el español. Sin embargo, aquellos que solo hablan español perciben un mayor salario que quienes son bilingües (Gutiérrez Chong, 2012), lo que parece ser contra intuitivo con respecto a la teoría del capital humano: se esperaría que la lengua indígena, sin tener una ventaja para el mercado, cuando menos no perjudicaría.

Canedo (2019) estima que quienes no hablan lenguas indígenas reciben mayores retornos por su capital humano que los que sí hablan dichas lenguas, pero no incluye en su análisis a la autoidentificación indígena. También encuentra que esta desigualdad es mayor en los deciles bajos de la distribución de ingresos en el país. Canedo (2019) estima la brecha étnica en salarios promedio en alrededor de 82%. A través de una descomposición de Oaxaca-Blinder encuentra que solo 32% de esta brecha es explicada por diferencias en las características de los trabajadores, por lo que la autora infiere que gran parte de la brecha es debido a discriminación. Por otro lado, Hisamatsu y Ukeda (2002) indican que la discriminación salarial hacia los pueblos indígenas se explica en 85% por factores relacionados al ingreso, mientras que el otro 15% se debe a desventajas por la identificación cultural o características no observables como la discriminación. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Aguilar-Rodríguez et al. (2018) y Horbath (2008).

Si bien todos los estudios enfocados en brechas salariales por origen étnico son incapaces de atribuir las diferencias únicamente a la discriminación, existen tres investigaciones que refieren el impacto del tono de piel en resultados de vida. En un mercado laboral muy particular, Campos-Vázquez (2021) midió el precio del tono de piel: escorts con tonos de piel más oscuros cobran 10% menos que aquellas con todos de piel más claros, después de controlar por la edad y otras características físicas. En un experimento controlado de campo, Arceo-Gómez y Campos-Vázquez (2014) encontraron que las mujeres con tonos de piel más oscuros reciben menos entrevistas de trabajo que quienes tienen tonos de piel clara. Finalmente, en un experimento de laboratorio, Campos-Vázquez et al. (2017) hallaron que los estereotipos asociados a la identidad indígena y al

tono de piel impactan, incluso, las aspiraciones de los adolescentes, lo cual, a su vez, podría incidir de manera negativa en sus resultados de vida. Los hallazgos de este experimento nos llevaron a cuestionarnos si la propia autoidentificación indígena podría sesgar los resultados de las estimaciones de brechas salariales. Además, la existencia de estas diferencias en investigaciones experimentales justifica el estudio de las brechas salariales, aunque estas no se puedan atribuir solo a la discriminación. Las brechas en sí son multicausales.

En este trabajo buscamos identificar las diferencias en los pagos relacionados con los diferentes aspectos del capital humano y rasgos lingüísticos en el salario de los individuos de acuerdo con su identificación indígena. Esto lo llevamos a cabo en tres pasos usando datos de ENIGH 2018. Primero, estimamos un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en el cual tomamos en cuenta identificación indígena y rasgos lingüísticos. A partir de este modelo estimamos una descomposición a la Oaxaca-Blinder de la brecha salarial, la cual difiere de Canedo (2019) por la inclusión de rasgos lingüísticos en la población. La descomposición de Oaxaca revela que todavía 60% de la brecha salarial se debe a diferencias en características, y casi todo el resto a diferencias en el retorno a dichas características.

En tanto que Cano-Urbina y Mason (2016) aprecian que las personas que dejan de identificarse como indígenas mejoran sus condiciones salariales en México, y relacionan este resultado a un proceso de aculturación, es necesario corregir por selección a la identidad indígena. El proceso de aculturación y de creación de una identidad podría ser estratégico y una decisión consciente de las personas. Ante la existencia de discriminación, las personas indígenas pueden adaptar su identidad a una norma social donde las no indígenas se consideran mejores, más preparadas, o más productivas. La propia existencia de tratamientos para aclarar la piel ilustra cómo las personas manipulan su tono de piel para adaptarse a una norma de belleza más aceptada. Desde un punto de vista económico, los individuos no incurrirían en este costo si no tuviese un retorno, el cual se puede dar en el mercado laboral, en el matrimonio u otros contextos sociales. Además, como hallaron Campos-Vázquez et al. (2017), la identidad indígena podría impactar las aspiraciones de las personas. Por ello, es importante tomar en cuenta que la autoidentificación indígena podría ser una variable endógena que induce sesgos de selección en las estimaciones que hallamos actualmente en la literatura. Aquí proponemos corregir posibles sesgos de selección a través de un modelo de regresión con cambio de régimen. En este, en una primera etapa, se corrige por la autoselección de los individuos de identificarse como indígenas, para así, en una

segunda, estimar las diferencias en los pagos a través de regresiones específicas para población indígena y no indígena. Adicionalmente, y en contraste con Canedo (2019), estimamos una descomposición tipo Oaxaca-Blinder que considera tanto la autoidentificación indígena como los rasgos lingüísticos de los trabajadores. Los resultados sugieren una brecha salarial con respecto a la identificación indígena de 8%; asimismo, encuentra que aquellos individuos que no se identifican como indígena, pero hablan una lengua indígena (es decir, que son bilingües), reciben mayores remuneraciones que aquellos que son bilingües y se identifican como indígenas. Con respecto a la educación, no se encuentra una diferencia a las remuneraciones del factor capital humano por identificación indígena. La corrección por selección provoca que las características tengan mayor peso en la descomposición de Oaxaca que en la descomposición con el modelo lineal.

En el apartado 2 presentamos los datos y un breve análisis descriptivo de las diferencias salariales entre la población indígena y no indígena. En el 3 abordamos la forma en la que se estima la brecha y la diferencia en los pagos. En el 4 mostramos los resultados de nuestras estimaciones de los modelos y en el 5 presentamos la robustez de nuestros resultados a distintos grupos de variables de control. Finalmente, en el 6 concluimos.

2. Datos y estadísticas descriptivas

Para determinar la brecha salarial en el mercado laboral mexicano se utilizaron datos de ENIGH 2018 colectados por el INEGI, representativos en el nivel nacional, por ámbito rural y urbano, y por entidad federativa. En esta encuesta se encuentran dos variables clave para el análisis propuesto: primero, tenemos información sobre la capacidad individual de hablar una lengua indígena (o español, preguntas 9 y 11, Sección III del Cuestionario de Hogares y Viviendas); segundo, nos proporciona información sobre la autoidentificación étnica de los individuos (pregunta 13, Sección III del Cuestionario de Hogares y Viviendas). Para fines de este estudio solo se diferencia entre aquellas personas que se identifican con algún pueblo indígena (indígenas) y aquellos que no (no indígenas). Únicamente se tomaron en cuenta los individuos que no presentan datos faltantes en las variables de interés. De igual manera, solo es de interés aquel grupo de personas que reportaron alguna remuneración laboral (sueldos, salarios o jornal; destajo; comisiones y propinas; horas extra). Por ello, nuestros resultados deben ser interpretados

de forma condicional a recibir una remuneración laboral. De la encuesta se tomaron los individuos entre veinticinco y sesenta y cinco años. La muestra final consta de 68 585 observaciones al nivel individuo. Dentro de estas personas, 38% son mujeres y la edad promedio es de cuarenta años. En la muestra, 29% se identifica como indígena, y 6% habla una lengua indígena, lo cual es cercano a los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 (23% y 7%, respectivamente).

La Tabla 1 presenta la estadística descriptiva de algunas variables clave en el análisis para toda la población, así como por adscripción indígena. Las últimas dos columnas muestran la diferencia de medias entre no indígenas e indígenas y el valor *p* de la prueba de diferencia de medias. Podemos observar que únicamente la variable secundaria no presenta una diferencia estadísticamente significativa al 5% entre aquellos individuos que se identifican como indígenas y los que no, en la muestra de estimación. La diferencia de medias en la edad, aunque estadísticamente significativa, no es económicamente relevante. El resto de las características de los individuos, que se refieren a salarios, habla de lengua indígena y escolaridad, sí presentan diferencias relevantes y significativas. En particular, mostramos que quienes no se consideran indígenas ganan alrededor de 23% más por hora. Finalmente, existen personas que, aunque no se identifican como indígenas, hablan una lengua nativa y representan alrededor de 0.4% de la muestra.

Tabla 1. Estadística descriptiva de la muestra de estimación

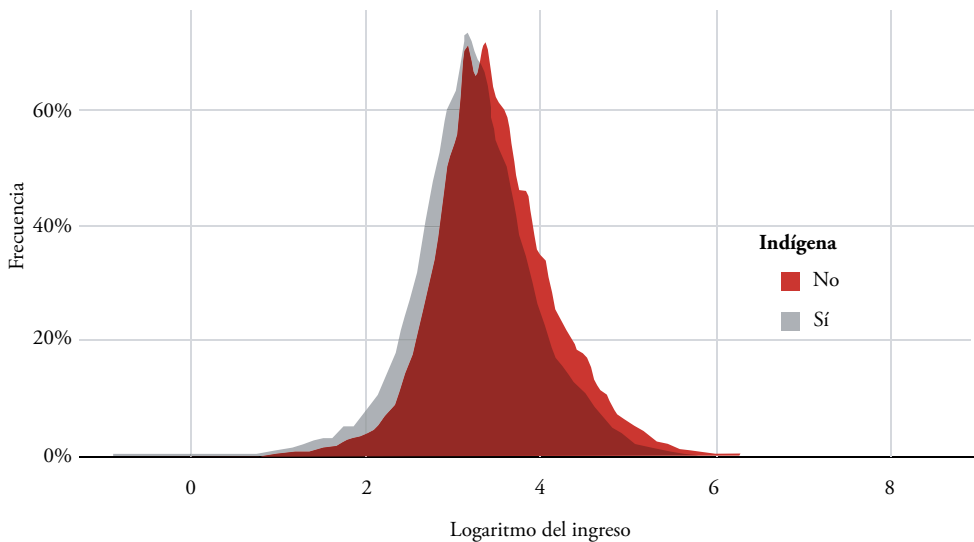
<i>Variables</i>	Total		Indígena		No Indígena		Diferencia	
	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>		<i>P-value</i>
Salario	39.78	53.69	33.44	52.49	42.39	53.95	8.95	0
Log(salario)	3.41	0.7	3.25	0.69	3.48	0.69	0.23	0
Indígena	0.29	0.45						
Lengua	0.06	0.23	0.18	0.38	0.004	0.06	0.176	0
Bilingüe	0.05	0.22	0.17	0.38	0.004	0.06	0.166	0
Primaria	0.29	0.45	0.35	0.48	0.26	0.44	0.09	0
Secundaria	0.33	0.47	0.34	0.47	0.33	0.47	0.01	0.09
Preparatoria	0.21	0.41	0.18	0.39	0.22	0.41	0.04	0
Superior	0.17	0.38	0.13	0.33	0.19	0.39	0.06	0
Edad	40.47	10.41	40.32	10.46	40.52	10.39	0.20	0.02
Mujer	0.38	0.49	0.37	0.48	0.38	0.49	0.01	0.04

Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018.

La Tabla presenta estadísticas descriptivas básicas para las variables de interés.

La estadística descriptiva básica de las variables clave, en conjunto con la distribución porcentual del ingreso (Figura 2), nos da indicios sobre una posible brecha salarial con respecto a la identificación indígena. Asimismo, es posible observar que los individuos que no se consideran indígenas cuentan con mayores niveles de educación media superior y superior, lo cual, en teoría, presupone mayores remuneraciones en términos de salario. La prueba de Kolmogorov-Smirnov indica que existe una diferencia en la distribución del ingreso en ambos grupos. En específico, indica que la distribución del grupo indígena se encuentra a la izquierda de la distribución del grupo no indígena, lo cual es evidencia de que en la población indígena los ingresos laborales bajos son más probables que entre la no indígena.

Figura 2. Distribución del ingreso



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENIGH 2018.

La Figura presenta la distribución del logaritmo del ingreso de los individuos según su identificación indígena. En gris se muestran las personas que se identifican como indígenas y en rojo las que no.

3. Metodología empírica

Nuestra metodología empírica consta de tres partes. Primero, estimamos mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) la ecuación minceriana de los salarios, añadiendo la autoidentificación indígena, el habla de lengua indígena o el ser bilingüe a la regresión para calcular la brecha salarial promedio de este grupo. A partir de esta función lineal estimamos una descomposición Oaxaca-Blinder (Oaxaca, 1973), la cual evalúa qué sucedería si el grupo indígena tuviera las mismas características de capital humano que el no indígena. Esto nos permite descomponer las diferencias en tres grupos: *i*) diferencias por las características; *ii*) diferencias en los pagos (coeficientes), y *iii*) la diferencia por la interacción entre las características y los coeficientes. Al analizar estas tres diferencias es posible ver qué parte de la brecha es explicada por las características individuales y cuál puede ser atribuida a discriminación laboral. Subsecuentemente, estimamos un modelo de regresión con cambio de régimen (*switching regression*) para corregir por la autoidentificación indígena. Con este modelo se busca establecer la diferencia que hay en el pago a los individuos que se consideran indígenas y aquellos que no, por los diferentes niveles educativos y las lenguas que hablan. El modelo ajusta las estimaciones de las ecuaciones mincerianas de acuerdo con un modelo tipo Heckman, en el que se controla por selección muestral imputando la razón inversa de Mills (RIM). La RIM es resultado de un modelo Probit en una primera etapa, que estima la probabilidad de que un individuo se identifique como indígena.

Tomando como punto de partida los modelos empleados por Aguilar-Rodríguez et al. (2018), Canedo (2019), Cano-Urbina y Mason (2016), y Hisamatsu y Ukeda (2002), proponemos el siguiente modelo para medir la brecha salarial:

$$lw_i = \alpha_0 + \alpha_1 Indígena_i + \alpha_2 Lengua_i + \alpha_3 Bilingüe_i + \alpha_4 Indígena \times Bilingüe + \mathbf{X}_i \beta + \mu_i \quad (1)$$

donde lw_i es el logaritmo del salario del individuo (i), $Indígena_i$, una variable dummy que indica si el individuo se identifica como indígena (1=si, 0=no); $Lengua_i$, una variable dummy que indica si el individuo habla una lengua indígena (1=si, 0=no); $Bilingüe_i$, una variable dummy que indica si el individuo habla una lengua indígena y español (1=si, 0=no); \mathbf{x}_i , un vector de características que determinan el salario,⁵

⁵ Incluye las variables edad y edad,² variable dicotómica de mujer, variables dicotómicas del tamaño de localidad, variables dicotómicas del sector de actividad económica, y variables dicotómicas de ocupación.

y μ_i , el término de error que se supone independiente e idénticamente distribuido con media cero y varianza constante.

Si no existe una brecha salarial con respecto a la identificación indígena, se espera que el coeficiente α_1 no sea estadísticamente significativo. Siguiendo la teoría del capital humano, se espera que el coeficiente relativo a ser bilingüe (α_3) tenga signo positivo (o al menos sea no negativo). Dado que la lengua predominante en México es el español, es de esperarse que, una vez controlado por ser bilingüe, el habla de una lengua indígena no sea estadísticamente significativo. Esto implicaría que el habla de una lengua indígena solo tiene un efecto sobre el salario si el individuo habla español.

Siguiendo a Oaxaca (1973), podemos observar el efecto que tiene la identificación indígena sobre el resto de las variables al estimar la regresión en dos grupos diferentes:

$$\begin{aligned} Y_{iN} &= \alpha_N + \mathbf{X}_{iN} \beta_N \\ Y_{iI} &= \alpha_I + \mathbf{X}_{iI} \beta_I \end{aligned} \quad (2)$$

donde el superíndice N denota la ecuación de los individuos que no se consideran indígenas y el superíndice I la ecuación de aquellos que sí. El promedio en el ingreso de cada grupo está dado por:

$$\bar{Y}_j = \alpha_j + \bar{\mathbf{X}}_j \beta_j, \forall j \in \{N, I\}.$$

Una vez divididos los grupos es posible estimar la diferencia en la media de ambos grupos por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta \bar{Y} = \bar{Y}_N - \bar{Y}_I = \widehat{\alpha}_N + \bar{\mathbf{X}}_N \widehat{\beta}_N - \widehat{\alpha}_I - \bar{\mathbf{X}}_I \widehat{\beta}_I$$

Esta expresión se puede reescribir como:

$$\Delta \bar{Y} = \underbrace{\widehat{\alpha}_N - \widehat{\alpha}_I}_U + \underbrace{(\bar{\mathbf{X}}_N - \bar{\mathbf{X}}_I) \widehat{\beta}_N}_E + \underbrace{\bar{\mathbf{X}}_I (\widehat{\beta}_N - \widehat{\beta}_I)}_C + \underbrace{(\bar{\mathbf{X}}_N - \bar{\mathbf{X}}_I) (\widehat{\beta}_N - \widehat{\beta}_I)}_{CE} \quad (3)$$

donde la diferencia total es $E + C + CE + U$; E es la diferencia asociada a las características o diferencia explicada; C , la diferencia asociada a los coeficientes o retornos a las características; CE , la interacción entre ambas diferencias; U , la diferencia por factores no observables, y por tanto $C + U$ sería la diferencia

atribuible a factores no explicados como la discriminación laboral, habilidades suaves y otras variables no observables en los datos.

En México la atribución indígena está definida por la autoidentificación más allá de los usos y costumbres, la región o el habla de una lengua indígena. La autoidentificación indígena podría generar un sesgo de selección en la estimación por MCO. Considerando esto, y extrapolando los modelos propuestos por Adamchik y Bedi (2000), van der Gaag y Vijverberg (1988), Lee (1978), y Robinson y Tomes (1984), un individuo decide si identificarse o no como indígena tomando en cuenta

$$\frac{U(w_i, Z_i)_{I_i} - U(w_i, Z_i)_{N_i}}{U(w_i, Z_i)_{N_i}} > \rho_i \approx \ln(U(w_i, Z_i)_{I_i}) - \ln(U(w_i, Z_i)_{N_i}) > \rho_i \quad (4)$$

si la diferencia en la utilidad, donde $\ln(U(w_i, Z_i)_{I_i})$ es la utilidad de un individuo que se considera indígena y $\ln(U(w_i, Z_i)_{N_i})$ es la utilidad del mismo individuo si no se identificara como indígena, es mayor a su utilidad de reserva (ρ_i), el individuo decide identificarse como indígena. Matemáticamente, la utilidad de reserva se aproxima a:

$$\rho_i = \mathbf{X}_i \beta + \xi_i$$

sustituyendo y reordenando los términos obtenemos la siguiente expresión:

$$I_i^* = \left[\ln(U(w_i, Z_i)_{I_i}) - \ln(U(w_i, Z_i)_{N_i}) \right] - [\mathbf{X}_i \beta + \xi_i] \quad (5)$$

donde I_i^* representa una variable latente que cuando $I_i^* > 0$ el individuo se considera indígena y si $I_i^* \leq 0$ no se identifica como indígena. Esta probabilidad se puede estimar en primera instancia por medio de un modelo Probit (que representa la forma reducida):⁶

$$\Pr(\text{Indígena}_i = 1 | Z_i) = \Phi(Z_i + v_i) \quad (6)$$

donde $\Phi(\bullet)$ es un vector de características que influyen sobre la autoidentificación indígena,⁷ es la función de distribución normal acumulada, y v_i es el término de error que se supone independiente e idénticamente distribuido con media

⁶ Para mayor entendimiento sobre el modelo que estimamos ver Wooldridge (2010).

⁷ Se puede observar que en este modelo la variable *Lengua* no está incluida, ya que servirá como característica para identificar la autoidentificación indígena.

cero y varianza constante. En la implementación de este modelo utilizaremos hablar una lengua indígena como la variable de exclusión en el modelo para la autoidentificación indígena.

Con estos resultados se imputa un factor de corrección de selección (la razón del inverso de Mills, RIM) a la ecuación de salarios a estimar, resultando en:

$$\begin{aligned} lw_{N_i} &= X_i\gamma_i + \beta_{N_i}RIM_i + \xi_{N_i} \\ lw_{I_i} &= X_i\delta_i + \beta_{I_i}RIM_i + \xi_{I_i}, \end{aligned} \quad (7)$$

donde $\gamma_i - \delta_i$ representa la diferencia en los pagos por la característica j que determina el salario, dependiendo de si un individuo se considera indígena o no.

4. Resultados principales

La Tabla 2 presenta los resultados de la estimación de la ecuación minceriana por MCO (columna 1) y el cambio porcentual exacto dados los coeficientes (columna 2).⁸ Podemos observar que hay diferencias significativas de ingreso por rasgos etnolingüísticos. La categoría base en nuestra estimación son aquellos que no se identifican como indígenas que solo hablan español. Así, nuestros resultados sugieren que, con respecto a esta categoría base, un no indígena bilingüe recibe un salario 30% mayor en promedio; un indígena que solo habla español, 4.2% menor; un indígena que solo habla su lengua nativa, 40% menor, y finalmente un indígena bilingüe recibe un salario 15% menor. Entonces, tanto la identificación indígena como el habla de una lengua indígena se relacionan con menores salarios de manera independiente. Sin embargo, es sorprendente que ser bilingüe suponga un mayor pago para quienes no se consideran indígenas. Solo alrededor de 200 observaciones en la muestra pertenecen a este último subgrupo, por lo cual podrían estar muy seleccionados del resto de la población no indígena.

Una vez analizada la relación entre los salarios y la identificación indígena se estudian los posibles canales por los que se genera esta brecha: características o retornos y no observables en el modelo. Los resultados de la descomposición Oaxaca-Blinder, junto con intervalos de confianza a 95% (estimados para 100 réplicas; Figura 3) estima la brecha salarial respecto a la identificación indígena en 20%, de la cual aproximadamente 6 puntos porcentuales (pp) provienen

⁸ El cambio porcentual exacto se obtiene a partir de la siguiente expresión:
 $(\exp^{\beta_i} - 1) * 100.$

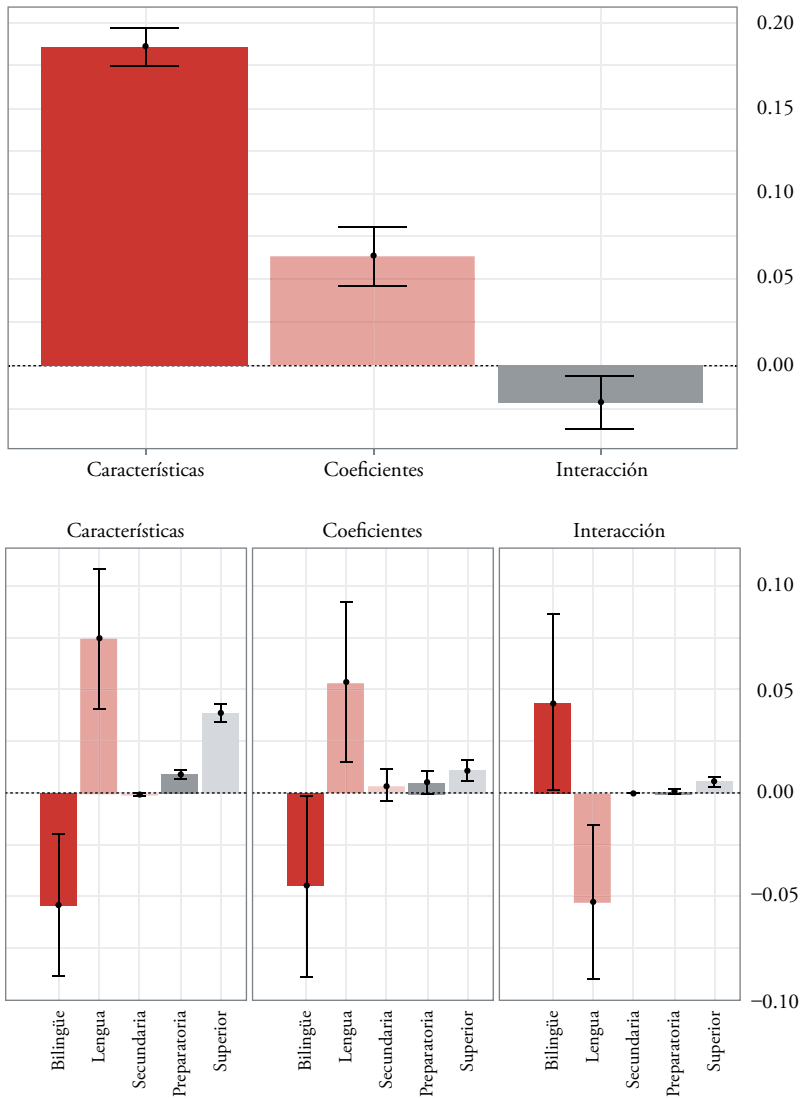
Tabla 2: Resultados estimados por MCO

	Variable dependiente: Log(Salario)	
	Resultados (1)	Cambio porcentual exacto (2)
Constante	2.887*** (0.038)	
Indígena	-0.042*** (0.005)	-4.11
Lengua	-0.358*** (0.076)	-30.09
Bilingüe	0.299*** (0.086)	34.85
Indígena*Bilingüe	-0.047 (0.041)	-4.59
<i>Controles:</i>		
<i>Edad</i>	Sí	
<i>Mujer</i>	Sí	
<i>Entidad federativa</i>	Sí	
<i>Tamaño de localidad</i>	Sí	
<i>Nivel de escolaridad</i>	Sí	
<i>Sector</i>	Sí	
<i>Ocupación</i>	Sí	
Observaciones	68,585	
R ²	0.393	
R ² Ajustada	0.392	
Error. Est.	0.548 (df = 68513)	
Estadístico F	624.287*** (df = 71; 68513)	
AIC	112 114.10	

La Tabla presenta los resultados de la regresión por mco. En la columna a la izquierda se muestran los coeficientes y a la derecha el efecto en porcentaje. Entre paréntesis se muestran las desviaciones estándar. *p<0.1; **p<0.05; *** p<0.01.

del factor no explicado (coeficientes y variables no observables). Por su parte, 18 pp son explicados por las características iniciales de los individuos tales como entidad federativa, sexo, escolaridad, etcétera. Finalmente, la interacción de ambos factores explica -4 pp de la brecha salarial; esto es, estas interacciones contribuyen a cerrar la brecha. Estos resultados indican que una parte todavía importante de la brecha salarial (6 pp que equivalen a 30% de la brecha total) es atribuible a factores no explicados por el modelo, tales como la discriminación o variables no observables como competencias suaves de las personas.

Figura 3. Descomposición de Oaxaca-Blinder con el modelo lineal



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018.

Las Figuras presentan el resultado de las variables de mayor interés de la descomposición Oaxaca-Blinder. El Panel (A) muestra la contribución por las diferencias explicadas por características, E; aquella no explicada que se debe a diferencias en los retornos o coeficientes, C, y aquella que se debe a la interacción entre coeficientes y características, CE. El Panel (B) desglosa la contribución de cada una de las variables a los tres componentes presentados en el Panel (A). Se muestran los intervalos de confianza estimados a 95% para 100 réplicas.

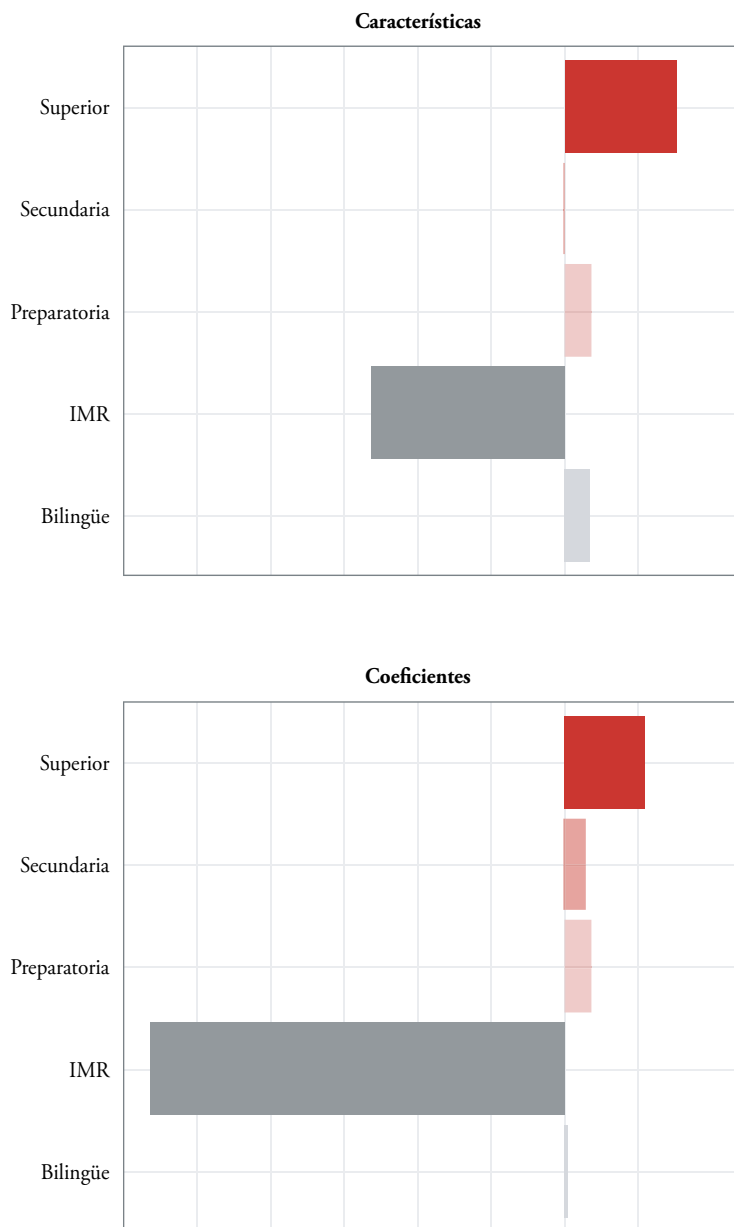
La Tabla 3 presenta los resultados de la estimación del modelo de regresión con cambio de régimen, el cual arroja distintos resultados, respecto de ser bilingüe, que el modelo por MCO, lo cual sugiere la existencia de un sesgo de selección al identificarse como indígena. En particular, el retorno a ser bilingüe no se puede distinguir estadísticamente de cero para ambas subpoblaciones. Los retornos a la educación son crecientes por nivel educativo, tomando como base primaria completa o menos. Igualmente, encontramos que los retornos son mayores para los no indígenas que para los indígenas en todos los niveles educativos. Los signos y la significancia en la covarianza (Rho) muestran que la covarianza del grupo no indígena es estadísticamente significativa, indicando que existe una autoselección en la identificación indígena para este grupo. Esto implica que los pagos en los salarios podrían no ser los mismos si un individuo de este grupo decidiera considerarse indígena. El signo positivo nos indica un sesgo negativo, lo que sugiere que individuos con ingreso mayor a la media tienen una menor probabilidad de identificarse como indígenas. Esto es consistente con los resultados encontrados en el primer modelo y con los hallazgos de Cano-Urbina y Mason (2016) y Canedo (2019).

Tabla 3: Resultados con el modelo con cambio de régimen

	Variable dependiente		
	<i>Indígena Selección</i>	<i>No Indígena</i>	<i>Log(Salario) Indígena</i>
Constante	-1.291*(0.094)	2.898*** (0.050)	2.771*** (0.098)
Lengua	2.523*** (0.456)		
Bilingüe	-0.622 (0.457)	0.135 (0.162)	-0.041 (0.030)
Secundaria		0.099*** (0.007)	0.082*** (0.010)
Preparatoria		0.242*** (0.008)	0.209*** (0.013)
Superior		0.568*** (0.010)	0.456*** (0.018)
MIR		-0.144 (0.114)	0.070** (0.035)
<i>Controles:</i>			
<i>Edad</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Mujer</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Entidad federativa</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Tamaño de localidad</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Nivel de escolaridad</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Sector</i>	No	Sí	Sí
<i>Ocupación</i>	No	Sí	Sí
Sigma		0.542677***	0.567072***
Rho		0.017176	0.265368***
R ²		0.977	0.972
R ² Ajustada		0.977	0.972
Error. Est.		0.543 (df=48562)	0.556 (df=19883)
Estadístico F		28 889.590*** (df=70;48562)	9,887.991*** (df=70;19883)
AIC		78 694.41	33 265.80
Log Verosimilitud			-89 003.18

La Tabla presenta los resultados del modelo con cambio de régimen. La primera columna muestra la regresión de selección; la segunda y tercera columnas muestran los resultados de las variables de interés para los individuos que no se identifican y los que se identifican como indígenas, respectivamente. *p<0.1; **p<0.05; *** p<0.01.

Figura 4. Descomposición de Oaxaca en el modelo con cambio de régimen



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018.

La Figura muestra la contribución a la brecha salarial a cada uno de los componentes de la descomposición de Oaxaca-Blinder de las variables de mayor interés (ecuación 3). IMR es la razón inversa de Mills.

Finalmente, la Figura 4 presenta la contribución de cada una de las variables de interés y sus retornos a la brecha salarial por autoidentificación indígena. Como se puede apreciar, la educación superior continúa siendo una característica que produce brechas salariales, tanto por sus diferencias en la proporción que cuenta con este nivel educativo como por el retorno salarial. Sin embargo, la descomposición elaborada con el modelo con cambio de régimen revela que la brecha se reduce enormemente por la selección de las personas al considerarse indígenas. En la ausencia de autoselección identificación indígena, las brechas serían menores.

Ambos modelos encuentran una brecha por identificación indígena. Una vez que se controla por la identificación indígena de los individuos, los retornos a los distintos niveles educativos presentan pagos diferentes para ambos grupos. Esto es, aquellos individuos que no se consideran indígenas reciben mayores retornos en cada uno de los niveles educativos, tomando como base haber completado solo la primaria o menos. Mientras que el modelo por MCO estimaba un retorno grande y positivo a ser bilingüe, el modelo con cambio de régimen no asigna ningún retorno a esta habilidad, ni para indígenas ni para no indígenas.

5. Pruebas de robustez

La evidencia empírica resultante del análisis de los datos en la ENIGH 2018 sugiere la existencia de una brecha salarial debido a la identificación indígena en México. Sin embargo, hay ciertos factores que no podemos analizar a partir de esta encuesta. Por ello, no es posible descartar que exista algún componente inobservable, tales como habilidades, que provoquen estas diferencias en el ingreso. En esta sección analizaremos el efecto de variables observables en nuestras estimaciones y discutiremos sobre el papel potencial de variables no observables en nuestras estimaciones.

5.1 Sesgo por selección al empleo remunerado

Nuestra muestra de estimación solo incluye a personas con alguna remuneración laboral. La exclusión de aquellos que no obtienen remuneraciones por su empleo o que no participan en la fuerza laboral puede inducir a sesgos de selección muestral (Heckman, 1974, 1979). Canedo (2019) encuentra que, al corregir por este sesgo de selección muestral, la brecha salarial por origen étnico se reduce de 82.8%

a 77.9%, lo cual es evidencia de que hay selección negativa para entrar al mercado laboral. Aguilar-Rodriguez et al. (2018) hacen la corrección Heckman solo para las mujeres, ya que entre ellas la participación laboral es menor y, por tanto, hay más problemas de sesgo de selección muestral. Sin embargo, no reportan las diferencias en los resultados con y sin corrección.

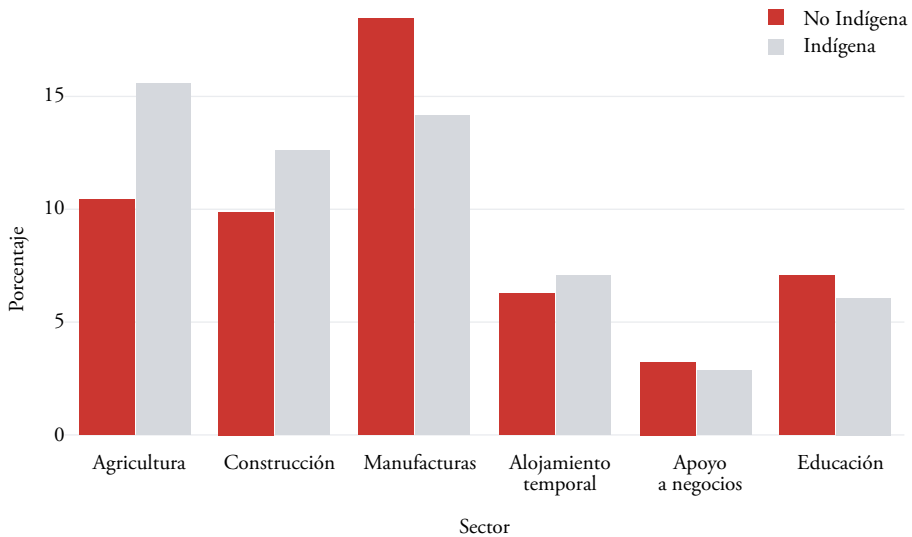
Como argüimos a lo largo de este trabajo, la autoidentificación indígena también puede inducir a sesgos de selección, y nuestros resultados apuntan a que este es, de hecho, el caso. Es probable que en nuestras estimaciones siga existiendo un sesgo atribuible a la decisión de entrar al mercado laboral remunerado. El problema sería mayor si la decisión de entrar al mercado está correlacionada con la autoidentificación indígena. Existe una amplia literatura en econometría que corrige por dos variables de selección. Sin embargo, la estructura de las decisiones que conllevan a esta selección no se asemeja al problema que tenemos nosotros. Por ejemplo, Fische et al. (1981) modelan la decisión conjunta de las mujeres de asistir a la universidad y trabajar para corregir estimaciones de la ecuación minceriana. Krishnan (1990) utiliza esta misma aproximación para corregir las estimaciones de los salarios y horas trabajadas en un segundo empleo, corrigiendo por la decisión conjunta del esposo de tener ese segundo empleo y de la esposa de tener un trabajo remunerado. Por su parte, Hotchkiss (1991) modela la selección como un problema secuencial, donde primero se determina si se trabaja de tiempo parcial y después se estima el modelo con cambio de régimen de los salarios de trabajadores de tiempo completo y trabajadores de tiempo parcial. Hotchkiss (1991) no corrige por la selección al mercado laboral, como tampoco lo hacen van der Gaag y Vijverberg (1988) en su estimación de los salarios en el sector privado *vs.* público. Lo más cercano a nuestro problema en la literatura es Song (2015), quien modela la decisión de migrar y la decisión del sector de ocupación para después corregir las funciones de salarios por selección. Sin embargo, su muestra solo incluye a quienes ya se encuentran en el mercado laboral. Hacer una doble corrección controlando por doble selección (al mercado laboral e identificación indígena) en un modelo con cambio de régimen está fuera del alcance de este estudio y queda desarrollar este tema como trabajo futuro.⁹

⁹ Miranday Rabe-Hesketh (2006) estiman modelos con sesgo de selección muestral y cambio de régimen con variables binarias, ordinales y de conteo, los cuales tampoco se adaptan a nuestro problema.

5.2 Actividad económica a la que se dedica la empresa y ocupación

Es posible que gran parte de la brecha se deba al tipo de ocupación y al sector de actividad económica a la que se dedica la empresa en la que están empleadas las personas que se identifican como indígenas y las que no.¹⁰ Como muestra la Figura 5 (y el apéndice A.1), el porcentaje de individuos que se consideran indígenas en empresas cuya actividad económica es agrícola, es considerablemente mayor que el de quienes no se identifican como indígenas. En empresas cuya actividad económica es la manufactura, por ejemplo, sucede lo contrario.

Figura 5. Porcentaje de población por sector de actividad económica



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018 y tomando en cuenta las claves en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) 2018.

Se muestra el porcentaje de individuos por identificación indígena en cada grupo de actividad económica. En la Tabla A.1 del apéndice se presenta una lista completa.

Al controlar por la actividad económica a la que se dedica la empresa y la ocupación se puede observar que la brecha salarial disminuye de manera significativa; sin embargo, no desaparece y sigue siendo relativamente alta (-10%). Controlar por la actividad económica reduce el retorno por haber terminado la secundaria

¹⁰ Actividad económica a la que se dedica la empresa de acuerdo con el SCIAN 2018.

en comparación con la primaria en 4 pp, la preparatoria en 10 pp y los niveles superiores en 22 pp. La ocupación los reduce en 5 pp, 15 pp y 37 pp, respectivamente. Finalmente, controlando por ambos se reducen en 6 pp, 18 pp y 47 pp, respectivamente (Tabla 4).¹¹

Tabla 4: Resultados control actividad económica a la que se dedica la empresa y ocupación

	Variable dependiente: Log(Salario)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	2.314***	2.725***	2.371***	2.759***
Indígena	-0.120***	-0.118***	-0.103***	-0.104***
Lengua	-0.572***	-0.501***	0.447***	-0.484***
Bilingüe	0.460***	0.398***	-0.544***	0.388***
Secundaria	0.165***	0.128***	0.119***	0.104***
Preparatoria	0.424***	0.329***	0.277***	0.240***
Superior	1.005***	0.787***	0.633***	0.549***
Controles:				
<i>Edad</i>	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Mujer</i>	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Sector</i>	No	Sí	No	Sí
<i>Ocupación</i>	No	No	Sí	Sí
Observaciones	68 585			
R ²	0.264	0.305	0.323	0.345
R ² Ajustada	0.264	0.305	0.323	0.344
AIC	125 195.30	121 301.70	119 438.90	117 282.20

La Tabla presenta los resultados para el modelo por mínimos cuadrados ordinarios variando controles de ocupación y sector de ocupación. *p<0.1; **p<0.05; *** p<0.01.

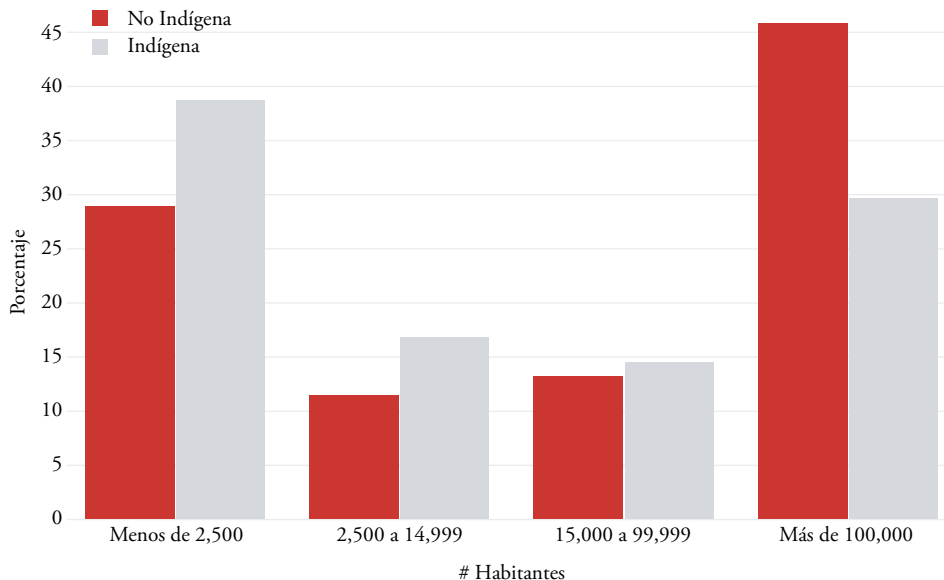
5.3 Estado y tamaño de localidad

Como se mencionó en la primera parte de este trabajo, la mayor parte de la población indígena se encuentra concentrada en ciertos estados del país (Figura 1). Asimismo, una gran proporción de trabajadores indígenas se ubica en localidades con menos de 15 mil habitantes (Figura 6). Las columnas (2), (3) y (4)

¹¹ La Tabla 6 presenta esta y el resto de las pruebas de robustez de nuestras estimaciones con el modelo con cambio de régimen.

de la Tabla 5 introducen controles por tamaño de localidad y entidad federativa. Controlar por entidad federativa reduce la brecha salarial por identificación indígena en casi 6 pp (columna 3 *vs.* columna 1), mientras que controlar solo por el tamaño de la localidad la reduce en 1 pp. Ambos controles reducen la brecha en 6.2 pp. Por su parte, la brecha salarial por hablar lengua indígena también se reduce en mayor medida cuando se controla por estado (-11 pp, columna 3 *vs.* 1) que cuando se controla por tamaño de la localidad (-0.8 pp columna 2 *vs.* 1). Finalmente, los retornos a la educación son relativamente robustos a la inclusión de estos dos controles adicionales.

Figura 6. Porcentaje de población por tamaño de localidad



Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018.
En la Tabla A.2 del apéndice se presenta una lista completa.

Estos resultados pueden ser explicados puesto que más de la mitad de los individuos que se identifican como indígenas habitan en comunidades de menos de 15 mil habitantes, mientras que más de la mitad de quienes no se identifican viven en comunidades de más de 15 mil habitantes (Figura 6 y Tabla A.2 del apéndice).

Esto puede implicar problemas de oportunidades laborales en todo el territorio. Asimismo, existe una relación fuerte entre el sector en el que se desempeñan los individuos y el estado donde habitan.

5.4 Sesgos de selección por migración

Otra posible explicación es que la emigración induzca a sesgos de selección en nuestras estimaciones. Esto se soporta ya que, anteriormente, encontramos que gran parte de la brecha salarial que existe para quienes se identifican como indígenas es explicada por el tamaño de la localidad y el estado en el que habitan. Desafortunadamente, la ENIGH no pregunta el lugar de nacimiento de las personas ni tampoco identifica cambios en la autoadscripción indígena. Sin embargo, aquí discutimos los mecanismos a través de los cuales la migración induce sesgo.

Primero, es necesario hacer notar la posibilidad de que al migrar las personas tiendan a subreportar la identificación indígena. Si migran a una comunidad donde una menor cantidad de personas se consideran indígenas y existe una mayor tendencia a la discriminación (ya sea en el ámbito laboral o social), es probable que algunos individuos no se autoidentifiquen como indígenas, aunque en un pasado sí lo hayan hecho. Esto es parte del proceso de aculturación y asimilación a la cultura dominante. Teniendo esto claro, hay dos posibles mecanismos en acción que explicamos a continuación.

El primer mecanismo es el educativo. Las regiones con población mayoritariamente indígena tienen menos acceso a oferta educativa de niveles superiores. Por ello, aquellos que desean estudiar más allá del nivel básico se pueden ver obligados a migrar a zonas donde sí encuentran esta oferta educativa. Estos individuos tenderán a tener un mayor potencial académico, mayores aspiraciones o, simplemente, una familia de origen más aventajada. Si, además, tienden a no regresar a sus lugares de origen, entonces esta selección positiva a la migración induciría un sesgo en la brecha salarial por identificación indígena.

El segundo mecanismo surge por migración económica. Las regiones donde hay mayor concentración de población indígena tienden a ofrecer menos oportunidades laborales, independientemente del nivel educativo. Dado esto, algunas personas se pueden ver obligadas a migrar en busca de mejores oportunidades de trabajo. Aquellos que se quedan en sus lugares de origen podrían estar seleccionados negativamente por la vía de una menor educación o menores recursos para migrar. De ser este el caso, la migración también tendería a acrecentar la brecha salarial por identificación indígena.

Tabla 5: Resultados estado y tamaño de localidad

	Variable dependiente: Log(Salario)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	2.759***	2.844***	2.824***	2.887***
Indígena	-0.104***	-0.093***	-0.048***	-0.042***
Lengua	-0.484***	-0.478***	-0.372***	-0.358***
Bilingüe	0.388***	0.380***	0.313***	0.299***
Secundaria	0.104***	0.096***	0.101***	0.094***
Preparatoria	0.240***	0.223***	0.248***	0.232***
Superior	0.549***	0.522***	0.566***	0.542***
15 000 a 99 999 habitantes		-0.099***		-0.057***
2500 a 14 999 habitantes		-0.134***		-0.064***
Menos de 2500 habitantes		-0.121***		-0.114***
<i>Controles:</i>				
<i>Edad</i>	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Mujer</i>	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Sector</i>	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Ocupación</i>	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Estado</i>	No	No	Sí	Sí
Observaciones	68,585			
R ²	0.345	0.351	0.389	0.393
R ² Ajustada	0.344	0.350	0.389	0.392
AIC	117,282.20	116,671.70	112,496.80	112,114.10

La Tabla presenta los resultados para el modelo por mínimos cuadrados ordinarios variando controles y desagregando por tamaño de localidad. *p<0.1; **p<0.05; *** p<0.01.

Aunque no podemos dar evidencia directa de ninguno de estos mecanismos, las estimaciones por MCO presentadas en el apartado 5.3 muestran que la introducción de controles del tamaño de localidad y entidad federativa reduce la brecha. Las estimaciones del modelo con cambio de régimen muestran que la brecha se reduce solo hasta que se introduce el tamaño de localidad como control (Tabla 6), y hay ciertas reducciones en las brechas por retornos cuando se controla por entidad federativa o tamaño de localidad. Los controles por ocupación y sector reducen las brechas de los retornos en el nivel preparatoria y superior, lo cual sugiere que también hay selección a las ocupaciones y el sector donde se labora.

Sin embargo, añadir variables de migración, ocupación o sector podrían generar problemas de endogeneidad adicionales en el modelo que terminen por invalidar las estimaciones.

5.5 Otros factores

Existen otros factores no observables que pueden estar relacionados con las variables de interés, tales como la fluidez en el español, el tono de piel, o el nombre y apellido del individuo. Otros trabajos tales como Cano-Urbina y Mason (2016), Rojas Lomelín et al. (2019), Arceo-Gómez y Campos-Vázquez (2014) y Campos Vázquez et al. (2017) encuentran que estos factores también contribuyen a las brechas en resultados laborales.

En la base de datos no podemos observar si un individuo habla el español con fluidez o no. Dado que es el idioma dominante en México, hablar esta lengua con menor fluidez o acentos indígenas podría disparar estereotipos negativos o discriminación. Asimismo, el manejo de la lengua puede estar relacionado con ciertas habilidades sociales requeridas en el mercado laboral. Igualmente, no es posible controlar por el tono de piel con los datos de ENIGH 2018, pero sabemos que quienes se identifican como indígenas tienden a tener tonalidades más oscuras. Del Módulo de Movilidad Social Intergeneracional 2016 del INEGI se reveló que el tono de piel se encuentra fuertemente correlacionado con el nivel de riqueza.

Tabla 6. Pruebas de robustez con el modelo de regresión con cambio de régimen

	Variable dependiente: Log(Salario)									
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	<i>N.I.</i>	<i>I.</i>	<i>N.I.</i>	<i>I.</i>	<i>N.I.</i>	<i>I.</i>	<i>N.I.</i>	<i>I.</i>	<i>N.I.</i>	<i>I.</i>
Constante	2.452*** (0.043)	1.981*** (0.07)	2.579*** (0.045)	1.811*** (0.089)	2.460*** (0.049)	2.232*** (0.099)	2.472*** (0.048)	2.245*** (0.096)	2.898*** (0.050)	2.771*** (0.098)
Bilingüe	0.483*** (0.048)	0.110*** (0.017)	1.111*** (0.074)	0.152*** (0.028)	0.176 (0.172)	-0.001 (0.032)	0.178 (0.165)	-0.009 (0.031)	0.135 (0.162)	-0.041 (0.030)
Secundaria	0.162*** (0.007)	0.150*** (0.011)	0.143*** (0.007)	0.132*** (0.011)	0.141*** (0.007)	0.125*** (0.011)	0.108*** (0.007)	0.096*** (0.010)	0.099*** (0.007)	0.082*** (0.010)
Preparatoria	0.432*** (0.008)	0.394*** (0.013)	0.401*** (0.008)	0.378*** (0.013)	0.396*** (0.008)	0.360*** (0.013)	0.275*** (0.008)	0.246*** (0.013)	0.242*** (0.008)	0.209*** (0.013)
Superior	1.009*** (0.008)	0.964*** (0.015)	0.980*** (0.008)	0.962*** (0.015)	0.975*** (0.009)	0.936*** (0.015)	0.652*** (0.010)	0.562*** (0.018)	0.568*** (0.010)	0.456*** (0.018)
IMR	-0.353*** (0.013)	0.270*** (0.013)	-0.857*** (0.043)	0.350*** (0.30)	-0.182 (0.12)	0.138*** (0.037)	-0.176 (0.120)	0.110*** (0.036)	-0.144 (0.114)	0.070*** (0.035)
<i>Controles:</i>										
<i>Edad</i>	Sí		Sí		Sí		Sí		Sí	
<i>Mujer</i>	Sí		Sí		Sí		Sí		Sí	
<i>Entidad federativa</i>	No		Sí		Sí		Sí		Sí	
<i>Tamaño de localidad</i>	No		No		Sí		Sí		Sí	
<i>Sector</i>	No		No		No		Sí		Sí	
<i>Ocupación</i>	No		No		No		No		Sí	
Sigma	0.63 ***	0.67***	0.59***	0.64***	0.57***	0.61***	0.55***	0.59***	0.54***	0.56***
Rho	0.53 ***	0.52 ***	0.38***	0.48***	0.02	0.35***	0.01	0.33***	0.01	0.26***

Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018.

La Tabla presenta los resultados para el modelo con cambio de régimen variando controles. Los errores estándar robustos se muestran entre paréntesis. *p<0.1; **p<0.05; *** p<0.01.

6. Conclusiones

México es un país altamente desigual y el origen étnico-racial es una de las dimensiones que contribuyen a esta desigualdad. Existen algunos estudios que han analizado las diferencias salariales por origen-étnico racial y rasgos lingüísticos, pero todavía hace falta mucha literatura al respecto en las ciencias económicas. De nuestra revisión encontramos que hasta ahora ningún estudio ha reconocido que la autoidentificación indígena puede llevar a sesgos de selección en el análisis. Nuestra premisa es que la identidad indígena no se puede tomar como algo estático o heredado. Las personas modifican su identidad a lo largo de la vida de acuerdo con distintos propósitos, tales como conformación a la identidad dominante en la cultura, elusión de la discriminación, entre otros procesos intencionales o no intencionales de aculturación. En este artículo resolvemos este problema mediante la estimación de un modelo con cambio de régimen, el cual estima, en una primera etapa, la selección en la autoidentificación y, en una segunda, dos ecuaciones de los salarios según cómo se autoidentificó el trabajador.

Usando los datos de ENIGH 2018, encontramos que en México existe una brecha en salarios asociada a la identificación indígena. En específico, podemos observar que existe una diferencia no ajustada de 23% en los salarios: la población que se considera indígena gana 23% menos que la población que no se considera así. De acuerdo con la descomposición de Oaxaca en el modelo por MCO, encontramos que 70% de esta brecha se debe a diferencias en las características de los indígenas en comparación con los no indígenas. En particular, los indígenas todavía tienen un rezago en la escolaridad, habitan en estados con peores salarios, y trabajan en ocupaciones menos remuneradas. Así, la brecha que se debe a características se puede cerrar con el acceso a mayores oportunidades educativas y laborales para la población indígena.

El modelo estimado por MCO encuentra una fuerte asociación negativa entre hablar una lengua nativa en comparación con quien no la habla, y un pago adicional a quienes son bilingües en comparación con quienes solo hablan español. Sin embargo, en el modelo con cambio de régimen, los pagos por ser bilingüe son nulos, tanto para personas que se identifican como indígenas como las que no lo hacen: hablar una lengua indígena además de español no supone un retorno en el mercado laboral. Encontramos también una selección negativa en la autoidentificación indígena, la cual indica que quienes se declaran indígenas tienen salarios más bajos que un individuo aleatorio de la muestra. La corrección

por selección desempeña un papel importante en descomposición de Oaxaca, pero aun después de corregirla las características continúan explicando parte de la brecha salarial por identificación étnica. Una gran mayoría de la diferencia que encontramos en los salarios también es explicada por el estado y el tamaño de localidad donde viven. Los datos sugieren que los individuos que se identifican como indígena están predominantemente en sectores agrícolas y de construcción, que se desarrollan sobre todo en el sur del país, la región con mayores rezagos.

Una limitante de nuestro análisis es que no hemos corregido por selección de participación en el mercado laboral, pues esto complicaría seriamente la estimación de nuestro modelo. Esto puede ser un problema serio, ya que un alto porcentaje de quienes se declaran indígenas trabajan sin remuneraciones. Dado que, en general, la literatura encuentra una selección positiva al empleo entre grupos minoritarios (como las mujeres), es de esperarse que la brecha salarial sería todavía mayor si todos tuviesen un empleo remunerado. Dejamos este asunto pendiente para futuras investigaciones.

Referencias

- Adamchik, V. A. y Bedi, A. S. (2000). Wage differentials between the public and the private sectors: evidence from an economy in transition. *Labour Economics*, 7(2), 203-224.
- Advani, A., Ash, E., Cai, D. y Rasul, I. (2021). Race-related research in economics and other social sciences. CEPR Discussion Paper No. DP16115.
- Aguilar-Rodríguez, A., Miranda, A. y Zhu, Y. (2018). Decomposing the language pay gap among the indigenous ethnic minorities of Mexico: Is it all down to observables? *Economics Bulletin*, 38(2), 689-695.
- Arceo-Gómez, E. O. y Campos-Vázquez, R. M. (2014). Race and marriage in the labor market: A discrimination correspondence study in a developing country. *American Economic Review*, 104(5), 376-380.
- Blinder, A. S. (1973). Wage discrimination: Reduced form and structural estimates. *Journal of Human Resources*, 8(4), 436-455.
- Campos-Vázquez, R. M. (2021). The higher price of whiter skin: an analysis of escort services. *Applied Economics Letters*, 28(1), 1-4.
- Campos Vázquez, R. M. et al. (2017). Identidad social y estereotipos por color de piel. Aspiraciones y desempeño en jóvenes mexicanos. *El Trimestre Económico*, 85(337), 53-79.

- Canedo, A. (2019). Labor market discrimination against indigenous peoples in Mexico: A decomposition analysis of wage differentials. *Iberoamericana – Nordic Journal of Latin American and Caribbean Studies*, 48(1), 12-27.
- Cano-Urbina, J. y Mason, P. L. (2016). Acculturation and the labor market in Mexico. *IZA Journal of Labor Policy*, 5(1), 1-29.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (29 de enero de 2021). *Pobreza en la población indígena*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_Indigena.aspx
- El Colegio de México (2018). *Desigualdades en México 2018*. Ciudad de México: El Colegio de México, Red de Estudios sobre Desigualdades 2018.
- Fishe, R. P. H., Trost, R. P. y Lurie, P. M. (1981). Labor force earnings and college choice of young women: An examination of selectivity bias and comparative advantage. *Economics of Education Review*, 1(2), 169-191.
- Gutiérrez Chong, N. (2012). *Mitos nacionalistas e identidades étnicas: los intelectuales indígenas y el Estado mexicano*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
- Heckman, J. (1974). Shadow primes, market wages, and labor supply. *Econometrica*, 42(4), 679-694.
- Heckman, J. (1979). Sample selection bias a specification error. *Econometrica*, 47(1), 153-162.
- Hisamatsu, Y. y Ukeda, H. (2002). Economic disadvantage of being indigenous: An analysis of Mexico's first *National Survey of Employment in Indigenous Areas*. Prepared for delivery at the 2003 meeting of the Latin American Studies Association, Dallas, Texas, Marzo 27-29, 2003.
- Horbath, J. E. (2008). La discriminación laboral de los indígenas en los mercados urbanos de trabajo en México: revisión y balance de un fenómeno persistente. *Pobreza, exclusión social y discriminación étnico-racial en América Latina y el Caribe*, 25, 25-52.
- Hotchkiss, J. L. (1991). The definition of part-time employment: A switching regression model with unknown sample selection. *International Economic Review*, 32(4), 899-917.
- Krishnan, P. (1990). The economics of moonlighting: A double self-selection model. *Review of Economics and Statistics*, 72(2), 361-367.
- Lee, L. F. (1978). Unionism and wage rates: A simultaneous equations model with qualitative and limited dependent variables. *International Economic Review*, 19(2), 415-433.

- Miranda, A. y Rabe-Hesketh, S. (2006). Maximum likelihood estimation of endogenous switching and sample selection models for binary, ordinal, and count variables. *The Stata Journal*, 6(3), 285-308.
- Oaxaca, R. (1973). Male-female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review*, 14(3), 693-709.
- Robinson, C. y Tomes, N. (1982). Union wage differentials in the public and private sectors: A simultaneous equations specification. *Journal of Labor Economics*, 2(1), 106-127.
- Rojas Lomelín, M. A., Aguad Revilla, J. y Morrison, J. A. (2019). *Diversidad étnico-racial en México y su influencia en la movilidad social*. Inter-American Development Bank.
- Solís, P., Krozer, A., Arroyo Batista, C. y Güémez Graniel, B. (2019a). Discriminación étnico-racial en México: una taxonomía de las prácticas. En J. Rodríguez Zepeda y T. González Luna Corvera (coords.), *La métrica de lo intangible: del concepto a la medición de la discriminación* (pp. 55-94). Ciudad de México: Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación.
- Solís, P., Güémez Graniel, B. y Lorenzo Holm, V. (2019b). *Por mi raza hablará la desigualdad: Efectos de las características étnico-raciales en la desigualdad de oportunidades en México*. Oxfam México, Informe Técnico.
- Song, Y. (2015). Hukou-based labour market discrimination and ownership structure in urban China. *Urban Studies*, 53(8), 1657-1673.
- Suárez Blanch, C. (2006). Situación sociodemográfica de los pueblos indígenas de México. En F. Del Popolo, y M. Ávila (eds.). *Pueblos indígenas y afrodescendientes de América Latina y el Caribe: información sociodemográfica para políticas y programas* (pp. 85-95) Santiago de Chile: CEPAL.
- Van der Gaag, J. y Vijverberg, W. (1988). A switching regression model for wage determinants in the public and private sectors of a developing country. *Review of Economics and Statistics*, 70(2), 244-252.
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la Econometría*, 4a. ed. Cengage Learning.

Apéndice

Tabla A.1: Porcentaje por actividad económica

	Identificación	
	<i>No indígena</i>	<i>Indígena</i>
Actividades legislativas	0.058	0.053
Agricultura	0.105	0.156
Comercio al por mayor	0.033	0.029
Comercio al por menor	0.099	0.092
Construcción	0.099	0.126
Corporativos	0	0
Energía, agua y gas	0.006	0.005
Información en medios masivos	0.008	0.005
Manufacturas	0.185	0.142
Minería	0.009	0.006
Otros servicios	0.099	0.122
Alojamiento temporal	0.063	0.071
Apoyo a negocios	0.033	0.029
Esparcimiento cultural	0.007	0.008
Servicios de salud y asistencia social	0.039	0.028
Educación	0.071	0.061
Servicios financieros	0.012	0.006
Servicios inmobiliarios	0.006	0.007
Profesionales y técnicos	0.019	0.009
Transportes y almacenamiento	0.049	0.045

Fuente: Elaboración propia con datos de ENIGH 2018 y tomando en cuenta las claves en el SCIAN 2018. Se muestra el porcentaje de individuos por identificación indígena en cada grupo de actividad económica.

Tabla A.2. Porcentaje por tamaño de localidad

	No indígena		Indígena	
	<i>Frecuencia</i>	<i>Acumulado</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Acumulado</i>
Más de 100 000 habitantes	45.97	45.97	29.84	29.84
15 000 a 99 999 habitantes	13.34	59.31	14.57	44.41
2500 a 14 999 habitantes	11.62	70.93	16.84	61.25
Menos de 2500 habitantes	29.07	100	38.75	100

La Tabla presenta el porcentaje de individuos que habitan en cada tamaño de localidad por identificación indígena.